

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII  
AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Facultatea Energetică și Inginerie Electrică**

**Departamentul Energetică**

**Admis la susținere**

**Șef departament:**

**HLUSOV Viorica, conf. univ., dr.**

**”\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2019**

**Fezabilitatea integrării pompelor de căldură în SACET**

**Teză de master**

**Student:** \_\_\_\_\_ **Andrei CIOBANU**  
gr. EM-17M

**Conducător:** \_\_\_\_\_ **Dumitru Braga**  
lect. univ.

**Chișinău, 2019**

## **ADNOTARE**

Lucrarea dată reprezintă un studiu de analiză a funcționării pompelor de căldură integrate într-un sistem de alimentare centralizată cu energie termică. De asemenea în lucrare este prezentat principiul de funcționare, componentele tehnice și caracteristicile acestora. Totodată este descrisă și situația actuală pe plan mondial și regional în vederea utilizării pompelor de căldură.

Capitolul 1 cuprinde informații de statistică cu privire la implementarea proiectelor aferente pompelor de căldură. Este prezentat un studiu documentar, ce include diferite proiecte de dimensiuni mari ce țin de integrarea pompelor de căldură la nivel mondial.

Sistemul de alimentare centralizată cu energie termică, este prezentat împreună cu consumatorii și rețeaua de distribuție a căldurii, acesta este situat în zona centrală a țării, pentru care s-a determinat necesarul de căldură pentru încălzire și apa caldă de consum.

În cadrul acestei teze s-a realizat un calcul tehnico-economic a mai multor scenarii stabilite cu scopul de a determina soluția optimă de producere a energiei termice incluzând și pompele de căldură pentru un sistem de alimentare centralizată cu energie termică.

## **ABSTRACT**

This paper is an analysis of the operation of heat pumps integrated in the centralized heat supply system. Also in the paper is presented the principle of operation, the technical components and their characteristics. At the same time, the current global and regional situation is described for the use of heat pumps.

Chapter 1 contains statistical information on the implementation of heat pump projects. A documentary study, which includes various large-scale projects on the integration of global heat pumps, is presented.

The centralized heat supply system is presented together with consumers and the heat distribution network, which is located in the central area of the country, for which the heat demand for heating and hot water was determined.

Within this thesis a technical and economical calculation of several scenarios was made in order to determine the optimal solution for the production of thermal energy including the heat pumps for a centralized heat supply system.

## CUPRINS

<b>Adnotare</b> .....	8
<b>Introducere</b> .....	9
<b>1. STADIUL ACTUAL AL UTILIZĂRII POMPELOR DE CĂLDURĂ</b> .....	11
<b>1.1. Utilizarea pompelor de căldură la nivel mondial</b> .....	11
1.1.1. Necesitatea utilizării pompelor de căldură .....	11
1.1.2. Instrumente de promovare a utilizării pompelor de căldură.....	13
1.1.3. Programe internaționale de dezvoltare.....	14
<b>1.2. Evoluția pieței pompelor de căldură în UE</b> .....	15
1.2.1. Metodologia de contabilizare a vânzărilor pompelor de căldură.....	15
1.2.2. Metodologia de calcul a beneficiului adus mediului înconjurător.....	18
1.2.3. Economii de energie datorate pompelor de căldură.....	21
1.2.4. Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră .....	23
<b>1.3. Sisteme de alimentare cu căldură ce includ surse geotermale în UE</b> .....	23
1.3.1. Informații generale.....	23
1.3.2. Situația actuală cu privire la utilizarea pompelor de căldură geotermale în UE .....	25
1.3.3. Etapele de implementare a proiectelor aferente surselor geotermale.....	27
<b>1.4. Exemple de bune practici privind utilizarea pompelor de căldură</b> .....	29
1.4.1. Pompe de căldură integrate în SACET- uri din Europa .....	29
1.4.2. Aplicarea pompelor de căldură în industrie.....	31
1.4.3. Pompe de căldură de dimensiuni mari.....	33
<b>2. PRINCIPIUL DE FUNCȚIONARE ȘI CLASIFICAREA POMPELOR DE CĂLDURĂ</b> .....	35
<b>2.1. Principiul de funcționare a pompelor de căldură</b> .....	35
2.1.1. Generalități.....	35
2.1.2. Principiul de funcționare a pompelor de căldură.....	36
2.1.3. Componentele principale a unei pompe de căldură.....	37
2.1.4. Regimurile de funcționare ale pompelor de căldură .....	39
<b>2.2. Clasificarea pompelor de căldură</b> .....	40
2.2.1. Clasificarea pompelor de căldură după puterea instalată.....	40
2.2.2. Clasificarea pompelor de căldură în funcție de domeniile de utilizare .....	41
2.2.3. Bilanțul energetic al pompei de căldură.....	42
2.2.4. Avantajele utilizării pompelor de căldură .....	45
<b>2.3. Caracteristicile agenților frigorifici</b> .....	46
2.3.1. Evoluția utilizării agenților frigorifici.....	46
2.3.2. Caracteristicile agenților frigorifici .....	49
2.3.3. Eficiența pompelor de căldură (COP).....	51
<b>2.4. Proprietăți termice ale solului</b> .....	54
2.4.1. Factori ce influențează temperatura solului .....	54
2.4.2. Evoluția temperaturii în sol .....	55
2.4.3. Simularea capacității termo-fizice a solului folosind programul EED .....	58
<b>3. DETERMINAREA CARACTERISTICILOR PRINCIPALE ALE SACET</b> .....	60
<b>3.1. Determinarea necesarului de energie termică pentru SACET-ul analizat</b> .....	60
3.1.1. Prezentarea generală a localității examinate .....	60
3.1.2. Determinarea necesarului de energie termică pentru încălzire .....	60
3.1.3. Determinarea necesarului de energie termică pentru prepararea apei calde menajere .....	63

<b>3.2. Determinarea necesarului de căldură momentan și anual</b>	<b>64</b>
3.2.1. Estimarea producțiilor de căldură momentane și anuale.....	64
3.2.2. Curba clasată a consumului de căldură pentru încălzire.....	66
3.2.3. Curba clasată pentru prepararea apei calde de consum.....	67
<b>3.3. Calcule inginerești privind edificarea rețelelor termice.....</b>	<b>67</b>
3.2.1. Prezentarea generală a rețelelor termice.....	67
3.2.2. Modul de amplasare a rețelelor termice.....	68
3.2.3. Determinarea diametrelor optime a conductelor.....	69
3.2.4. Determinarea pierderilor de presiune.....	71
3.2.5. Determinarea pierderilor de căldură prin conducte.....	73
<b>4. CALCULE TEHNICO-ECONOMICE PRIVIND INTEGRAREA POMPELOR DE CĂLDURĂ ÎN SACET.....</b>	<b>75</b>
<b>4.1. Prezentarea scenariilor de alimentare cu energie termică a SACET-ului analizat.....</b>	<b>75</b>
4.1.1. Descrierea scenariului de bază.....	75
4.1.2. Descrierea scenariilor de proiect.....	76
4.1.3. Dimensionarea instalațiilor de alimentare cu căldură.....	78
<b>4.2. Fezabilitatea integrării pompelor de căldură în SACET .....</b>	<b>80</b>
4.2.1. Date inițiale pentru efectuarea calculului tehnico – economic.....	80
4.2.2. Calculul tehnico - economic pentru scenariile propuse.....	82
4.2.3. Alegerea soluției optime cu privire la integrarea pompelor de căldură în SACET.....	85
<b>Concluzii.....</b>	<b>87</b>
<b>Bibliografie.....</b>	<b>88</b>

## INTRODUCERE

Omenirea este responsabilă privitor la cantitatea de emisii de carbon eliberată în atmosferă ca rezultat a activităților umane, aceasta a atins niveluri alarmante. În decembrie 2015, la cea de-a 21-a Conferință la Paris, sa ajuns la un acord istoric privind schimbările climatice. A fost primul pact de acest fel, pentru a reduce emisiile de carbon și pentru a limita creșterea temperaturilor globale la "mult sub 2 °C, urmărind 1,5 °C "până în 2100 [1]. Pentru a realiza această reducere, UE și-a stabilit un obiectiv pe termen lung de reducere emisiile de gaze cu efect de seră (GHG) cu 80-95% înainte de anul 2050, comparativ cu nivelurile din 1990 [2].

În prezent, la nivel european, energia și transportul reprezintă mai mult de 75% din actualul CO<sub>2</sub> emisiile [3], iar pentru aceste două utilizări, Uniunea Europeană (UE) importă 53% din energia combustibililor fosili consumă la un preț de peste 1 miliard de dolari pe zi [4]. Sectorul de încălzire și răcire este estimat la utilizați jumătate din energia totală consumată în Europa [5]. În același timp, potențialul de căldură risipit industria și producția de energie electrică sunt în aceeași ordine de mărime ca și cererea totală de încălzire toate clădirile din Europa, indicând faptul că există posibilitatea de a reduce atât importul, cât și consumul energie, decarbonizarea sectorului energetic și sporirea securității aprovizionării.

Sectorul încălzirii are un rol decisiv în atingerea acestor obiective și în atenuarea impactului său negativ, măsurile de îmbunătățire a eficienței energetice sunt necesare atât pe partea de producere, cât și pe partea cererii, combinate cu includerea mai multor surse regenerabile de energie (SRE). O atenție deosebită a fost acordată modernizării clădirilor, dar în ultimul timp, furnizare și producerea căldurii a primit mai multă atenție.

Sinergia dintre aceste economii de energie pe partea cererii și noile opțiuni de aprovizionare a fost analizată în anumite cercetări privind calitatea vieții în Europa (HRE). Primul studiu, care a vizat țările din UE-27, sa concentrat la creșterea numărului de SACET-uri pentru a acoperi aproximativ 50% din cererea totală de căldură. Rezultatele au fost indicate că pompele de căldură la scară largă și sistemele centralizate de alimentare cu căldură devin din ce în ce mai importante la nivel european.

Prin urmare, cel de-al doilea studiu, care a investigat potențialul de modernizare combinată și strategia de încălzire urbană, cuantificată și estimată la scară largă pompe de căldură de mare de o capacitatea agregată de aproximativ 40 GW de ieșire termică și furnizează 25-30% din totalul energiei produse de SACET-uri până în 2050. Cererea de energie termică pentru anul 2050 este estimată la 1571 TWh / an, incluzând 17% căldură pierderi. Pompele de căldură pe scară largă sunt estimate să producă 520 TWh / an cu un coeficient de (COP) de 3. O astfel de creștere permite o utilizare mult mai mare a surselor alternative de căldură, de la SRE la căldură reziduală [6].

Suntem înconjurați de mai multe resurse de energie inepuizabile, care ne-ar permite să ne satisfacem nevoile energetice și cele ale generațiilor viitoare, fără a-și asuma riscuri incontrolabile cu viața și bunăstarea planetei noastre.

O singură tehnologie, o singură energie regenerabilă nu poate satisface niciodată această cerere. Fiecare alternativă are avantajele și dezavantajele specifice și trebuie să fie aplicată în mod inteligent prin vizarea acelor locuri unde se poate livra la puterea sa optimă, în sinergie cu alte tehnologii. Dacă este utilizat în combinație, poate fi reînnoit sursele de energie au o șansă de a satisface cererea actuală de energie, în special pentru încălzire și răcire care reprezintă jumătate din cererea finală de energie din Europa

Nu putem privi o tehnologie energetică fără a ține seama de integrarea sa în sistemul energetic și de rolul său în cadrul economiei.

În sectorul energetic, va fi un stabilizator care asigură securitatea aprovizionării rețelei și a societății. Proiecte aferente implementării pompelor de căldură ar putea fi dezvoltate în toate regiunile europene. Acest lucru ar trebui luat în considerare în prezent pentru reformarea designului pieței, adăugând o dimensiune regională între abordări centralizate și descentralizate.

Structura sectorului de încălzire și răcire este mai complexă decât cea pentru energia electrică, pompele de căldură au un rol esențial în decarbonizarea mediului. Din multele tehnologii și surse disponibile, piața va decide mix-ul optim de surse de energie pentru fiecare regiune. Împreună cu alte surse regenerabile, pompele de căldură va oferi soluții pentru o încălzire, răcire și apă caldă reprezentând o sursă de energie curată, competitivă și sigură pentru clădiri și industrie.

O tranziție durabilă în domeniul energiei necesită o implicare coerent în toate sectoarele energetice, care nu pot fi realizate fără contribuția versatilă, esențială a pompelor de căldură.

Europa a fost lider mondial la capitolul integrarea pompelor de căldură de zeci de ani. Ar trebui să urmărim menținerea acestui lucru, conducerea globală și extinderea acesteia prin dezvoltarea următoarei generații de tehnologii în acest domeniu. Industria pompelor de căldură europeană se ridică la provocarea de a menține această poziție de lider, oferind servicii accesibile energie și inovare constantă pentru a atinge acest obiectiv.