

POMPELE DE CALDURA – SOLUȚIE FEZABILĂ?

Lucrare aparuta in Buletinul celei de a 41-a Conferință Națională de Instalații, Instalații pentru începutul Mileniului trei, Creșterea performanței energetice a clădirilor și a instalațiilor aferente, Sinaina, 19-21 octombrie 2006

Pompele de caldura ca sisteme de conversie a energiei sunt mașini termice care pot ridica calitatea caldurii de la un nivel scazut de temperatura pana la un nivel ridicat de temperatura. Ele pot furniza in mod obișnuit căldura pana la temperaturi de 120°C.

Pompele de căldură se utilizează pentru producerea căldurii sau a frigului. De la instalațiile frigorifice folosim doar frigul, iar de la pompele de căldură - căldura. Transferul de caldura in ambele cazuri este efectuat prin intermediul unui agent de lucru, de exemplu frigorific, care circula prin instalatie, si isi schimba ciclic starea de agregare. Pentru a se analiza eficienta energetica a pompelor de caldura, este necesar sa se scrie bilantul energetic

Dupa felul surselor de caldura utilizate pompele de căldură pot fi:

-aer-aer: au ca sursă de căldură aerul atmosferic și folosesc aerul ca agent purtător de căldură in clădirile in care sunt montate. La acest tip de instalații inversarea ciclului este deosebit de ușoară astfel in sezonul rece instalatia este utilizată pentru încălzire, iar in sezonul cald pentru conditionare.

-apă-aer: folosesc ca sursă de căldură apa de suprafață sau de adancime, apa caldă evacuată din industrie, agentul purtător de căldură fiind aerul.

-sol-aer: folosesc ca sursă de căldură solul, iar agentul purtător de căldură este aerul.

-soare-aer: folosesc ca sursă de căldură energia termică provenirita de la soare prin radiatie, iar agentul purtător de căldură este aerul.

-aer-apă: folosesc ca sursa de căldură aerul, iar ca agent purtător de căldură apa.

-apă-apă: folosesc ca sursă de căldură apa, iar ca agent purtător de căldură tot apa.

- sol-apă: folosesc ca sursă de căldură solul, iar ca agent purtător de căldură apa.

-soare-apă: folosesc ca sursă de căldură radiatia solară, iar ca agent purtător de căldură apa

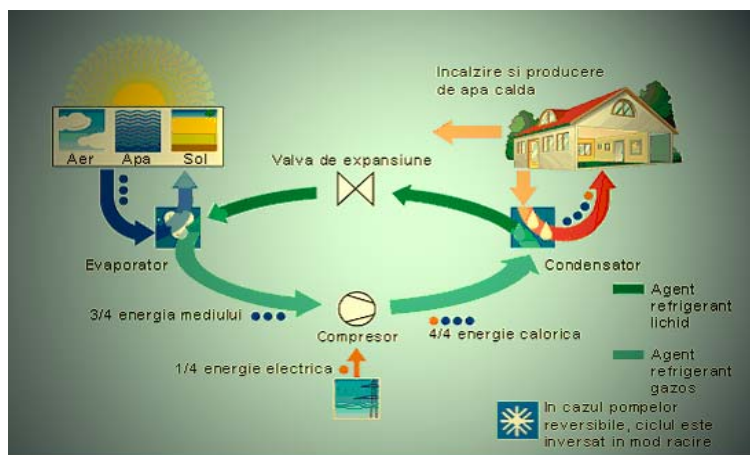
MODUL DE FUNCTIONARE AL POMPELOR DE CĂLDURĂ

Pompele de caldura utilizeaza pentru incalzirea cladirii energia de la soare care este inmagazinata in pamant. Curentul electric este folosit numai pentru actionarea compresorului din pompa de caldura si pentru pompa de recirculare.

Funcționarea pompe lor de căldură are la bază principiul al doilea al termodinamicii care afirmă, 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. 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 cald ură. Alte componente care mai pot fi regăsite într-o pompă de căldură sunt schimbătoare le de căldură 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 căldură. Acesta are proprietatea de a trece din stare lichidă în stare de vapori reci la temperaturi scăzute.

METODOLOGIA DE ANALIZĂ A FEZABILITĂȚII POMPELOR DE CĂLDURĂ PENTRU ÎNCĂLZIREA LOCUINȚELOR

În practica economică se întâlnesc mai multe metodologii de evaluare a viabilității și rentabilității proiectelor, propuse de diferite instituții de finanțare.

În cele ce urmează vom încerca prezentarea unui „drum”, care ar trebui parcurs pentru fiecare proiect de investiție pentru a stabili fezabilitatea soluțiilor de încălzire/răcire.

Etape:

1. Stabilirea variantelor tehnico-economice:

Analiza costurilor pe totalul ciclului de viața (life-cycle costs analysis) a fiecărei variante enunțate.

Evaluarea unor proiecte alternative (investiție diferită, costuri diferite și durata de viață diferită) și identificarea celei mai eficiente dpdv a costurilor pe întreaga durată de viață (costuri minime).

2. Cuantificarea atractivității unei investiții

2.1. Analiza cost-beneficiu

- Identificarea acelor proiecte care maximizează beneficiile economice și sociale
- Stabilirea ordinii priorităților conform careia se vor realiza proiectele

2.2. Etapele analizei cost-beneficiu

- Identificarea costurilor
- Identificarea veniturilor (economii și/sau costuri evitate)
- Stabilirea orizontului de studiu; așezarea costurilor și veniturilor pe axa timpului
- Stabilirea structurii de finanțare și a costurilor asociate
- Stabilirea ipotezelor de lucru - prognozele acestor costuri și venituri pe durata de viață a proiectului
- Calculul cash flow-ului
- Actualizarea/scontarea cash flow-ului
- Calcularea indicatorilor de profitabilitate și interpretarea lor în comparație cu proiecte similare și cu așteptările investitorilor
- Identificarea factorilor critici (cu impact considerabil) a căror evoluție +/- afectează indicii de profitabilitate
- Analiza de sensibilitate – ‘rezistența’ proiectului la variația acestor factori critici
- Probabilitate și risc – analiza de scenarii

- Luarea deciziei de a investi/nu investi/amana investitia

3. Identificarea costurilor

3.1. Costuri investitionale vs. costuri operationale

- Achizitii, proiectare si constructii
- Costuri reziduale (cedare, lichidare)
- Costuri de inlocuire a activelor
- Costuri de operare, mentenanta si reparatii
- Costuri cu utilitatile

3.2. Costuri initiale vs. costuri viitoare

3.3. Costuri unice vs. costuri recurente

4. Identificarea veniturilor

Există mai multe moduri de identificare a veniturilor pentru un proiect rezidențial. Noi propunem trei dintre acestea:

- Economii la factura energie termica, gaz metan, energie electrica, apa etc;
- Economii obtinute prin costuri evitate (producerea en. electrica din resurse regenerabile, mentenanta mai ieftina datorita unei noi tehnologii care necesita reparatii/ inlocuiri la intervale mai mari de timp, disponibilizare personal de supraveghere prin introducerea automatizarilor etc);

5. Stabilirea structurii de finantare

- Fonduri proprii
- Imprumut
 - Perioada de gratie
 - Dobanzi + comisioane
 - Rambursari lunare, trimestriale, semianuale, anuale, o singura rambusare la final

6. Stabilirea ipotezelor de lucru

- Perioada de derulare a investitiei;
- Orizontul de viata a proiectului 20 ani
- Se va considera metoda amortizarii simple (lineara)
- La final, utilajele se caseaza si se vand ca fier vechi ptr. X\$/tona
- Prognoza evolutiei costurilor si veniturilor pe durata de viata a proiectului

7. Cash Flow-ul proiectului

Total Venituri (Economii)

- Total Costuri

= Total Beneficii inainte de impozitare

- Cheltuieli financiare cu dobanda (credite)

- Amortizarea

= Beneficii impozabile

- Impozit

= Beneficii Nete dupa impozitare

+ Amortizarea

= Cash Flow

- Rambursarea ratelor de credit
= Free Cash Flow

8. Calculul indicatorilor de profitabilitate

8.1. Rata Interna de Rentabilitate – RIR- cat mai mare (este indicat ca RIR sa fie mai mare fata de rata de actualizare considerata)

8.2. Durata de Recuperare Actualizata – DRA - capacitatea de restituire a capitalului investit din beneficii, cu considerarea valorii in timp a banilor. Conditia de acceptare a investitiei: $DRA < \text{durata de recuperare minim aleasa}$

8.3. Indicele de Profitabilitate – IP – indicator care arata relatia dintre beneficiile si costurile unui proiect. Cu cat este mai mare, cu atat proiectul este mai atractiv.

9. Analiza de sensibilitate

- Analiza economica se bazeaza pe ipoteze de lucru referitoare la *evenimente viitoare incerte*.
- *Preturile si tarifele* marfurilor si serviciilor, dar mai ales a energie sunt *fluctuante si pot varia dramatic* pe perioada de analiza a proiectului (10-20 ani).
- *Elementele de risc* trebuie luate in considerare ori de cate ori exista *probabilitatea* ca un proiect sa genereze rezultate diferite de cele prognozate.

Instrumente

- *Analiza de sensibilitate* a indicatorilor proiectului la variatiile unor parametri. Identificarea *variabilelor critice* care *influenta*za semnificativ rezultatele proiectului
- Determinarea *pragului critic de rentabilitate* a proiectului in conditiile variatiilor unor parametri. Stabilirea *punctelor slabe* ale proiectului si identificarea *ariilor de risc*.
- *Probabilitati de aparitie* a unor evenimente favorabile sau adverse si *corelatiile dintre variabile*.
- Determinarea *riscurilor externe* proiectului (riscuri sistemice, riscuri de piata etc.).

REZULTATELE SINTETICE ALE ANALIZEI INVESTIȚIONALE EFECTUATE PENTRU MONTAREA UNUI SISTEM DE ÎNCĂLZIRE/RĂCIRE PENTRU O CASA CU UN NECESAR ENERGETIC PENTRU ÎNCĂLZIRE DE 14,7 kWh ȘI 3 kWh PENTRU RĂCIRE.

Pentru cazul de față s-a considerat folosirea unei pompe de căldură care să producă energia necesară încălzirii casei, și o combinație centrală termică având funcția doar de încălzire de 15 kWh funcționând pe gaz și un sistem format din 4 chilere pentru răcire funcționând cu energie electrică.

Ipoteze:

- reabilitarea sistemului de incalzire/racire a unei case individuale, folosind principiul economiilor obținute fata de sistemul actual de incalzire – cu sobe de teracotă si in lipsa unui sistem de racire
- perioada de analiza 20 de ani
- rata dobanzi compuse 8%
- cresterea pretului la gaze cu 20% in urmatoorii 3 ani si cu 5% pentru restul perioadei
- cresterea pretului energiei electrice cu 3% pentru intreaga perioada
- investitia este acoperita integral din credite, rambursabile in 10 ani cu o dobanda de 8%

- s-a considerat necesara montarea unei centrale termice pe gaze naturale si a 4 chilere, care vor fi inlocuite dupa 10 ani cu alte instalatii similare noi
- centrala termică este folosită exclusiv pentru încălzirea locuinței
- nu se prevede nici o altă sursă de încălzire pentru casa pasivă care este încălzită cu pompa de căldură.
- există racorduri de energie electrică și gaze naturale

	Indicatori specifici CT gaze si chilerului*	Indicatori specifici pompei de caldura/racire sol/apa
Valoarea totala a investitiei	14.200	14.500
Cost de finantare	5.964	6.380
Indicatori de fezabilitate		
VNA	675	98
RIR	9	8%
DRA	10	11
IP	1,1	1,01

- Tarifele pentru incalzire 128 Euro/Gcal si cele pentru racire 125 Euro/Gcal. Cresterea de pret 5%.

Modernizarea unei locuinte individuale prin montarea unui sistem de incalzire cu CT pe gaze naturale si un sistem de aer conditionat

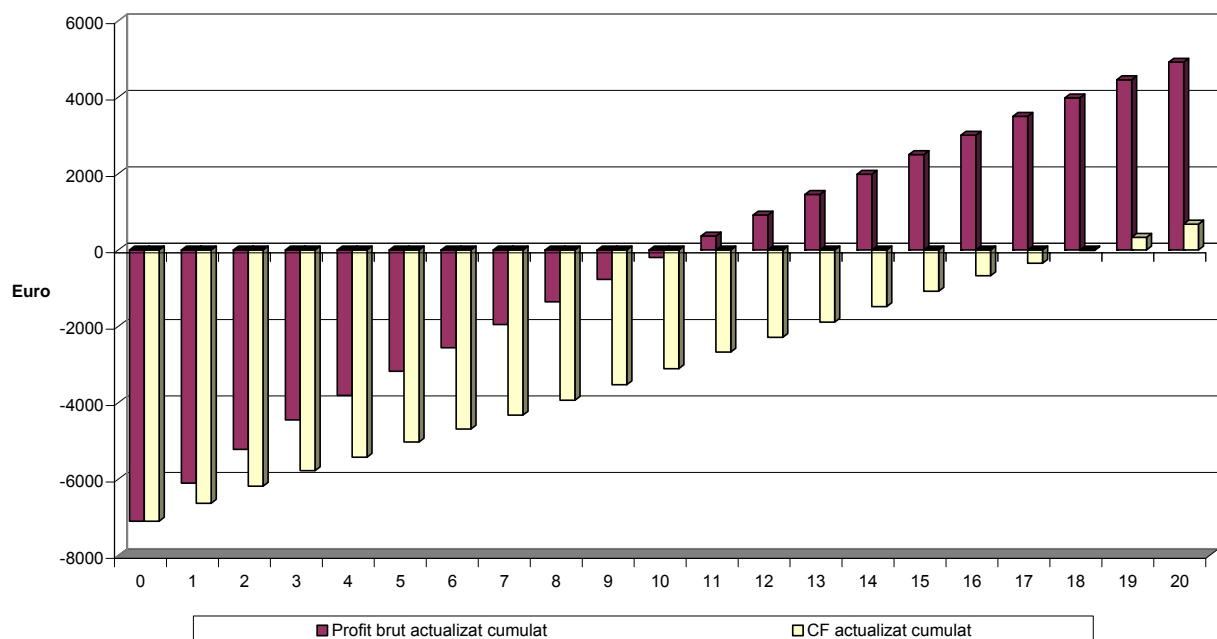


Fig. 1. Profitul brut și cash-flow-ul cumulat al investiției CT+chiler

Pompa de caldura sol-apa folosita pentru incalzirea si racirea unei case pasive energetic

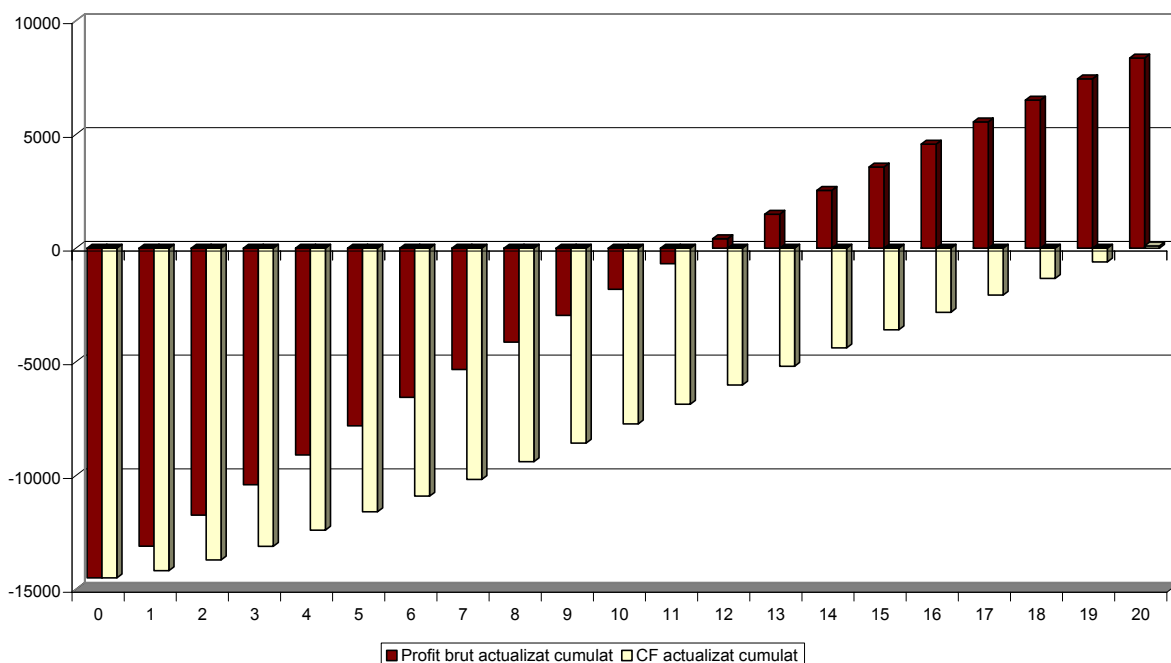


Fig. 2. Profitul brut și cash-flow-ul cumulat al investiției pompă de caldură

Analizând indicatorii investiționali ai proiectului de modernizare a unui sistem de încălzire / răcire (nu s-a luat în considerare costurile cu reparația și modificarea locuinței) se poate observa că folosind metoda economiilor balanța tinde să încline asupra CT+chiler în detrimentul pompelor de căldură. VNA în cazul CT+chiler este mai mare cu 577 Euro, RIR cu 1%, termenul de recuperare este mai scurt cu 1 an, iar indicele de profitabilitate este mai mare cu 9 de unitati.

În graficul următor am realizat o evoluție în timp a costurilor pentru o locuință individuală în care se montează o centrală termică pentru încălzire și chilere pentru condiționarea aerului, respectiv pentru o locuință unde se montează o pompă de căldură cu scop de răcire/încălzire (pentru a fi mai explicit am defalcat costurile asociate chilerului și cele aferente centralei termice).

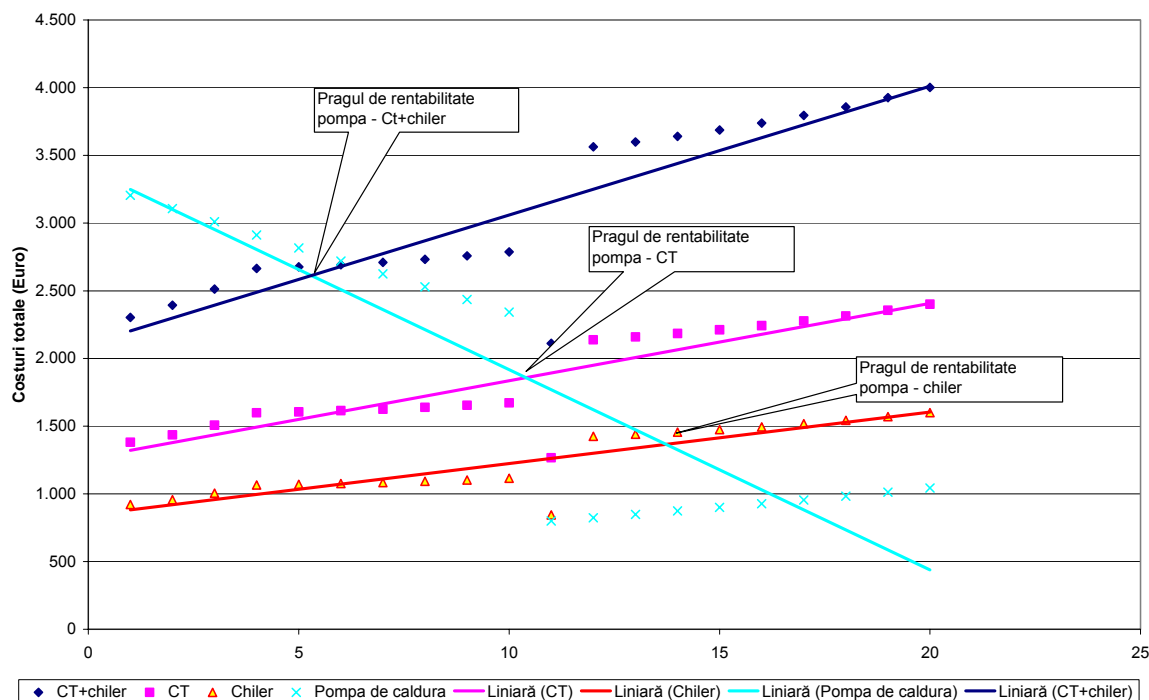


Fig. 3. Costurile totale asociate investiției pompei de caldură, CT+chiler, CT, chiler

Folosind metoda regresiei liniare am reușit să trasăm curba costurilor care permit determinarea pragurilor de rentabilitate între soluțiile adoptate pompa de căldură, CT + chiler, CT și chiler.

Se desprinde astfel că după un interval de 5 ani pompa de căldură devine mai rentabilă decât combinația CT+chiler, după 10 ani devine mai rentabilă în condițiile în care aceasta se folosește exclusiv pentru încălzire decât CT pe gaze naturale și după 14 ani devine mai rentabilă în acțiunea de exclusivă de răcire decât chilerul.

Analiza sensitivă

Analiza sensitivă ia în considerare următoarele puncte critice:

- necesitatea folosirii la vârf de consum a unor radiatoare electrice pentru a prelua 30%, 25% și 15% din vârfurile de consum pentru încălzire;

	Indicatori specifici CT gaze si chilerului*	Indicatori specifici pompei de caldura/racire sol/apa	Indicatori specifici pompei de caldura/racire sol/apa+radiatoare electrice utilizate 30%	Indicatori specifici pompei de caldura/racire sol/apa+radiatoare electrice utilizate 25%	Indicatori specifici pompei de caldura/racire sol/apa+radiatoare electrice utilizate 15%
Valoarea totala a investitiei	14.200	14.500	15.000	15.000	15.000
Cost de finantare	5.964	6380	6.600	6.600	6.600
VNA	675	98	-5352	-4553	-2955
RIR	9	8%	4%	5%	6%
DRA	10	11	17	15	13
IP	1,1	1,01	0,64	0,70	0,80

* Tarifele pentru incalzire 128 Euro/Gcal si cele pentru racire 125 Euro/Gcal. Cresterea de pret 5%.

- *riscul de a se defecta instalatia de încălzire/răcire* cu pompă de căldură datorită lipsei de experiență în folosirea acestor aparate; Riscuri ridicate: pompele de recirculație, lipsa de etanșitate și pierderea agentului. Plecând de la probabilitatea de a se întâmpla aceste lucruri, frecvența unor astfel de apariții și costurile necesare reînlocuirii/reparării se pot obtine următoarele valori:

	Indicatori specifici CT gaze si chilerului*	Indicatori specifici pompei de caldura/racire sol/apa	Indicatori specifici pompei de caldura/racire sol/apa+radiatoare electrice utilizate 25%	Indicatori specifici pompei de caldura/racire sol/apa+radiatoare electrice utilizate 25% si costurile de reparare
Valoarea totala a investitiei	14.200	14.500	15.000	15.000
Cost de finantare	5.964	6380	6.600	6.600
VNA	675	98	-4553	-5.478
RIR	9	8%	5%	4%
DRA	10	11	13	17
IP	1,1	1,01	0,70	0,60

* Tarifele pentru incalzire 128 Euro/Gcal si cele pentru racire 125 Euro/Gcal. Cresterea de pret 5%.

- *creșterea prețului gazelor naturale și al energiei*

	Indicatori specifici CT gaze si chilerului*	Indicatori specifici CT gaze si chilerului* pentru o variatie a pretului en el si a gn de 30%	Indicatori specifici pompei de caldura/racire sol/apa	Indicatori specifici pompei de caldura/racire sol/apa+radiatoare electrice utilizate 25%	Indicatori specifici pompei de caldura/racire sol/apa+radiatoare electrice utilizate 25% si costurile de reparare
Valoarea totala a investitiei	14.200	14.200	14.500	15.000	15.000
Cost de finantare	5.964	5.964	6380	6.600	6.600
VNA	675	-2.014	98	-4553	-5.478
RIR	9%	4%	8%	5%	4%
DRA	10	14	11	13	17
IP	1,1	0,72	1,01	0,70	0,60

* Tarifele pentru incalzire 128 Euro/Gcal si cele pentru racire 125 Euro/Gcal. Crestere de pret de 5%.