

Tratat de inginerie termică

Centrale termice urbane

PREFAȚĂ

Centralele termice reprezintă sursa principală de energie pentru prepararea agenților termici necesari asigurării condițiilor de confort pentru consumatorii din clădiri.

De-a lungul anilor centralele termice au constituit un deziderat în obținerea necesarului de căldură pentru încălzire, preparat apă caldă de consum, nevoi tehnologice etc. Ele s-au dezvoltat și reabilitat de la an la an, căutându-se obținerea de energie termică cu consumuri de energie primară cât mai redusă.

Plecând de la acest deziderat, s-a considerat necesar a pune la dispoziție specialiștilor din domeniul instalațiilor o lucrare în care să fie prezentate rolul și importanța acestor centrale termice, modul în care trebuie abordată această problemă, factorii care intervin în realizarea acestor surse de energie, într-un cuvânt ce trebuie să știm și cum trebuie să gestionăm energia termică produsă de centralele termice.

Lucrarea s-a axat în principal pe centralele termice destinate clădirilor civile, căutând să cuprindă cât mai multe probleme legate de alegerea soluțiilor corespunzătoare și a modului de realizare, cât și de metodele și metodologiile de calcul aferente acestor surse de energie. De aceea s-a dat o atenție mai mare centralelor termice cu apă caldă în detrimentul celor cu abur. Au fost tratate centralele termice cu puteri mici de 15...30 kW până la centralele termice cu puteri mari de 10...15 MW.

Pentru o mai bună urmărire a proceselor care au loc în realizarea unei centrale termice, lucrarea de față a

fost astfel concepută încât să cuprindă: soluțiile adoptate de producere a agenților termici, gospodărirea de combustibil cu procesele de ardere și evacuare a gazelor de ardere, automatizarea instalațiilor, exploatarea și întreținerea instalațiilor și o primă analiză energetică privind puterile termice și electrice din centralele termice cu apă caldă.

Astfel, în capitolele 3 și 4 sunt descrise schemele de instalații legate de modul de realizare a centralelor termice cu apă caldă, clasice și moderne, precum și centralele termice cu abur de joasă, medie și înaltă presiune. Capitolele 5, 6, 9 și 10 sunt destinate gospodăriei de combustibil, unde sunt tratate instalațiile de ardere a combustibililor clasici (lichizi, gazeși și solizi), precum și evacuarea gazelor de ardere. O atenție deosebită s-a dat echipamentului gospodăriei de combustibil, urmărindu-se în principal ca poluanții din gazele de ardere să nu polueze mediul înconjurător. Automatizarea instalațiilor din centrala termică a fost tratată în capitolul 11, fiind prezentate o serie de scheme pentru centralele termice cu apă caldă și abur.

Pentru a avea o privire de ansamblu referitoare la consumurile de energie termică și energie electrică din centralele termice modernizate, în capitolul 12 s-a făcut o analiză energetică luând în discuție 12 centrale termice reabilitate de RADET-BUCUREȘTI cu puteri termice cuprinse între 2-15MW, care prepară agenți termici pentru nevoi gospodărești.

Lucrarea se încheie cu o prezentare succintă privind exploatarea și întreținerea instalațiilor din cen-

tralele termice, insistându-se asupra problemelor legate de verificarea funcționării elementelor componente, controlul și supravegherea instalațiilor, dispecerizarea proceselor tehnice, măsuri de corectare a regimului de funcționare etc.

Modul de sistematizare și tratare a materialului, precum și conținutul însuși al lucrării, face ca aceasta să vină în sprijinul tuturor specialiștilor din domeniul instalațiilor care au în activitate probleme legate de producerea și distribuția energiei termice la consumatori.

Autorii mulțumesc anticipat tuturor celor care vor folosi această lucrare în activitatea profesională și vor fi recunoscători pentru eventualele observații privind conținutul și forma de prezentare.

Cuprins

1. Introducere 1
2. Echipamente și materiale 5
 - 2.1. Cazane 5
 - 2.2. Arzătoare 31
 - 2.3. Schimbătoare de căldură 34
 - 2.4. Pompe 37
 - 2.5. Vase de expansiune 44
 - 2.6. Butelii de amestec și egalizare a presiunilor 50
 - 2.7. Distribuitor-colector 54
 - 2.8. Contorizarea energiei termice 56
 - 2.9. Stații de tratare a apei din centrala termică 62
 - 2.10 Filtre de curățire a apei de impurități 65
 - 2.11. Supape de siguranță 68



- 2.12. Reductoare de presiune 69
- 2.13. Oale de condens 70
- 2.14. Robinete de reglare 72
- 3. Centrale termice cu apă caldă 77
- 3.1. Centrale termice clasice cu apă caldă 78
- 3.2. Centrale termice moderne cu puteri mici 88
- 3.3. Centrale termice moderne cu puteri mari 106
- 3.4. Centrale termice cu cazane cu condensare sau cu recuperatoare de căldură 131
- 3.5. Centrale termice pentru încălzire și preparat apă caldă de consum în combinație cu instalațiile solare 147
- 3.6. Centrale termice amplasate la ultimul nivel al clădirii 154
- 3.7. Influența poziției pompelor de circulație în instalațiile cu apă caldă 157
- 3.8. Racordarea cazanelor în circuitele din centralele termice 167
- 3.9. Racordarea consumatorilor la centrala termică 173
- 4. Centrale termice cu abur 179
- 4.1. Centrale termice clasice cu abur de presiune joasă 179
- 4.2. Centrale termice moderne cu abur de presiune joasă 182
- 4.3. Centrale termice cu abur de presiune medie 184
- 5. Gospodăria de combustibil 188
- 5.1. Instalații de ardere a combustibililor lichizi 188
- 5.2. Instalații de ardere a combustibililor gazoși 197
- 5.3. Instalații de ardere a combustibililor solizi 206
- 6. Evacuarea gazelor de ardere 211
- 6.1. Construcția coșurilor de fum 211
- 6.2. Construcția canalelor de fum 214
- 6.3. Racordarea cazanelor la coșul de fum cu tiraj natural 216
- 6.4. Racordarea cazanelor la coșul de fum cu tiraj forțat 219
- 7. Dimensionarea echipamentului de producere și distribuție a agenților termici dintr-o centrală termică 222
- 7.1. Puterea termică a centralei 222
- 7.2. Stabilirea numărului de cazane 223
- 7.3. Dimensionarea elementelor de siguranță 230
- 7.4. Determinarea caracteristicilor hidraulice ale pompelor 241
- 7.5. Dimensionarea dispozitivelor de distribuție a apei calde 247
- 8. Dimensionarea echipamentului dintr-o centrală termică cu abur 256
- 8.1. Dimensionarea echipamentului din centrale termice cu abur de presiune joasă 256
- 8.2. Dimensionarea echipamentului din centrale termice cu abur de presiune medie 272
- 9. Dimensionarea echipamentului gospodăriei de combustibil 276
- 9.1. Consumuri de combustibil 276
- 9.2. Dimensionarea principalelor elemente ale instalației de ardere a combustibililor lichizi ușori 307
- 9.3. Dimensionarea principalelor elemente ale instalației de ardere a combustibililor lichizi grei STAS 51 314
- 10. Dimensionarea elementelor componente ale instalațiilor de evacuare a gazelor de ardere 320
- 10.1. Dimensionarea coșului de fum cu tiraj natural 320
- 10.2. Dimensionarea canalului de fum 326
- 10.3. Dimensionarea coșului și canalului de fum cu tiraj forțat 328
- 10.4. Dimensionarea prizei de aer 329
- 10.5. Verificarea coșului de fum la condensarea vaporilor de apă din gazele de ardere 330



“CENTRALE TERMICE URBANE”

**Autori: prof. dr. ing. Mihai ILINA
conf. dr. ing. Cătălin LUNGU**

Recenzie



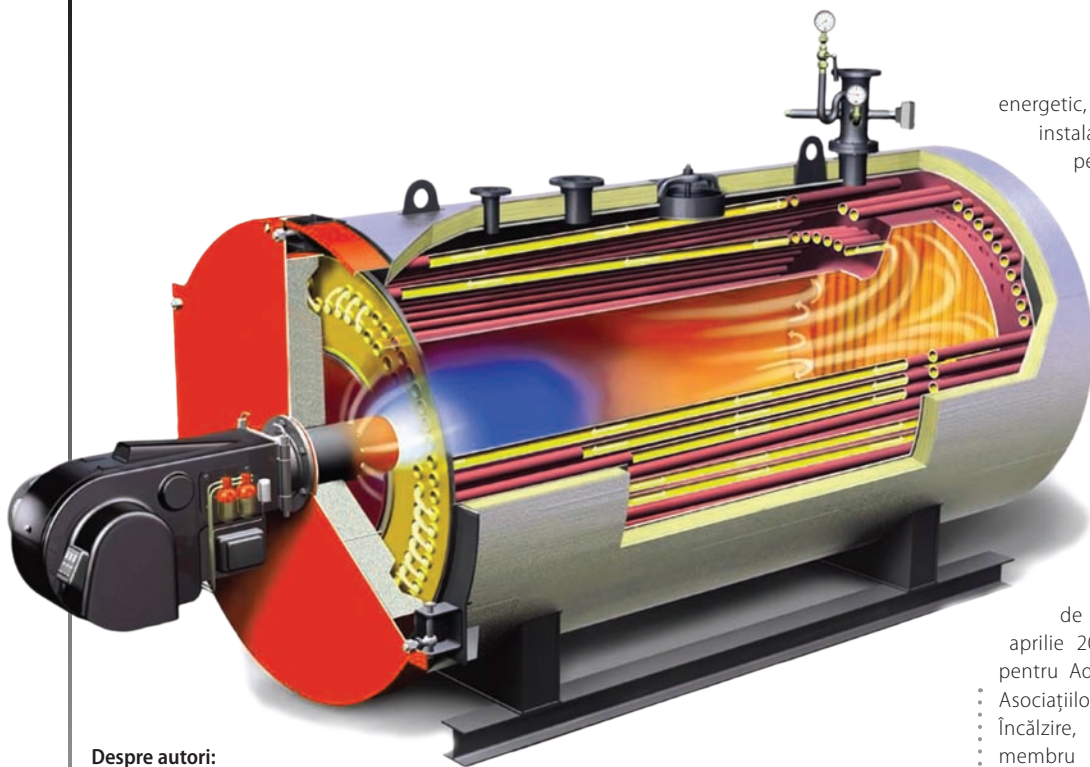
**Expert tehnic extrajudiciar
– AEXEA
Cristian CETĂȚEANU**

**Expert tehnic extrajudiciar
– AEXEA
Florin CETĂȚEANU**

- 10.6. Verificarea și redimensionarea coșului de fum la dispersia poluanților din gazele de ardere 335
- 11. Automatizarea instalațiilor din centrala termică 351
- 11.1. Elemente componente ale automatizării 351
- 11.2. Metode de conducere automată a instalațiilor din centrala termică 352
- 11.3. Metode de reglare 353
- 11.4. Scheme de automatizare a instalațiilor din centralele termice cu apă caldă 355
- 11.5. Scheme de automatizare a instalației din centralele termice cu abur 387
- 12. Analiza energetică privind puterile termice și electrice din centralele termice cu apă caldă 395
- 12.1. Puterea termică instalată într-o centrală termică 396
- 12.2. Puterea electrică într-o centrală termică 396
- 12.3. Raportul P dintre puterea electrică PE și puterea termică PT dintr-o centrală termică cu apă caldă 399
- 12.4. Studii de caz. Analiza energetică privind puterea termică și puterea electrică instalată într-o centrală termică cu apă caldă 400
- 12.5. Concluzii 414
- 13. Exploatarea și întreținerea instalațiilor din centralele termice 416
- 13.1. Atribuțiile personalului de întreținere și exploatare 417
- 13.2. Documente necesare în exploatarea centralelor termice 418
- 13.3. Verificări funcționale și de siguranță 423
- 13.4. Operațiile preliminare de punere în funcțiune a instalațiilor din centrala termică cu apă caldă 430
- 13.5. Controlul și supravegherea instalațiilor în timpul funcționării din centralele termice cu apă caldă 432
- 13.6. Măsurile de corectare a regimului de funcționare 434
- 13.7. Punerea în funcțiune, controlul și supravegherea instalațiilor din centralele termice cu abur 435
- 13.8. Dispecerizarea proceselor din centralele termice 436
- 13.9. Lucrări de întreținere 438
- 13.10. Defecțiuni și avarii 440
- 13.11. Particularități în exploatarea centralelor termice de apartament 441
- Bibliografie 452
- Recenzii în loc de postfață 454

- Prof. onor. dr. ing. DHC Liviu DUMITRESCU
- Prof. dr. ing. Adrian RETEZAN
- Cristian CETĂȚEANU & Florin CETĂȚEANU

Domeniul centralelor termice a fost destul de puțin abordat în literatura de specialitate din țara noastră. Se făcea simțită o lipsă de informații în acest domeniu, cu atât mai mult cu cât actualele prescripții ISCR aplicabile centralelor termice – în special celor cu puterea mai mică de 400 kW – se referă mai mult la relațiile pe care persoanele tehnice de specialitate trebuie să le aibă cu instituția în cauză, partea tehnică fiind mai mult sau mai puțin luată în considerare. De asemenea, era necesară o lucrare în care tematica cazanelor / arzătoarelor să fie tratată unitar, în interdependență cu celelalte componente ale unei centrale termice: pompe, schimbătoare de căldură, vase de expansiune etc. Ținând cont de cele afirmate mai sus, considerăm salutară apariția cărții “Centrale termice urbane” – carte care abordează într-un mod exhaustiv problematicile amintite. Ea tratează, pe parcursul a 13 capitole, atât echipamentele, cât și eficiența energetică și gradul de poluare a acestora – teme de referință în zilele noastre. Considerăm un punct forte al lucrării faptul că, pe lângă partea de dimensionare, sunt prezentate și scheme practice de funcționare ale cazanelor (de ex. funcționarea cazanelor împreună cu instalații solare etc.). Tot la capitolul plusuri considerăm că se află și abordarea modernă a capitolului referitor la evacuarea gazelor de ardere, acesta cu atât mai mult cu cât, din păcate, în viața reală, coșurile de fum sunt neglijate aproape complet de către proiectanți / executanți, fiind privite ca o a cincea roată la căruță. De asemenea, raportarea la cele mai noi standarde, prescripții și normative tehnice întregeste valoarea acestei cărți. Autorii, prof. dr. ing. Mihai ILINA și conf. dr. ing. Cătălin LUNGU, oferă cititorului un util instrument de lucru pentru proiectarea, exploatarea și întreținerea centralelor termice. Lucrarea trebuie să-și găsească un binemeritat loc pe birourile specialiștilor în domeniul centralelor termice, al proiectanților și al studenților.



Despre autori:



Prof. dr. ing. Mihai Ilina este profesor universitar la Facultatea de Inginerie a Instalațiilor din cadrul Universității Tehnice de Construcții București (cadru didactic din 1955, fiind absolvent al primei promoții de

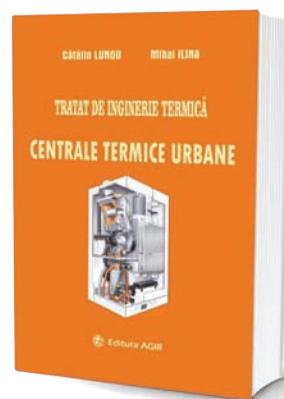
ingineri de instalații din România). În cei peste 55 de ani de la absolvirea Facultății și până în prezent a desfășurat o activitate prolifică atât didactică cât și de cercetare-proiectare. Între anii 1974 -1977 a fost cooperant în Algeria, ocazie cu care a înființat Filiera de instalații din cadrul Universității din Constantin. De asemenea în această perioadă a desfășurat și o activitate de proiectare-cercetare în domeniul instalațiilor, elaborând în special lucrări care vizau utilizarea energiei solare în instalații. A elaborat materiale didactice pentru studenți și pentru specialiștii care lucrează în domeniul instalațiilor. A elaborat peste 250 de lucrări de cercetare, proiectare sau asistență tehnică, tematica axându-se în principal pe reabilitarea sistemelor de instalații termice din clădirile civile și industriale, introducerea de sisteme noi de producere de agenți termici, reabilitarea și modernizarea centralelor termice urbane etc. Experiența vastă dobândită din aceste lucrări este completată de verificări și expertize tehnice ale proiectelor pentru diverse obiective civile executate în România. Din anul 1994 a primit dreptul de a conduce doctorate în domeniul instalațiilor pentru clădiri civile. Este președinte AIIR-Filiala Valahia din 1990. A fost consilier cu probleme de instalații termice la RADET- București, ICPSB-București, ENERGICO etc. A primit o serie de Diplome de Excelență de la Filialele AIIR precum și de la AIIR-Romania. A fost decorat în anul 2007 cu Ordinul "Meritul pentru învățământ, în Grad de Comandor" acordat de Președintele României.



Conf. univ. dr. ing. Cătălin Lungu a terminat studiile universitare în 1995 (diploma de inginer), respectiv în 1996 a devenit master of science. După un an (1995-1996) petrecut la ISPE (institutul

de studii și proiectări energetice, Cătălin Lungu a devenit cadru didactic și discipol al profesorului universitar dr.ing. Mihai Ilina, la Facultatea de Inginerie a Instalațiilor din cadrul Universității Tehnice de Construcții București. În 2000 a absolvit și Academia de Studii Economice-Facultatea de Relații Economice Internaționale. A efectuat stagii de pregătire profesională în Franța (1994, 1998-2002) și China (2002) în vederea documentării pentru teza doctorală și a urmat numeroase cursuri naționale și internaționale de pregătire pentru specializare în diverse domenii complementare activității universitare. Calitatea de doctor inginer a căpătat-o în 2004 când a prezentat teza "Optimizarea energetică și economică a unui sistem de condiționare a aerului utilizând o instalație frigorifică cu absorbție alimentată cu gaze naturale" sub îndrumarea profesorului universitar dr.ing. Dragoș HERA. Este membru ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) din 2005. Începând cu anul 2006 este coordonatorul Cursului de Pregătire a Auditorilor Energetici pentru Clădiri organizat de AIIR-Filiala Valahia, iar din anul 2009 este organizator principal al Conferinței Internaționale RCEPB "Performanța energetică a clădirilor și instalațiilor aferente" organizată de AIIR în cooperare cu Universitatea Tehnică de Construcții din București (UTCB). Are o vastă experiență în domeniile auditului

energetic, proiectării, consultanței și expertizei instalațiilor termice. Este verificator tehnic pentru instalații termice și sanitare și expert tehnic pentru instalații termice, auditor energetic gradul I și membru al Comisiei MDRAP nr. 1 de Atestare a auditorilor energetici. În martie 2011 a devenit operator de termografie gradul I. Din 2012 Cătălin Lungu este președinte al Filialei Valahia a Asociației Inginerilor de Instalații din România (AIIR) și membru al Senatului UTCB. Din ianuarie 2013 a dobândit calitatea de evaluator BREEAM pentru clădiri verzi precum și autorizarea ISCIR pentru desfășurarea activității de RADTI-RADTP-RADTA IP. Din aprilie 2013 a devenit reprezentantul AIIR pentru Adunările Generale REHVA (Federația Asociațiilor Europene pentru Instalații de Încălzire, Ventilare și Aer Condiționat) și membru al Consiliului Științific CNR-CME-grupa 17 Energia în Construcții. Are o bogată activitate științifică și publicistică (peste 40 de articole), fiind unul dintre autorii Enciclopediei de Instalații (Manualul de Instalații de Încălzire), Ediția a II-a. Este co-autor al renumitei cărți "100 de probleme practice de instalații de încălzire" apărută în 2005 sub codul ISBN 973-685-950-9. Este de asemenea co-autor al Metodologiei de calcul al performanței energetice a clădirilor Mc001/2006 și al Normativelor I5/2011 (instalații de ventilare și climatizare) și I13/2013 (instalații de încălzire). Totodată activează ca manager general al companiei VITASTAL CONSULTING specializată în servicii de consultanță și proiectare pentru instalații termice, sanitare, electrice. În această calitate a condus peste 20 de proiecte importante de instalații termice și climatizare și peste 500 de proiecte de reabilitare termică și mai mult de 1000 de audituri energetice pentru clădiri civile.



Cartea se poate cumpăra direct de la sediul AIIR Filiala Valahia din B-dul Pache Protopopescu nr. 66, s2, Laboratorul de Instalații din cadrul Facultății de Ingineria Instalațiilor, biroul dlui conf. univ.dr.ing. Cătălin LUNGU sau prin comandă email office@aiiro.ro și plata ramburs.