



Universitatea Tehnică a Moldovei

**ELABORAREA UNUI STUDIU DE FEZABILITATE
PRIVIND UTILIZAREA POMPELOR DE CALDURĂ
ÎN SECTORUL CLĂDIRILOR REZIDENȚIALE**

Masterand: Leonid COJUHARI

Conducător: conf.univ. dr. Natalia BEGLEȚ

Chișinău 2023

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

Universitatea Tehnică a Moldovei

Programul de master ” Ingineria instalațiilor de asigurare a microclimei în clădiri”

Admis la susținere

Șef Departament ACAG și PM: conf. univ. dr. Vera GUȚUL

**ELABORAREA UNUI STUDIU DE
FEZABILITATE PRIVIND UTILIZAREA
POMPELOR DE CALDURĂ ÎN SECTORUL
CLĂDIRILOR REZIDENȚIALE**

Teza de master

Masterand:

Leonid COJUHARI

Conducător:

Natalia BEGLEȚ

Chișinău 2023

Rezumat

Autor **Cojuhari Leonid**

Lucrarea de master cu tema **ELABORAREA UNUI STUDIU DE FEZABILITATE PRIVIND UTILIZAREA POMPELOR DE CALDURĂ ÎN SECTORUL CLĂDIRILOR REZIDENȚIALE** abordează o temă actuală în domeniul asigurării parametrilor de confort în interiorul clădirilor.

Sursele regenerabile de energie constituie alternative la combustibilii fosili care contribuie la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, la diversificarea ofertei de energie și la reducerea dependenței de piețele volatile și incerte ale combustibililor fosili, în special de petrol și gaze.

Structura lucrării: lucrarea are introducere, 3 capitole, concluzii, bibliografie, 68 pagini, anexe.

Problematica lucrării: În condițiile în care tot mai multe țări dezvoltate pun accentul pe eficiența energetică a construcțiilor noi și pe valorificarea caracteristicilor mediului existent prin utilizarea resurselor regenerabile și a tehnologiilor noi accesibile pe piață, este necesar să se găsească soluții de implementare și în Republica Moldova.

Luând în considerare tendința de creștere continuă prețului la energie pe piață ca rezultat al liberalizării pieței de energie cât și a creșterii consumurilor, independența locuinței în fața acestor factori alături de diminuarea necesarului de consum energetic al acesteia ar putea avea pe termen lung ca rezultat o rentabilitate financiară care va amortiza diferența costurilor inițiale în echipamente costisitoare.

Scopul lucrării: În plan teoretic se propune analiza conceptului de casă eficientă energetic conform teoriilor actuale din domeniu și propunerea unei echipament modern pentru asigurarea confortului în clădire.

În plan aplicativ teza de master are ca obiectiv cercetarea problemele legate de consumul de energie al unei construcții pilot și modalități de reducere ale acestuia, modul de comportare al sistemului de încălzire cu pompă de căldură utilizată ca sursă de încălzire și compararea cu alte soluții posibile pentru asigurarea confortului în clădire.

Obiectivele generale: prin studiul realizat în teza data s-a dorit obținerea limitării creșterii consumului de energie, într-o economie convențională, găsirea unor surse alternative, ecologice, eficiente și regenerabile pentru producerea energiei necesare; eficientizarea energetică a tuturor construcțiilor, care este o măsură susținută politic în anumite țări din Europa, însă tratată superficial în Republica Moldova unde măsurile de eficientizare se limitează la anveloparea termică exterioară.

Résumé

Auteur **Cojuhari Leonid**

Le mémoire de maîtrise ayant pour thème **DÉVELOPPEMENT D'UNE ÉTUDE DE FAISABILITÉ CONCERNANT L'UTILISATION DES POMPES À CHALEUR DANS LE SECTEUR DES BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS** aborde un sujet d'actualité dans le domaine de la garantie des paramètres de confort à l'intérieur des bâtiments.

Les sources d'énergie renouvelables sont des alternatives aux combustibles fossiles qui aident à réduire les émissions de gaz à effet de serre, à diversifier l'approvisionnement énergétique et à réduire la dépendance vis-à-vis des marchés volatils et incertains des combustibles fossiles, en particulier le pétrole et le gaz.

Structure de l'article: l'article comporte une introduction, 3 chapitres, des conclusions, une bibliographie, 68 pages, des annexes.

L'enjeu du papier: Étant donné que de plus en plus de pays développés mettent l'accent sur l'efficacité énergétique des nouvelles constructions et la valorisation des caractéristiques de l'environnement existant par l'utilisation de ressources renouvelables et de nouvelles technologies disponibles sur le marché, il est nécessaire de trouver une mise en œuvre solutions en République de Moldavie .

Compte tenu de la tendance à l'augmentation continue du prix de l'énergie sur le marché du fait de la libéralisation du marché de l'énergie ainsi que de l'augmentation de la consommation, l'indépendance du foyer face à ces facteurs ainsi que la réduction de son exigence de consommation d'énergie pourrait se traduire à long terme par un financement de la rentabilité qui amortira la différence de coûts initiaux dans des équipements coûteux.

Le but de l'article: En théorie, il est proposé d'analyser le concept d'une maison économe en énergie selon les théories actuelles dans le domaine et de proposer un équipement moderne pour assurer le confort dans le bâtiment.

En termes d'application, l'objectif du mémoire de maîtrise est de rechercher les problèmes liés à la consommation d'énergie d'un bâtiment pilote et les moyens de la réduire, le comportement du système de chauffage avec une pompe à chaleur utilisée comme source de chauffage et la comparaison avec autres solutions possibles pour assurer le confort dans le bâtiment.

Les objectifs généraux: à travers l'étude réalisée dans la thèse donnée, il a été souhaité d'atteindre la limitation de l'augmentation de la consommation d'énergie, dans une économie conventionnelle, de trouver des sources alternatives, écologiques, efficaces et renouvelables pour la production de l'énergie nécessaire; l'efficacité énergétique de toutes les constructions, mesure politiquement soutenue dans certains pays européens, mais traitée superficiellement en République de Moldavie où les mesures d'efficacité se limitent à l'enveloppe thermique externe.

Cuprins

Introducere.....	8
1. Pompe de căldură.....	12
1.1 Clasificarea pompelor de căldură	12
1.2 Cicluri de funcționare ale pompelor de căldură	13
1.2.1 Cicluri de funcționare ale pompelor de căldură cu comprimare mecanică.....	13
1.2.2 Agenți termici de lucru utilizați în pompele de căldură cu comprimare mecanică	15
1.2.3 Cicluri de funcționare ale pompelor de căldură cu absorbție	16
1.2.2. Schema de lucru a mașinii cu absorbție hidroamoniacală ce funcționează după ciclul GAX.....	19
1.2.3. Schema de lucru a unei mașini termice cu absorbție în soluție amoniac- apă.....	19
1.2.4. Scheme de lucru ale mașinilor frigorifice cu absorbție în soluție bromură de litiu- apă.....	20
2. Exemple de scheme pentru implementarea pompelor de căldură în instalațiile noi și existente	22
2.1. Funcționarea în regim monovalent	22
2.2. Funcționarea în regim monoenergetic	22
2.3. Funcționarea în regim bivalent.....	23
3. Determinarea necesarului de căldură/frig și a consumului de energie termică pentru casă de locuit.....	35
3.1. Calculul necesarului de căldură pentru încălzire	35
3.2. Calculul necesarului de căldură pentru prepararea apei calde de consum.....	35
3.3. Calculul sarcinii termice de răcire.....	36
3.4. Prezentarea casei de locuit și a rezultatelor calculelor efectuate	37
3.5. Analiza economico-energetică comparativă și a performanțelor de mediu pentru încălzirea/răcirea casei de locuit cu diverse surse de energie primară.....	50
CONCLUZIE	62
BIBLIOGRAFIE	65

Introducere

Când Lordul Kelvin a descris baza teoretică a pompei de căldură în 1852, nu a putut vedea nicio utilizare contemporană a acesteia ca dispozitiv de încălzire - ci doar pentru asigurarea răcirii în marile reședințe coloniale din India imperială. El a fost profetic în acest sens, în sensul că utilizarea pompelor de căldură în clădiri a continuat să fie dominată de aer condiționat și răcire. Milioane de aparate de aer condiționat, cilere și frigidere (adică pompe de căldură) sunt fabricate și instalate în fiecare an în întreaga lume.

Utilizarea pe scară largă a pompelor de căldură pentru încălzirea clădirilor a durat mai mult să evolueze. Timp de mulți ani, pompele de căldură pentru încălzire au fost văzute ca domeniul inginerilor excentrici care le-au construit și instalat în număr mic, în principal în Europa și SUA. În ultimii 50 de ani, tehnologia s-a perfecționat încet, până la punctul în care pompele de căldură pentru încălzirea locuințelor sunt acum tehnologie de bază în mai multe țări europene și în SUA și cresc în număr semnificativ în alte părți.

În ciuda eminenței sale în majoritatea lucrurilor termodinamice, ceea ce Lordul Kelvin probabil nu ar fi prevăzut a fost rolul pe care pompele de căldură l-ar putea juca în reducerea emisiilor de carbon. În 1851, populația lumii era de 1,1 miliarde. Astăzi a depășit 6 miliarde și se preconizează că va ajunge la 9 miliarde până în 2050. Utilizarea combustibililor fosili pentru a furniza încălzire în case și birouri este una dintre cele mai mari surse de emisii de dioxid de carbon (CO) la nivel mondial. Pompele de căldură sunt una dintre puținele tehnologii de încălzire dezvoltate, fiabile și disponibile pe scară largă care pot oferi confort termic la emisii de carbon zero sau foarte reduse. Majoritatea pompelor de căldură sunt acționate electric și pe măsură ce generatoarele reduc cantitatea de dioxid de carbon emisă ca produs secundar al producției de energie electrică, pompele de căldură vor deveni și mai eficiente din punct de vedere al carbonului în timp ce cazanele pe combustibil fosil nu poate oferi așa posibilitati. În cele din urmă, este posibil să se prevadă că pompele de căldură sunt alimentate cu energie electrică cu conținut zero de carbon.

Deși nu a fost stimularea inițială pentru utilizarea pompelor de căldură, reducerea emisiilor de carbon rezultate din încălzirea clădirilor este probabil cel mai important factor pentru utilizarea acestora în mediul actual - cu siguranță în Europa centrală. Centrul pentru pompe de căldură Agenției Internaționale pentru Energie (IEA) a recunoscut că pompele de căldură sunt una dintre cele mai importante tehnologii disponibile pe piața unică, care poate oferi reduceri mari de CO₂. În plus, pompele de căldură oferă și alte beneficii: fără emisii, fără depozitare de combustibil, fără coșuri de fum, o funcționare complet curată. În funcție de tarifele locale la combustibil, acestea pot oferi costuri reduse de încălzire.

Datorita faptului că pompele de căldură obțin cea mai mare parte a energiei termice furnizate din mediu (adică aer, apă sau sol), această utilizare semnificativă a energiei regenerabile este, de asemenea, capabilă să îndeplinească obiectivele naționale și locale în creștere pentru adoptarea sporită a căldurii regenerabile. În ultima jumătate a secolului al XX-lea, pompele de căldură pentru încălzire, în special în sectorul casnic, au evoluat de la o mică operațiune bazată pe cabane/garaje populate de entuziaști într-o activitate de masă. Astăzi, există lideri de mărci cunoscuți la nivel internațional capabili să producă zeci de mii de pompe de

căldură pentru încălzire în fiecare an - pe lângă multele sute de mii, dacă nu milioane, de pompe de căldură care sunt fabricate pentru răcire. Provocarea acum este de a pregăti suficient personal de vânzări, proiectanți, instalatori și ingineri de întreținere cu cunoștințe pentru a se asigura că aceste pompe de căldură sunt vândute, specificate, proiectate, instalate și puse în funcțiune corect. Una dintre dificultățile în dobândirea cunoștințelor necesare este lipsa unui material de referință generic, în limba română, despre pompele de căldură pentru sectorul casnic.

Marele progres teoretic al lui Kelvin a fost că el a răsturnat ideea că căldura poate curge doar în jos, adică de la cald la rece. Pompa de căldură este capabilă să colecteze căldură de calitate scăzută și să o livreze la o temperatură mai ridicată - deși utilizând o cantitate de energie importată pentru a face acest lucru. Pompele de căldură de încălzire discutate aici colectează căldură de calitate scăzută din atmosferă (aer), corpuri de apă (foraj, lacuri, râuri) sau sol. Folosind un circuit de agent frigorific, această căldură este îmbunătățită de un compresor acționat electric și poate fi apoi livrată la o temperatură utilă pentru încălzire. Pentru răcire, procesul este pur și simplu inversat: căldura la temperaturi scăzute este colectată din interiorul unei clădiri, modernizată și respinsă în atmosferă, apă sau sol. Folosind compresoare moderne și cicluri de agent frigorific în sisteme de pompe de căldură bine proiectate, este posibil să furnizeze căldură la eficiență energetică ridicată. Un sistem dimensionat corespunzător care utilizează echipamente moderne poate furniza între 2,5 și 4,5 unități de căldură (kWh) pentru fiecare unitate de energie electrică consumată (kWh). Raportul dintre aceste două numere este denumit în mod obișnuit Coeficient de performanță (COP). Trebuie să recunoaștem faptul că cantitatea de energie electrică folosită pentru a antrena pompa de căldură nu este ne semnificativă - compresoarele sunt solicitante din punct de vedere electric. Cu toate acestea, în funcție de tariful de combustibil pentru energie electrică față de combustibilii fosili, nu este neobișnuit să constatăm că pompele de căldură pot oferi costuri de funcționare mai mici decât combustibilii fosili convenționali sau sistemele de încălzire electrică directă. Evident, este nevoie de combustibil pentru a genera electricitate pentru a pune în funcțiune compresorul. Cu toate acestea, cu centralele moderne care generează la o eficiență de ~35% și o pompă de căldură cu un COP de 3,5, pompa de căldură va fi de 1,4 ori mai eficientă energetic decât un cazan pe gaz. Cu o centrală modernă cu ciclu combinat care generează la o eficiență de 45% și o pompă de căldură într-o casă nouă cu un COP de 4, pompa de căldură poate fi de două ori mai eficientă din punct de vedere energetic decât centrala. Economii de costuri vor depinde de tarifele relative la combustibil. În funcție de sursele de combustibil care sunt utilizate pentru a genera energie electrică, economiile generale de carbon pot fi foarte semnificative. Ne putem întreba de ce pompele de căldură nu sunt panaceul pentru fiecare clădire din țară. Este sigur să spunem că orice clădire nouă care este construită conform reglementărilor actuale privind clădirile este un candidat potrivit pentru o pompă de căldură. Sarcina totală de încălzire și o parte sau toată sarcina de apă caldă pot fi îndeplinite de pompele de căldură actuale. Există unele limitări locale, de exemplu în țările cu surse electrice monofazate în sectorul locuințelor, care au limite superioare privind dimensiunea compresorului care poate fi utilizat. Principala

limitare a pompelor de căldură apare pe piața de locuințe mai veche, existentă. Acest lucru se datorează faptului că pompele de căldură furnizează în prezent temperaturi maxime în intervalul 55°C până la 65°C. Sistemele traditionale de cazane pot functiona la orice temperatura între 70°C și 90°C. În clădirile slab izolate, pompele de căldură s-ar putea să nu poată oferi niveluri de confort pe tot parcursul anului dacă sunt într-adevăr necesare temperaturi atât de ridicate. În aceste situații, este încă posibil să existe sisteme de încălzire hibride sau bivalente în care pompa de căldură funcționează cât mai mult din sezonul de încălzire, iar sursa secundară răspunde cerințelor în zilele cele mai reci. Îmbunătățirea izolației, rezistența la curent și modificarea emițătorilor de căldură pentru a utiliza temperaturile de ieșire mai scăzute ale pompelor de căldură reprezintă, de asemenea, o abordare pentru clădirile mai vechi.

În contextul acestei lucrări, tipurile de pompe de căldură care sunt discutate își derivă principalul aport de căldură din aer, apă sau sol. Deși toate cele trei surse sunt utilizate ele tind să diverge în ceea ce privește productivitatea.

Pompele de căldură cu sursă de apă și sol au un avantaj tehnic de bază față de unitățile cu sursă de aer, deoarece apa are o capacitate de transport termic mult mai mare decât aerul, caracteristici de transfer de căldură mai bune și poate fi deplasată foarte eficient cu mici pompe de circulație. Astfel, pompele de căldură cu sursă de apă au fost întotdeauna foarte eficiente - doar că majoritatea clădirilor nu au avut o sursă de apă adecvată. Acolo unde există un râu, un lac sau apă de foraj, o pompă de căldură cu apă este un mijloc foarte eficient de a furniza încălzire (și/sau răcire). Cu toate acestea, o mare parte din interesul actual pentru pompele de căldură a fost generat de introducerea pompelor de căldură cu sursă la sol (sau geotermală). Din punct de vedere tehnic, acestea ar trebui denumite pompe de căldură cu buclă închisă, sursă la sol. Acestea folosesc solul din jurul (sau sub) unei clădiri ca sursă de căldură sau chiuvetă. Prin instalarea unei bucle de conducte de dimensiuni adecvate în pământ, apa poate fi circulată pentru a colecta energia regenerabilă stocată în pământ și a o livra la o pompă de căldură cu apă. Deși sunt foarte simple în concept, aceste sisteme cu buclă închisă sunt puțin mai complexe în proiectarea și funcționarea lor, deoarece temperaturile buclei sunt proiectate să se schimbe pentru a induce mișcarea căldurii prin conducție prin sol. Trebuie acordată o atenție considerabil mai mare la selectarea, proiectarea și instalarea sistemelor cu buclă închisă (geotermală sau „saramură”), în comparație cu unitățile surse de aer și apă, pentru a asigura o funcționare satisfăcătoare și eficientă.

Deși am vorbit despre utilizarea pompelor de căldură pentru încălzire și răcire, trebuie apreciat că pompele de căldură pot fi folosite și pentru generarea de apă caldă menajeră - la temperaturi variabile. Cea mai simplă modalitate de a face acest lucru poate fi să utilizați o unitate aer-apă autonomă integrată special concepută pentru acest scop, care este complet integrată cu un rezervor de apă caldă. Acestea sunt relativ noi pe piață și au ceva de făcut ca metodă comună de generare a apei calde cu pompe de căldură. Există numeroase sugestii cu privire la modul în care o pompă de căldură de încălzire ar trebui să fie configurată pentru a genera apă caldă. Multe mii de sisteme furnizează cu succes apă caldă menajeră, dar trebuie

acordată atenție utilizării rezervoarelor de dimensiuni adecvate, folosind baterii de apă caldă semnificativ mai mari sau schimbătoare de căldură cu plăci. Rezervoarele convenționale de apă caldă utilizate pentru cazane sau panouri solare nu vor funcționa satisfăcător la ieșirea la temperatură mai scăzută a pompelor de căldură. Cu pompele de căldură aer sau apă-apă, este perfect posibilă comutarea pompei de căldură în orice moment la generarea de apă caldă. În special, acest lucru permite generarea de apă caldă vara când pompa de căldură nu este folosită pentru încălzire. Instalatorii trebuie să acorde atenție codurilor și practicilor locale și naționale legate de sistemele de apă caldă menajeră, în special în ceea ce privește sistemele sub presiune.

Problematika lucrării: În condițiile în care tot mai multe țări dezvoltate pun accentul pe eficiența energetică a construcțiilor noi și pe valorificarea caracteristicilor mediului existent prin utilizarea resurselor regenerabile și a tehnologiilor noi accesibile pe piață, este necesar să se găsească soluții de implementare și în Republica Moldova.

Luând în considerare tendița de creștere continuă prețului la energie pe piață ca rezultat al liberalizării pieței de energie cât și a creșterii consumurilor, independența locuinței în fața acestor factori alături de diminuarea necesarului de consum energetic al acesteia ar putea avea pe termen lung ca rezultat o rentabilitate financiară care va amortiza diferența costurilor inițiale în echipamente costisitoare.

Scopul lucrării: În plan teoretic se propune analiza conceptului de casă eficientă energetic conform teoriilor actuale din domeniu și propunerea unei echipament modern pentru asigurarea confortului în clădire.

În plan aplicativ teza de master are ca obiectiv cercetarea problemele legate de consumul de energie al unei construcții pilot și modalități de reducere ale acestuia, modul de comportare al sistemului de încălzire cu pompă de căldură utilizată ca sursă de încălzire și compararea cu alte soluții posibile pentru asigurarea confortului în clădire.

Obiectivele generale: prin studiul realizat în teza data s-a dorit obținerea limitării creșterii consumului de energie, într-o economie convențională, găsirea unor surse alternative, ecologice, eficiente și regenerabile pentru producerea energiei necesare; eficientizarea energetică a tuturor construcțiilor, care este o măsură susținută politic în anumite țări din Europa, însă tratată superficial în Republica Moldova unde măsurile de eficientizare se limitează la anveloparea termică exterioară.

BIBLIOGRAFIE

1. Tatiana COLOMIETȚ, Andrei BÎNZARI, Iulia NEGARĂ, SISTEME DE ALIMENTARE CU CĂLDURĂ ȘI VENTILAȚIE, Indicații metodice pentru elaborarea proiectelor/lucrărilor de an, CHIȘINĂU, U.T.M., 2013.
2. NCM M.01.01:2016 Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor;
3. NCM M.01.02:2016 Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor;
4. NCM M.01.04:2016 Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul al nivelurilor optime, din punctul de vedere al costurilor, ale cerințelor minime de performanță energetică a clădirilor și a elementelor acestora;
5. SNIP 2.01.01-82 Climatologia și geofizica în construcții;
6. CP E.04.05–2006 Proiectarea Protecției Termice a Clădirilor;
7. SNIP 2.04.05–91 Încălzire, condiționare și ventilare;
8. SM EN ISO 52016-1:2018 Performanța energetică a clădirilor. Necesarul de energie pentru încălzire și răcire, temperaturi interioare și sarcini termice sensibile și latente. Partea 1: Metode de calcul;
9. SM CEN SM / EN 52016-2:2017 Performanța energetică a clădirilor. Necesități energetice pentru încălzire și răcire, temperaturile interioare și sarcinile de încălzire sensibile și latente. Partea 2: Explicarea și justificarea ISO 52016-1 și ISO 52017-1;
10. SM EN 15316-2:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 2: Spații pentru instalații de emisie (încălzirea și răcirea), module M3-5, M4-5;
11. SM EN 15316-3:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 3: Instalații de distribuție pentru spații (DHW, încălzirea și răcirea), module M3-6, M4-6, M8-6;
12. SM EN 15316-4-1:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 4 -1: Instalații de generare a căldurii pentru încălzirea spațiilor și DHW, instalații de ardere (boilere, biomasă), module M3-8-1, M8-8-1;
13. SM EN 15316-4-3:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 4 -3: Sisteme de generare a căldurii, sisteme solare termice și fotovoltaice, Module M3-8-3, M8-8-3, M11-8-3;
14. SM EN 15316-4-4:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 4 -4: Sisteme de generare a căldurii, sisteme de cogenerare integrate în clădiri, Module M8-3-4, M8-8-4, M8-11-4;
15. SM EN 15316-4-5:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 4 -5: Încălzirea și răcirea spațiilor, module M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5;
16. SM EN 15316-4-8:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentului instalației. Partea 4 -8: Instalații de generare a căldurii pentru încălzirea spațiilor, instalații de încălzire cu aer cald și prin radiații, inclusiv sobe (locale), modul M3-8-8;

17. SM EN 15316-5:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 5: Sisteme de încălzire și de stocare a apei calde menajere (fără răcire), Modulele M3-7, M8-7;
18. SM CEN/TR 16798-14:2017 Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea în clădiri. Partea 14: Interpretarea cerințelor EN 16798-13. Calculul sistemelor de răcire (modulul M4-8). Generare;
19. SM SR EN 12464-1: 2013 Lumină și iluminat. Iluminatul locurilor de muncă. Partea 1: Locuri de muncă interioare;
20. SM EN 13032-1+A1:2017 Lumină și iluminat. Măsurarea și prezentarea rezultatelor fotometrice ale lămpilor și aparatelor de iluminat. Partea 1: Măsurarea și prezentarea datelor;
21. NCM C.04.02:2017 Iluminatul natural și artificial;
22. SM EN 15232-1:2017 Performanța energetică a clădirilor. Impact al automatizării, controlului și managementului tehnic al clădirii. Module M10-4,5,6,7,8,9,10;
23. NCM C.01.03:2017 Proiectarea construcțiilor pentru instituții de învățământ general;
24. NCM E.03.02-2014 Protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor;
25. SM EN 16798-17:2017 Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea în clădiri. Partea 17: Ghid pentru inspecția sistemelor de ventilare și sistemelor de condiționare a aerului (Module M4-11, M5-11, M6-11, M7-11)
26. SM EN 15378-1:2017 Performanța energetică a clădirilor. Sisteme de încălzire și de alimentare cu apă caldă în clădiri. Partea 1: Inspecția cazanelor, sistemelor de încălzire și de alimentare cu apă caldă, Module M3-11, M8-11
27. [Principiul de functionare al pompei de caldura \(ct1.ro\)](#)