

Nr. 2/2018



ANUL XL

ASOCIAȚIA INGINERILOR DE INSTALAȚII DIN ROMÂNIA

REVISTA DE INSTALAȚII

sanitare, încălzire, ventilare, climatizare, frig, electrice, gaze

**Partenerul de încredere în
mentenanța clădirilor**

www.testo.ro



Technical University
of Civil Engineering (UTCB)



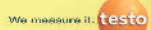
Romanian Association of
Building Services Engineers
Valahia Subsidiary (AIIR)



Romanian Chamber of
Energy Auditors (OAER)

7-10 June 2018

SPONSORS



SUPPORTED BY

REHVA



INNOVATIVE AND CLEAN SOLUTIONS FOR THE BUILT ENVIRONMENT

KEYNOTE SPEAKERS



Andy LEWRY
United Kingdom
BREEM at Building Research
Establishment (BRE)



Christian INARD
France
University of La Rochelle



Francesca Romana
D'AMBROSIO
Italy
University of Salerno



Jaap HOGELING
Netherlands
International projects and
standards at ISO



Manuel Gameiro
DA SILVA
Portugal
REHVA



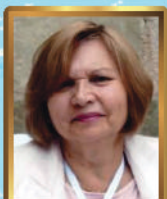
Karel KABELE
Czech Republic
Technical University in Prague



Yves FAUTRELLE
France
Grenoble Institute of Technology



Tuba Bingol
ALTIOK
Turkey
IKLIM LTD



Iolanda COLD
Romania
OAER



Catalin LUNGU
Romania
Romanian Association of
Building Services Engineers



Șerban DANCIU
Romania
EPIE



Horia PETRAN
Romania
URBAN-INCERC



Raluca TEODOSIU
Romania
Technical University of Civil
Engineering of Bucharest



Ioan Silviu DOBOSI
Romania
Romanian Association of
Building Services Engineers

FREE ACCESS FOR : AIIR / OAER MEMBERS & ROMANIAN STUDENTS

Venue: Faculty of Building Services Engineering, Bucharest ROMANIA

Registration: office@rcepb.ro, tel/fax + 40 21 252 42 95, www.rcepb.ro, www.aiiro.ro, www.instalatii.utcb.ro

**ASOCIAȚIA INGINERILOR DE
INSTALAȚII DIN ROMÂNIA - AIIR**

FACULTATEA DE INGINERIE A
INSTALAȚIILOR
Bd. Pache Protopopescu nr. 66
sector 2, București, România
tel.: 0722 35 12 95
email: liviuddumitrescu@gmail.com

I.S.S.N. 2457 - 7456
I.S.S.N. -L 2457 - 7456

EDITOR:
MATRIX ROM

C.P. 16 - 162
062510 - BUCUREȘTI
tel.: 0214 113 617,
fax: 0214 114 280

REDACTOR ȘEF:
Președinte de onoare AIIR
Acad. prof. onor. dr. ing. d.h.c.
LIVIU DUMITRESCU

REDACTOR ȘEF ADJUNCT:
ing. CEZAR RIZZOLI

RECENZORI ȘTIINȚIFICI:
Prof.dr.ing. ADRIAN RETEZAN
Prof.dr.ing. GHEORGHE BADEA
Prof.dr.ing. MIHAI ILINA
Prof.dr.ing. THEODOR MATEESCU

DIRECTOR DE MARKETING
MIHAI MATEESCU

TEHNOREDACTARE COMPUTERIZATĂ
CRISTINA CHIVĂRAN

GRAFICĂ COMPUTERIZATĂ
MIHAI CHIVĂRAN

CUPRINS

EVENIMENT

- 4 Cea de a XXVII-A ediție A Conferinței
„INSTALAȚII PENTRU CONSTRUCȚII ȘI CONFORTUL
AMBIENTAL”



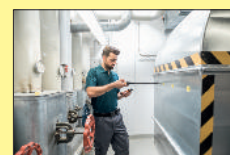
MĂSURARE ȘI TESTARE

- 8 Testo: partenerul de încredere pentru mentenanța clădirilor



PROFIL DE FIRMĂ

- 10 Compania ACI Cluj S.A., premiată la Cannes și în Dubai
pentru activitatea deosebită desfășurată în domeniul
executării lucrărilor de construcții și instalații



SANITARE

- 12 Recircularea apei calde de consum în soluții locale



SOLUȚII TEHNICE

- 17 Making heat pump-assisted dryers workable and
performant



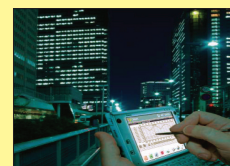
VENTILARE-CLIMATIZARE

- 23 Qatarul în plină dezvoltare. Prescripții
Studiu de caz



TERMOGRAFIE

- 27 Stabilirea performanțelor termice ale clădirilor prin metode
experimentale. Despre termografia în infraroșu



EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

- 34 Selectarea celor mai indicate strategii de proiectare pentru
clădiri tip "NZB" & biologic active

EVENIMENT

Cea de a XXVII-A ediție A Conferinței „INSTALAȚII PENTRU CONSTRUCȚII ȘI CONFORTUL AMBIENTAL”

Timișoara 22 – 23 martie 2018

Prof. Em. dr. ing. Adrian Retezan, Președinte de Onoare al Filialei AIIR Banat Timișoara

La 37h 45min de la echinocțiul de primăvară, la Timișoara a avut loc deschiderea celei de a XXVII-a conferință „Instalații pentru Construcții și Confortul Ambiental” într-o atmosferă de iarnă (zăpadă de peste 20 cm) care a urmat unei ierni - începutul lui martie cu temperaturi peste +15°C). Vicisitudinile vremii nu au împiedicat specialiștii/invitații din Italia, Serbia, Slovenia, Ungaria, precum și din București, Cluj-Napoca, Iași, Brașov, Arad, Reșița, Deva, Hunedoara, Jimbolia, Sibiu și bineînțeles Timișoara (studenții sunt considerați timișoreni) să fie prezenți, la începutul primăverii astronomice când, pe lângă reînvierea naturii și AIIR își demonstrează forța și vitalitatea.

În cele două zile - 22 & 23 martie 2018 - celor 92 participanți s-a pus la dispoziție, pe lângă programul conferinței, și volumul de lucrări apărut în Editura MATRIX-ROM (462 pag., 39 lucrări la care și-au adus contribuția 91 autori).

Conferința ICCA a fost organizată de AIIR filiala Banat-Timișoara, Universitatea Politehnică Timișoara, Facultatea de Construcții - Departamentul de Construcții Civile și Instalații, REHVA, Danube ASHRAE Chapter, Centrul de Cercetare în Instalații pentru Construcții și filialele SIEAR, AFCR din Timișoara, sub egida Academiei Române - filiala Timișoara.

Amfiteatrul „Constantin Avram” al facultății de Construcții din Timișoara a fost locul de desfășurare al primei zile a conferinței.

La ora 9:30 dr. ing. Ioan Silviu DOBOȘI, președintele AIIR filiala Banat - Timișoara, a deschis lucrările celei de a XXVIII-a Ediții A Conferinței „Instalații pentru Construcții și Confortul Ambiental”, salutând și urându-le participanților o activitate fructuoasă pe parcursul conferinței. De asemenea, a mulțumit sponsorilor pentru participare și a transmis salutul acad. Păun OTIMAN și acad. Dan DUBINĂ adresat conferinței și participanților. A prezentat membrii din prezidiu dându-le apoi cuvântul.



Prof. emerit Adrian RETEZAN a felicitat și mulțumit participanților care au inclus conferința AIIR în programul personal, au elaborat lucrări și pregătit prezentări. A marcat importanța și rolul instalațiilor pentru construcții în contextul schimbărilor climatice (în mijlocul cărora se

desfășoară conferința) în cooperare cu inginerii structuriști și arhitecții, urmărind asigurarea confortului ambiental (rațional), economia de energie (rațională) și protecția mediului (reală).



Prof. dr. ing. Daniel DAN, prorector al UPTimișoara, a salutat participanții și a subliniat participarea internațională ca exemplu de colaborare și prietenie, remarcând atmosfera cordială („ca acasă”) statornicită la conferința timișoreană. A menționat și faptul că profesorul Branislav Todorovic este Doctor Honoris Causa și că profesorul Stefano Corgnati este profesor asociat al UPTimișoara (pe care l-a felicitat public pentru recenta realegere ca prorector). De asemenea, a adus în discuție situația precară a construcțiilor (și a instalațiilor aferente) din România de astăzi, datorată politicilor aplicate de stat/guvern, în contrast cu eforturile învățământului superior și al antreprenoriatelor, care urmăresc dezvoltarea durabilă a societății

EVENIMENT

și ridicarea nivelului de cunoaștere prin educație.

Prodecanul facultății de Construcții, prof. dr. ing. Sorin HERBAN, în cuvântul său, a remarcat ca lăudabilă continuitatea conferințelor de instalații, ale căror lucrări reflectă o muncă de cercetare rodnică. A adresat salutări tuturor participanților din țară și străinătate.

În dublă calitate, de președinte al AIIR și de decan al Facultății de Inginerie a Instalațiilor, prof. dr. ing. Sorin BURCHIU și-a exprimat mulțumirea și onoarea de a participa la conferința ICCA la cea de a XXVIII-a ediție. A insistat asupra tradiției învățământului de instalații și a colaborării cu asociațiile profesionale din domeniu, tradiții care, însă, nu asigură continuitatea colaborării. A amintit de inițiativa/dorința de formare a „clusterului construcțiilor”, la finalizarea căruia se lucrează, precum și acțiunile pentru reușita Congresului „Clima 2019”, acțiuni care speră să fie încununate de succes. Urând succes conferinței, a remarcat rolul celor tineri și cerința atragerii acestora în munca de asociație.

Dr. ing. Ioan-Silviu Doboși, după prezentarea celor implicați în organizarea conferinței, menționând și mulțumind și sponsorilor, a invitat la cuvânt în deschiderea conferinței participanții. Au transmis gânduri următorii:

- prof. dr. ing. Stefano CORGNATI care a menționat colaborează cu AIIR, direct și prin REHVA (al cărei președinte este), precum cooperarea academică cu politehnica timișoreană. A menționat și caracterizat complexitatea și importanța problemelor pendinte de confortul ambiental;



- prof. dr. ing. Stan FOTA, președinte al filialei AIIR Transilvania - Brașov, a adresat salutul personal al facultății și asociației profesionale a instalatorilor din Brașov, a dorit succes conferinței și întărirea AIIRomânia;

- conf. dr. ing. Vasile CIOCAN, decan al facultății de Construcții și Instalații din Iași și președinte al filialei AIIR Moldova - Iași, a felicitat și mulțumit organizatorilor conferinței pentru pregătiri și a transmis salutul colegial al cadrelor didactice ieșene, precum și gândurile de bine și urările Domnului prof. dr. ing. Theodor MATEESCU - președinte de onoare al - filiala AIIR Moldova - Iași;

- conf. dr. ing. Eugen VITAN, vicepreședinte al AIIR a adresat salutări și succes conferinței și tuturor, succes în „bătălia” cu facebook-ul și întărirea rolului facultăților;

- Ș.I. dr. ing. Dan MUREȘAN, vicepreședinte al Filialei AIIR Transilvania - Cluj-Napoca, a transmis salutările din partea corpului didactic al facultății Clujene și invitația de participare la conferința din mai a.c. de la Cluj;

- Conf. dr. ing. Cătălin LUNGU, președinte al Filialei AIIR Valahia - București și prodecan al facultății de Inginerie a Instalațiilor, a remarcat că ceea ce noi (specialiștii) vorbim/realizăm oficialitățile „nu aud” lucru care trebuie să ne mobilizeze în a ne face treaba „cum trebuie” având în „spate” experiența a 70 de ani de activitate universitară și peste 50 de ani de asociație profesională.



În calitate de președinte al Comitetului de Organizare CLIMA 2019 al Congresului REHVA a adus la cunoștință câteva noutăți (ca de exemplu):

- numărul participanților estimați, cca. 1000,
- locul de desfășurare: Biblioteca Națională a României (schimbarea se datorează BREXITului, care a decalat cu 1/2 an președenția UE a României),
- la București vor apărea noutăți structurale/organizatorice (cum ar fi: expoziție de profil, participarea urbanștilor - specializare distinctă pentru arhitectură, aplicații informatice, abordarea mai selectivă a modului de publicare al lucrărilor științifice etc.).

Lucrările conferinței s-au desfășurat după următorul program:

- joi 22.03. a.c. în amfiteatrul „Constantin Avram” al facultății de Construcții în intervalele de timp 11:00 - 13:00 și 15:00 - 18:40 (12 lucrări);

- vineri 23.03. a.c. în amfiteatrul „K1” al Bibliotecii Centrale a UPT între 9:30 și 12:45 (6 lucrări).

Lucrările prezentate, generic ar putea fi încadrate în trei categorii:

- a) fundamente teoretice - patru lucrări - care au abordat tematici legate de viitorul și drumul instalațiilor (5 prezentări),

- b) metode și rezultate obținute în activitatea practică de cercetare și proiectare (10 referate),

EVENIMENT



c) performanțe tehnice obținute de firme de specialitate în asigurarea de echipamente și instalații (3 referate).

Titlurile și autorii referatelor sunt prezentate, în succesiunea din conferință, în cele de urmează.

- Prof.dr.ing. D.H.C. Branislav TODOROVIC – University of Belgrade - **Câteva gânduri aduse de acest sfârșit de secol privind stilul și condițiile de viață din interiorul și exteriorul sectorului construcții.**

- Prof.dr.ing. Sorin BURCHIU – președinte AIIR - **Atingerea obiectivelor privind pregătirea continuă în inginerie în România - problemă simplă sau complexă?**

- Prof. dr. ing. Stefano CORGNATI – Politecnico di Torino - **Clădiri de mare performanță și digitalizarea.**

- Conf.dr.ing. Cătălin LUNGU, UTCB & Conf.dr.ing. Silvana BRATA UPT - **Evaluarea performanței energetice a clădirilor și certificatul energetic.**

- Mircea DOMȘA – Director de vânzări Viessmann - **Performanțe tehnice Viessmann – pompe de căldură și panouri solare.**

- Conf.dr.ing. Nicolae IORDAN, Universitatea Transilvania Brașov - **Apele pluviale, astăzi, din izvor de dezastre în valoare recuperată.**

- Prof.dr.ing. Zoltan MAGYAR – UTE Budapesta - **Reabilitarea unei clădiri istorice din Budapesta.**

- Prof.dr.ing. Maria TODOROVIC – CEO vea-invi.ltd,



Belgrade - **De la ireversibilitate la sustenabilitate combinând recuperarea energiei și re folosirea geo-ecologică.**

- Nenad B. MILORADOVIC - PUC Beograd elektrane, Serbia – **Cercetări privind aplicarea încălzirii solare în centrala termică Cerak din Belgrad.**

- Conf.dr.ing. Victoria COTOROBAI & Conf.dr.ing. Vasilică CIOCAN - UT „Gh. Asachi” Iași – **Posibile soluții de control al CO₂ la nivelul clădirilor.**

- Marian COROIU – Director Flakt Group – **Camere curate.**

- Prof.dr. fiz. Liviu Alexandru SOFONEA, – președinte CRIFST filiala Transilvania & Conf.dr.ing. Victoria COTOROBAI - UT „Gh. Asachi” Iași – **Sisteme tehnice cu instalații relevante, strategice, care au funcționat în anii primului război mondial: Caus – Exemple din Banat și Transilvania.**



- Liviu DRUGHEAN, Alexandru ȘERBAN, Florea CHIRIAC, Anica ILIE, Rodica DUMITRESCU – UTC București – **Cercetări românești în domeniul refrigerării și a aerului condiționat.**

- dr. Tamara S. Bajc, University of Belgrade, Serbia – **Calitatea aerului interior în școli.**

- Drd.ing. Andras BALASZ – U.T.E. Budapesta – **Măsurători pe subiectul uman în cercetările confortului.**

- Drd.ing. Szilvester-Zoltan GEYER-EHRENBURG – UP Timișoara – **ACM – confort și igienă sau costul funcționării.**

- Vlad IVAN, Hilti România – **Proiectarea sistemelor de instalații cu soluții Hilti în zone seismice.**

- Prof.dr.ing. Peter NOVAK – FTS, Novo Mesto, Slovenia – **Sisteme energetice pentru mâine – rolul exergiei.**

Discuțiile pe marginea celor prezentate au continuat și în pauzele conferinței și (cu siguranță că) după conferință.

În încheierea conferinței, prof. em. Adrian RETEZAN a mulțumit tuturor celor care au muncit pentru redactarea de lucrări și prezentarea de referate, exprimând convingerea că munca domniilor lor a fost utilă, valoroasă, prezentând borne/jaloane pentru viitoarea activitate a specialiștilor formați și/ sau în formare.

EVENIMENT



De asemenea, Dr. ing. Ioan-Silviu DOBOȘI, președintele AIIR - filiala Banat - Timișoara apreciind calitatea științifico-profesională a conferinței, a mulțumit tuturor participanților și organizatorilor, precum și sponsorilor:

- S.C. DOSETIMPEX S.R.L. Timișoara,
- S.C. DARO PROIECT S.R.L. Timișoara,
- S.C. DEMARK CONSTRUCT S.R.L. Timișoara,
- S.C. SOMIAL CONSTRUCT S.R.L. Dumbrăvița,
- S.C. COLTERM S.A. Timișoara,

- S.C. AQUA VEST S.R.L. Arad,
- S.C. AQUATIM S.A. Timișoara,
- GRUNDFOS,
- WILO,
- VIESSMANN,
- HILTI,
- DENCO HAPPEL - FläktGroup,
- MATRIX - ROM.

Reușita conferinței a fost pusă pe seama muncii și acțiunilor tuturor celor menționați.

De menționat desfășurarea a încă două acțiuni de importanță majoră, în continuarea conferinței:

I. Întâlnirea informală a Comitetului Director al UPT cu tema „**Locul și rolul școlii de construcții și al activităților profesionale în viața țării**” (din care a rezultat importanța și necesitatea acestor dezbateri; „obligativitatea” asocierii tuturor profilurilor; atragerea de forță de muncă și personal tehnic prin reducerea/eliminarea unor taxe/ impozite etc.).

II. Danube ASHRAE CHAPTER MEETING, unde studenți/masteranzi din România, Serbia și Ungaria au prezentat referate tehnice și s-au desfășurat alegeri pentru noul organism de conducere; president - Dr. ing. Ioan-Silviu DOBOȘI (România), president elect - Peter NOVAK (Slovenia).



Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress
26 - 29 May, Bucharest, Romania



Built environment facing climate change



YouTube



www.clima2019.org



Testo: partenerul de încredere pentru mentenanța clădirilor



Costurile de operare, confortul utilizatorilor sau consumul de energie sunt doar câteva aspecte de care trebuie să țină cont persoanele sau societățile care se ocupă cu administrarea clădirilor. În plus, acestea trebuie să sporească eficiența sistemelor și proceselor de încălzire sau răcire. Dar cum se poate realiza acest lucru?

Atunci când sistemele frigorifice, cele de aer condiționat, de ventilație și de încălzire ce intră în componența unei clădiri sunt ajustate în mod optim și monitorizate periodic, ele pot fi exploatate la potențial maxim. De asemenea, mentenanța preventivă pentru instalațiile electrice și panourile de siguranță reduce la minim căderile de tensiune și asigură buna funcționare a

sistemelor electrice. Creșterea eficienței în funcționare înseamnă economisirea timpului și a costurilor. Acesta este motivul pentru care profesioniștii utilizează instrumente fiabile cu tehnologii moderne.

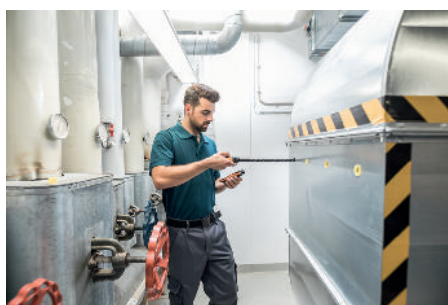
La Testo, nu veți găsi doar tehnologie precisă de măsurare pentru a asigura funcționarea eficientă a instalațiilor din clădiri. Serviciile complete, ce includ consultanță profesională la alegerea unei soluții de măsurare adecvate, organizarea de seminarii și conferințe pe diverse teme, deținerea unui departament de service competent pentru echipamente precum și serviciile de calibrare sau etalonare oferite fac ca Testo să fie un partener puternic pentru administratorii de clădiri.

MĂSURARE ȘI TESTARE



Asigurați calitatea aerului din încăperi și confortul ambiental

Instrumentele pentru măsurarea temperaturii, umidității relative, iluminării și nivelului de zgomot produse de Testo asigură o atmosferă de lucru plăcută. Cu instrumentul multifuncțional testo 480 evaluați confortul ambiental în mod obiectiv și determinați valorile indicilor PMV/PPD. Înregistratoarele de date furnizează informații cu privire la cauzele apariției mușcăiului, cum ar fi ventilația necorespunzătoare.



Reglați eficient sistemele de ventilație

Doar atunci când sistemele de admisie și refulare a aerului sunt reglate corespunzător instalațiile pot funcționa la capacitate maximă. La Testo, nu veți găsi doar instrumente și sonde pentru măsurarea în tubulaturi de ventilație, dar și balometre și pâlnii pentru măsurarea cu precizie a debitelor de aer la grilele de ventilație. Instrumentul multifuncțional testo 480 vă ghidează la măsurarea în rețea a sistemelor VAC, conform standardelor din domeniu.



Verificați rapid și sigur sistemele de încălzire

Analizările de gaze de ardere sunt indispensabile pentru punerea în funcțiune și verificarea tehnică periodică a sistemelor de încălzire. Cu instrumentele pentru măsurarea temperaturii agentului termic pe tur și retur și a presiunii diferențiale, puteți garanta buna funcționare a sistemului de încălzire și puteți scădea consumul resurselor de energie necesară pentru exploatarea instalației. Detectoarele pentru scurgeri de gaz natural identifică chiar și cele mai mici scăpări și astfel puteți preveni eventualele incidente cu minim de efort.



Testați instalațiile electrice

Cu ajutorul cleștelui ampermetric testo 770, multimetrului digital testo 760 și a altor instrumente pentru măsurarea parametrilor electrice de la Testo, puteți testa conexiunile electrice cu ușurință și în condiții de siguranță. Camerele de termoviziune testo 871 și testo 872 vă permit vizualizarea supraîncălzirilor fără a intra în contact direct cu obiectul măsurat și astfel sunt evitate perioadele de nefuncționare sau accidentele nedorite.



Reglați corespunzător sistemele de refrigerare

Un sistem de refrigerare și climatizare implică un cost al consumului de electricitate de cinci până la zece ori mai mare decât investiția. Acest lucru înseamnă că sistemele de climatizare reglate și monitorizate în mod corespunzător pot duce la economii de bani și resurse. Cu manifoldurile digitale conectate la aplicația pentru mobil testo Refrigeration App, activitățile la sistemele de refrigerare sunt mai ușoare decât niciodată. Iar pentru testarea rapidă, fără furtunuri, sunt disponibile sondele inteligente pentru presiune. Cu această aplicație puteți crea și trimite rapoarte personalizate printr-o simplă atingere.

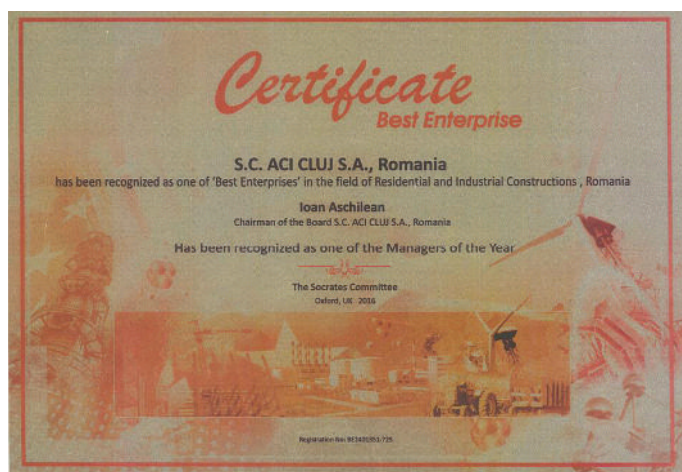
Contactați-ne la numărul de telefon +40 264 202 170 sau la adresa de email info@testo.ro iar specialiștii noștri vă vor sta la dispoziție pentru suport tehnic sau ofertare.

PROFIL DE FIRMĂ

Compania ACI Cluj S.A., premiată la Cannes și în Dubai pentru activitatea deosebită desfășurată în domeniul executării lucrărilor de construcții și instalații

Dr. Ing. Ioan Așchilean, Președintele Consiliului de Administrație S.C. ACI Cluj S.A.,
Vicepreședinte al Consiliului Director AIIR,
Președinte al Filialei AIIR Transilvania

În cursul anului 2016, Compania ACI Cluj S.A. a fost premiată la Cannes de către Europe Business Assembly of Oxford (EBA), pentru activitatea desfășurată în domeniul construcțiilor industriale și rezidențiale din România. În cadrul aceleiași ceremonii, președintele Consiliului de Administrație Dr. ing. Ioan Așchilean, a primit premiul Managerul anului, din partea Comitetului „Socrates”, Oxford.



Europe Business Assembly of Oxford, a acordat S.C. ACI Cluj S.A. LICENȚA pentru CEA MAI BUNĂ ANTREPRIZĂ, valabilă până la data de 04.10.2021.

Pentru activitatea desfășurată de S.C. ACI Cluj SA, aceasta a câștigat Premiul The Bizz 2017, acordat de Confederația Mondială a Afacerilor (WORLD COB). Premiul BIZZ 2017, se acordă celor mai importante companii pentru excelența lor în afaceri și a fost înmănat Președintelui Consiliului de Administrație S.C. ACI Cluj S.A. Dr. ing. Ioan Așchilean în cadrul unei ceremonii ce a avut loc la hotel Janah Burj Al Sarab, Dubai.

S.C. ACI Cluj S.A. are o activitate de peste 65 de ani în domeniul construcțiilor, perioadă în care a executat lucrări de construcții și instalații pentru clădiri civile și industriale, lucrări de construcții hidrotehnice, restaurare și reabilitarea de clădiri civile.

Trebuie menționate, finalizarea lucrărilor stadionului Ion Oblemenco din Craiova, cu o capacitate de 30.000 de locuri și a stadionului din Târgu Jiu, cu o capacitate de



PROFIL DE FIRMĂ



13.000 de locuri și începerea lucrărilor la Ansamblul ACI Residence din Cluj-Napoca, care cuprinde 174 de apartamente.

Din activitatea S.C. ACI Cluj S.A. mai trebuie menționate și lucrările de la Macromex Edenia Distribution Center, un mare depozit de produse congelate, clădirea Facultății de Științe Economice și Gestiunea Afacerilor a universității Babes Bolyai din Cluj-Napoca, restaurarea Parcului Central și a clădirii Cazino din Cluj-Napoca, restaurarea Salinei Turda, construcția sediului central BRD Societate Generale din Cluj-Napoca precum și restaurarea sediului central al Băncii Naționale Române din Cluj Napoca.

Sediul principal al companiei ACI CLUJ SA se găsește în Cluj-Napoca, Județul Cluj, România, însă firma dispune și de un sediu în Dusseldorf, Germania, pentru lucrările desfășurate internațional.

Compania deține o bază de producție industrială în Cluj-Napoca, bază alcătuită din: o fabrică de structuri metalice, o fabrică de prefabricate, două stații de betoane, din care una este mobilă și un laborator pentru încercări în construcții.



ACI CLUJ S.A.



The way to build on!

Calea Dorobanților nr. 70, Cluj-Napoca, Tel.: 0264-405202, Fax: 0264-412412, www.acicluj.com

Recircularea apei calde de consum în soluții locale

Th. Mateescu, A. Baran, I. Cazacu, R. Luciu

1. Necesitatea instalațiilor de recirculare

În condițiile standardelor contemporane de civilizație, dotarea clădirilor cu instalații de alimentare cu apă caldă reprezintă o măsură necesară atât din punct de vedere sanitar cât și al confortului locativ.

Evoluția tehnologiei și conjuncturile energetice ridică probleme conceptuale deosebite în vederea satisfacerii cerințelor obligatorii pentru servirea optimă a consumatorilor, respectiv promptitudinea, continuitatea și stabilitatea furnizării produsului în limite raționale de asigurare și de eficiență energetică și economică.

Satisfacerea cerințelor de apă caldă sanitară depinde de trei parametri – temperatură, debit instantaneu și cantități disponibile – iar valorile considerate acceptabile depind la rândul lor de ponderea acestor cerințe în contextul social – nivel de viață și educativ – precum și de nivelul de dotare și de starea echipamentelor disponibile.

Din acest punct de vedere, o importanță deosebită prezintă instalațiile de recirculare a apei calde de consum, cu rol principal de asigurare promptă a temperaturii cerute la consumator. Lipsa acestor instalații generează pe lângă disconfort și importante pierderi de energie și de resurse.

În România situația este caracteristică pentru ansamblurile urbane construite înainte de anul 1990, alimentate cu căldură și cu apă caldă de consum în sistem centralizat, prin intermediul unor stații termice – centrale sau puncte termice – dimensionate, fiecare, pentru servirea a câte 300/400 – 1000/1200 apartamente în clădiri comune de locuit, cu regimuri de înălțime de P+4E până la 4+10/12E.

Distanțele mari de transport și consumul intermitent de apă caldă, cu întreruperi semnificate în perioadele de noapte determină, în mod inevitabil, răcirea apei în instalații și întâzieri în asigurarea parametrilor calitativi/temperaturii cerute la prima folosință după reluarea consumului, cu toate consecințele implicate – disconfort și costuri suplimentare de exploatare.

2. Soluții funcțional – constructive

În imposibilitatea corectării întregului sistem au fost analizate și se propun soluții tehnice pentru eliminarea deficiențelor și pentru realizarea instalațiilor de recirculare a apei calde pentru clădiri colective de locuit, în soluții locale – centralizate.

Principial, recircularea apei trebuie realizată între punctele de consum și o sursă termică capabilă să compenseze pierderile de căldură produse în rețelele de transport și distribuție, în intervalul dintre două folosiri.

Limitându-ne la instalațiile din interiorul clădirii, capacitatea termică și efortul de investiție se reduc în mod

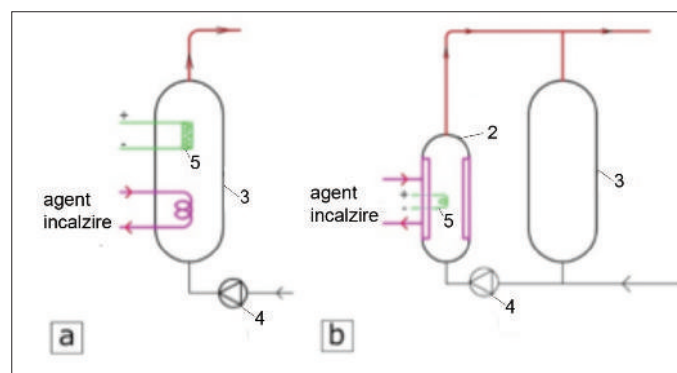


Figura 1. Sursă termică locală bi-energie
1 - boiler bi-energie; 2 - schimbător de căldură cu manta (tank in tank);
3 - acumulator fără serpentină; 4 - pompă de recirculare apă caldă de consum; 5 - rezistență electrică

corespunzător, facilitând accesul pentru utilizatorii interesați.

Sintetizând, intervenția implică realizarea unei instalații locale pentru încălzirea apei și recircularea acesteia între receptor și sursă.

Pentru asigurarea continuității funcționale, sursa trebuie să fie de tip bi-energie, folosind ca agent termic primar agentul de încălzire (în perioada de iarnă) și energia electrică (în perioada de vară) și să dispună de stocul necesar acoperirii debitelor simultane, previzibile, după perioada de întrerupere de noapte.

Conform schemelor din figura 1, instalația poate fi realizată cu schimbătoare de căldură de tip cu acumulare (a) sau cu schimbător cuplat cu acumulator fără serpentină (b).

Pentru recircularea apei se prevede dublarea conductelor de circulație – coloane și distribuție – în întreaga instalație – conform figurii 2 – sau numai a distribuției inferioare – conform figurii 3.

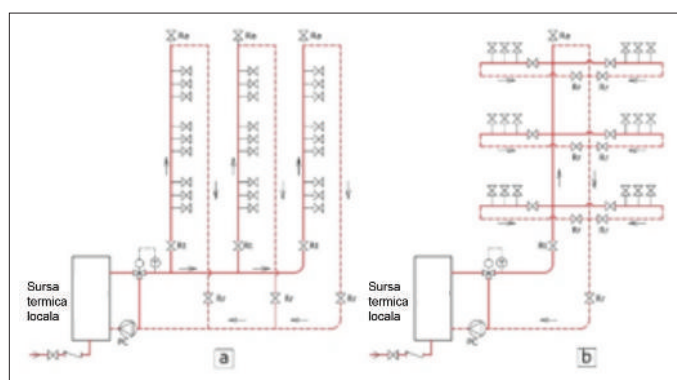


Figura 2. Dublarea întregii instalații de alimentare cu apă caldă (coloane și distribuție)
a - alimentare pe coloane
b - alimentare pe nivel

SANITARE

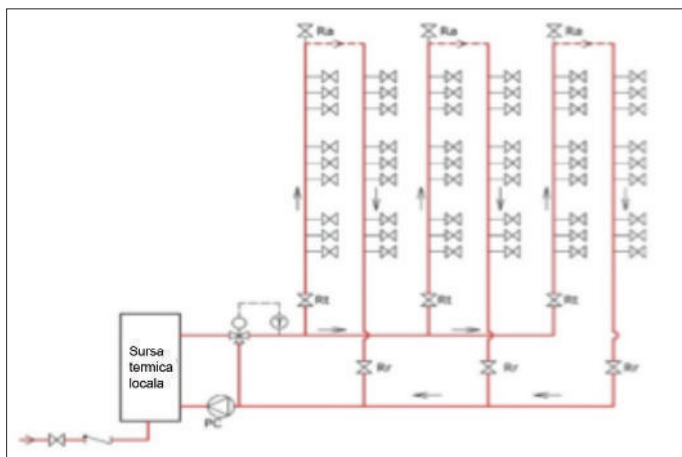


Figura 3. Dublarea distribuției inferioare și recirculare pe coloane interconectate

A doua variantă reprezintă o soluție inovativă, benefică din punct de vedere investițional, în care recircularea apei se realizează prin intermediul coloanelor de alimentare racordate la bază, alternativ, la conductele orizontale de distribuție respectiv de recirculare.

Alimentarea armăturilor sanitare racordate la coloanele interconectate se face, în acest caz, în sens ascendent, respectiv descendent. Soluția prezintă avantajul diminuării investiției cu costul aferent coloanelor de recirculare, suplinite de coloanele de alimentare.

Eliminarea totală a instalațiilor de recirculare se poate realiza prin compensarea pierderilor de căldură din conductele interioare de distribuție a apei calde, cu cabluri electrice încălzitoare, atașate conductelor și coloanelor de distribuție.

Compensarea efectului cantităților de apă cu temperatură redusă, preluate din rețeaua exterioară la prima folosire, se asigură cu o sursă locală cu acumulare – figura 4.

Puterea specifică pentru cablurile încălzitoare, puterea termică și capacitatea de stocare a sursei locale se determină similar instalațiilor cu recirculare.

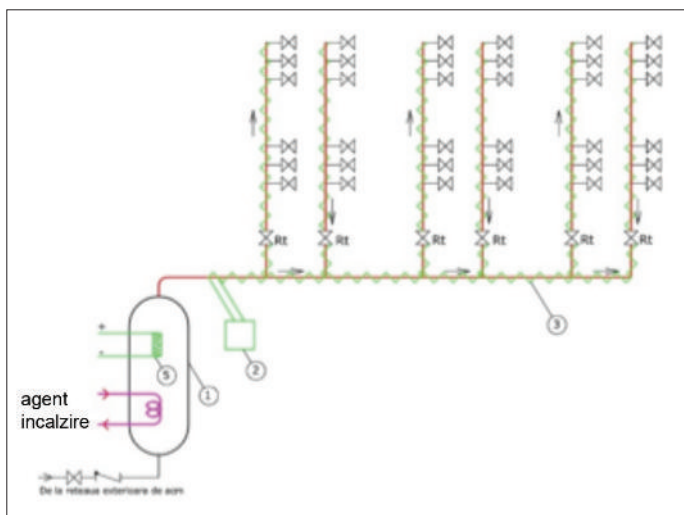
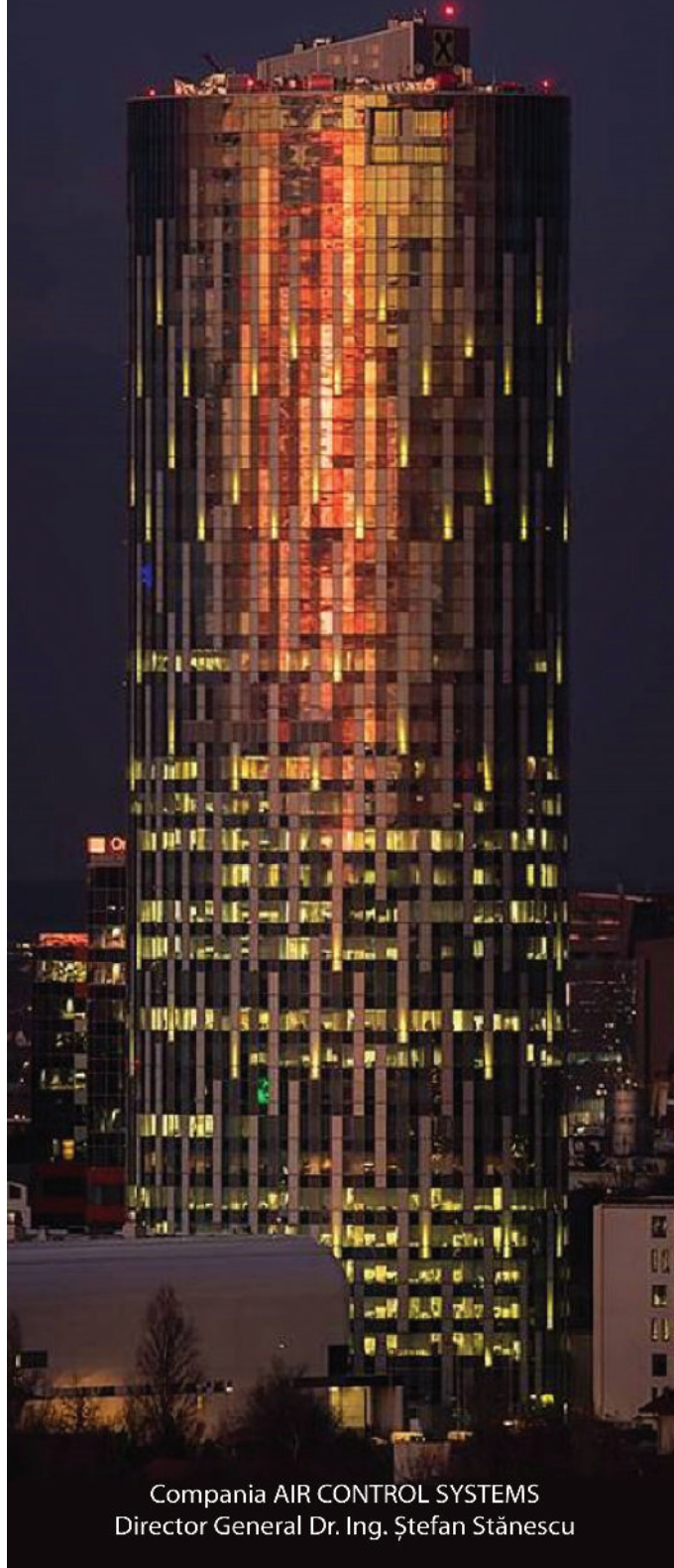


Figura 4. Schema sistemului de compensare a pierderilor cu cabluri electrice încălzitoare
1 - boiler bi-energie; 2 - modul conectare cabluri încălzitoare;
3 - cabluri încălzitoare

HALTON TECHNOLOGY in Sky Tower by Air Control Systems



Compania AIR CONTROL SYSTEMS
Director General Dr. Ing. Ștefan Stănescu

SANITARE

3. Dimensionarea instalațiilor

Calculul instalației constă în alegerea pompei de recirculare, dimensionarea schimbătorului de căldură și stabilirea volumului de stocare.

Stabilirea parametrilor funcționali și dimensionarea instalațiilor se face în funcție de pierderile de căldură produse în regim dinamic / staționar, corespunzător geometriei și caracteristicilor termofizice ale materialelor și agenților de lucru.

3.1 Determinarea pierderilor de căldură

Determinarea pierderilor de căldură din rețeaua de distribuție la vehicularea debitului de recirculare se face din ecuația diferențială de bilanț termic și transfer de căldură:

$$dQ = D_{total} * c * dt = k\pi d(1-\eta)(t_a - t_e)dL \quad (1)$$

din care rezultă cantitatea de căldură cedată:

$$Q_{circ} = D_{total} * c * (t_{a\text{initial}} - t_{a\text{final}}) \text{ sau} \\ Q_{circ} = k\pi d(1-\eta)(t_a - t_e)L \quad (2)$$

Separând variabilele în ecuația (1) și integrând pe lungimea unui tronson (L_i) între valorile temperaturii apei din secțiunile extreme:

$$\int_{t_{a\text{initial}}}^{t_{a\text{final}}} \frac{dt}{t_a - t_e} = \frac{k\pi d(1-\eta)}{c * D_{total}} \int_0^{L_i} dL$$

se poate stabili valoarea temperaturii apei în secțiunea finală a tronsonului sub forma:

$$t_{a\text{final}} = t_e + (t_{a\text{initial}} - t_e) e^{[k\pi d(1-\eta)]/c * D_{total}} \quad (3)$$

unde:

$$D_{total} = D_{distribuit} + D_{recirculat} \quad (4)$$

în care:

t_e – temperatura mediului ambiant

η – 0.3 – 0.6 – randamentul izolației termice

k – coeficientul global de transfer care se calculează cu relația:

$$k = \frac{1}{R} = 1 / (1 / (\pi d h_i) + \\ + \sum_{j=1}^i 1 / (2\pi \lambda_j) \ln(d_e / d_i) + 1 / (\pi d_e h_e)) \quad (5)$$

iar

$$D_{total} = D_{distribuit} + D_{recirculare}$$

3.2 Debitul distribuit

Se determină în funcție de numărul coloanelor (i) și de numărul (N) al receptorilor de tip (j) în funcțiune simultană pe fiecare coloană, având debitul specific și coeficientul de simultaneitate conforme relațiilor:

$$D_{distribuit} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (N * S * q_{ij}) \quad (6)$$

$$S = \frac{1}{\sqrt{N-1}} \quad (7)$$

3.3 Debitul de recirculare (D_{recirc})

Se calculează corespunzător cantității de căldură cedată de apa din coloană / instalație către mediul exterior (Q_{recirc}) și reducerea admisibilă a temperaturii la receptori:

$$\Delta t_{admis} = t_{distr} - t_{min.adm} \cong 50/55 - 40 = 10/15^\circ C \quad (8)$$

$$D_{recirc} = Q_{recirc} / c * \Delta t_{admis} \quad (9)$$

Căldura cedată se determină în funcție de cedarea specifică de căldură (Q_0) și lungimea conductelor (L):

$$Q_{recirc} = (t_a - t_e) \Sigma(Q_0 * L)_i \quad (10)$$

unde cedarea specifică Q_0 se calculează pentru fiecare conductă în funcție de diametru (d), coeficientul global de transfer (K) și eficiența izolației termice (η) cu formula:

$$Q_0 = k\pi d(1-\eta) \quad (11)$$

Acoperitor, se poate adopta valoarea $\eta = 60\%$

În lucrarea Mateescu Th., Hudișteanu R., „Evaluarea eficienței energetice a sistemelor de transport și distribuție a apei calde” - Matrix Rom 2006, sunt prezentate diagrame pentru stabilirea cedării specifice pentru diferite tipuri de conducte, diametre și soluții de izolare termică.

În funcție de schema adoptată pentru recircularea apei calde, debitele vehiculate prin conducte se adoptă cu valorile rezultate conform relației 4 pentru coloanele cu funcțiune dublă, respectiv cu relația:

$$D_{total} = D_{recirc} \quad (4')$$

pentru conductele prin care se vehiculează exclusiv debite de recirculare.

3.4 Debitul pompei de recirculare (D_p)

Se adoptă egal cu debitul total corespunzător primului tronson situat în aval de sursa termică, rezultat prin însumarea în sens invers sensului de proces a debitelor totale aferente tuturor conductelor de distribuție (N_D) și de recirculare (N_R):

$$D_p = \sum_{i=1}^{N_D + N_R} D_{total} * i \quad (12)$$

3.5 Înălțimea de refulare a pompei de recirculare (H_p)

Ansamblul conductelor de distribuție și de recirculare funcționează în perioadele fără consum ca o rețea echivalentă de tip binar (figura 5).

Cunoscând caracteristicile geometrice – lungimi și diametre – și cele hidraulice – rezistențe hidraulice unitar echivalente (s_{ech}) – se calculează pierderile de sarcină lineare, corespunzător debitelor de recirculare.

$$h_{ri} = (s_{0ech} * L * D_{recirc}^2) / i \quad (13)$$

Înălțimea de pompare compensează pierderile totale de sarcină de pe circuitul extrem/cel mai lung (0,1,2,...n-i, n) al rețelei binare.

$$HP = 1.25 \Sigma h_{ri} \quad (14)$$

SANITARE

Pentru acoperirea pierderilor locale de sarcină în relația (14) s-a aplicat coeficientul de majorare a pierderilor lineare cu 25%.

3.6 Rezistența hidraulică unitară echivalentă (s_{0ech})

Conform figurii 5, o bară (ii') din rețeaua binară este formată prin înserierea coloanei de distribuție (i0) și a celei de recirculare (0i') având aceeași lungime (L_i) și rezistențele hidraulice unitare (s_{0i} și $s_{0i'}$) cu $s_0 = 8\lambda / g \pi^2 d^5$

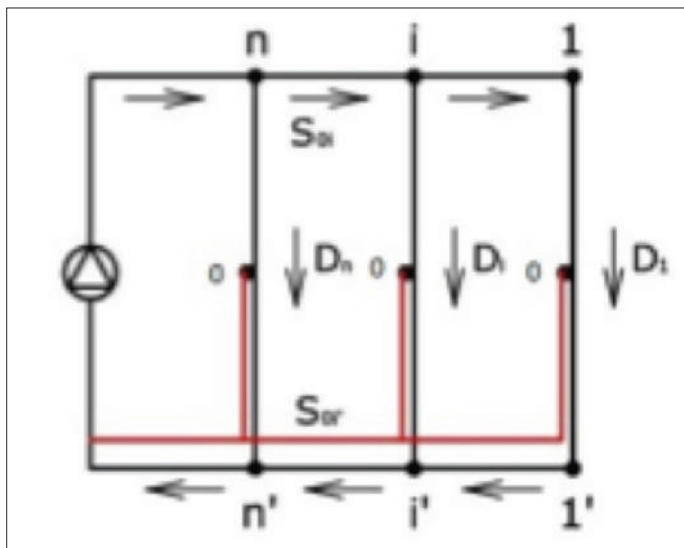


Figura 5

Rezistența unitară echivalentă (s_{0iech}) aferentă barei (ii') cu lungimea $2L_i$, rezultă din echivalarea pierderilor de sarcină corespunzătoare debitelor $D_{total\ i}$ respectiv $D_{circ\ i}$

$$h_{ri0} + h_{r0i'} = h_{rii'ech}$$

sau explicit:

$$s_{0i}L_i(D_{idistr} + D_{icirc})^2 + s_{0i'}L_i'D_{i\ circ}^2 = 2L_i s_{0iech} D_{i\ circ}^2 \quad (15)$$

de unde:

$$s_{0iech} = s_{0i}[(D_{idistr}/D_{icirc}) + 1]^2 + s_{0i'} \quad (16)$$

Având în vedere caracterul aleatoriu al consumului și implicit al debitelor distribuite pe coloane, rețeaua se reechilibrează hidraulic în raport cu mărimea acestora.

3.7 Puterea sursei termice

Puterea termică a sursei locale trebuie să compenseze pierderile de căldură aferente instalației interioare – sistem de distribuție și stocator:

$$P_{sursa} = Q_{retea} + Q_{stocator} \quad (17)$$

unde:

$$Q_{retea} = (t_a - t_m) \Sigma (Q_{retea+circ} * L_i) \quad (18)$$

și:

$$Q_{stocator} = (t_a - t_m) * A_{lateral} / (0.1 + \delta m / \lambda m + \delta iz / \lambda iz) \quad (19)$$

unde:

t_a – temperatură apei din conductă

t_e – temperatură mediului ambiant

η – eficiența izolației termice – reprezentând raportul dintre reducerea pierderilor de căldură prin izolarea conductelor (Q_{izolat}) și pierderile conductelor neizolate (Q_t)

$$\eta = 1 - Q_{izolat} / Q_t$$

3.8 Volumul de acumulare al stocatorului

Se determină în funcție de volumul rețelei exterioare de alimentare cu apă caldă, astfel încât rezerva de apă existentă în stocator să compenseze volumul de aport necesar la prima folosință, după reluarea consumului.

În raport cu volumul total al rețelei de acumulare:

$$V_{retea} = 0.785 \Sigma L_i d_i^2 \quad (20)$$

Volumul stocatorului se determină cu relația:

$$V_{stoc} = p * V_{retea} \quad (21)$$

cu : $p = 1$, pentru rețele cu lungime redusă

$p = 1/\text{numărul blocurilor racordate}$, pentru rețele extinse.

Se recomandă ca volumul de apă existent în acumulator să acopere consumul simultan conform relației (4) pe durata $\tau \leq$ cu 10 minute, respectiv:

$$V_{stoc} \geq \tau * D_{distribuit} \quad (22)$$

4. Regimuri funcționale

Corespunzător soluției adoptate pentru dotare, în funcționarea instalației survin următoarele situații:

4.1 Generator boiler bi-energie și pompă de recirculare cu turație variabilă (figura 6)

În lipsa consumului, pompa funcționează în punctul F_0 corespunzător debitului de recirculare, la creșterea debi-

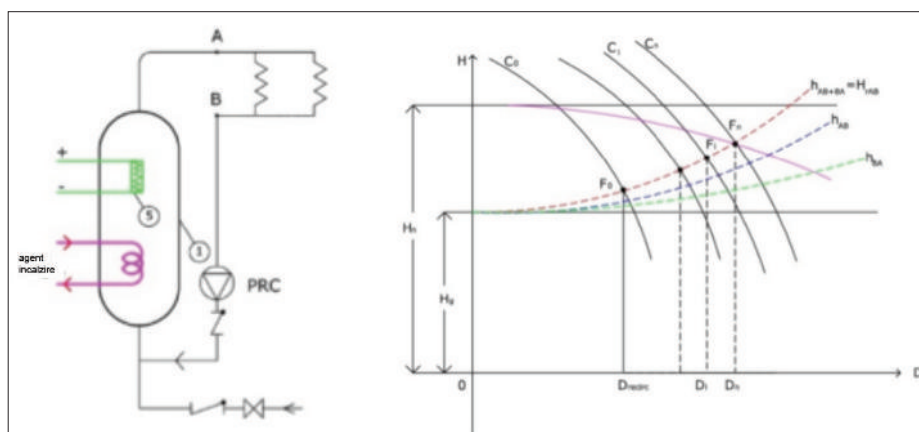


Figura 6

telor prin modificarea turajiei punctul de funcționare se deplasează pe caracteristica rețelei h_{rAB} spre F_n . La oprirea pompei instalația este alimentată la presiunea rețelei exterioare de alimentare, în punctul F_n .

4.2 Generator bi-energie, stocator și pompă de circulație cu turatie constantă (figura 7)

Pompa de circulație PC funcționează continuu. În perioadele fără consum se realizează recircularea prin generator a volumelor de apă în rețeaua de distribuție și din acumulator fără aport din exterior.

În perioadele de consum cu debite mai mici decât debitul nominal al pompei, consumatorii sunt alimentați direct prin generator, cu diminuarea volumelor recirculate iar la debite superioare deficitul este compensat din stocator.

Punctul de funcționare F_0 rezultă la intersecția caracteristicii instalației cu caracteristicile cumulate ale pompei C'_0 și ale bransamentului de apă caldă H'_0 .

La oprirea pompei de circulație, consumul este asigurat direct la presiunea rețelei de alimentare (H_0) prin bypassarea pompei – punctul de funcționare se stabilește în R.

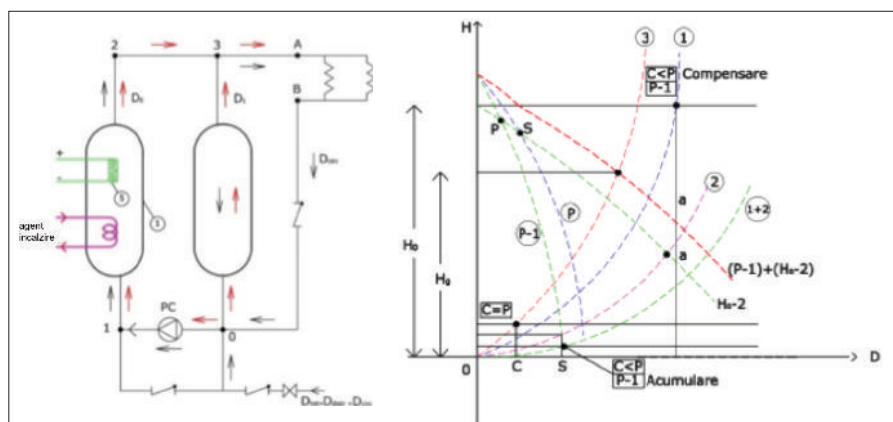


Figura 7

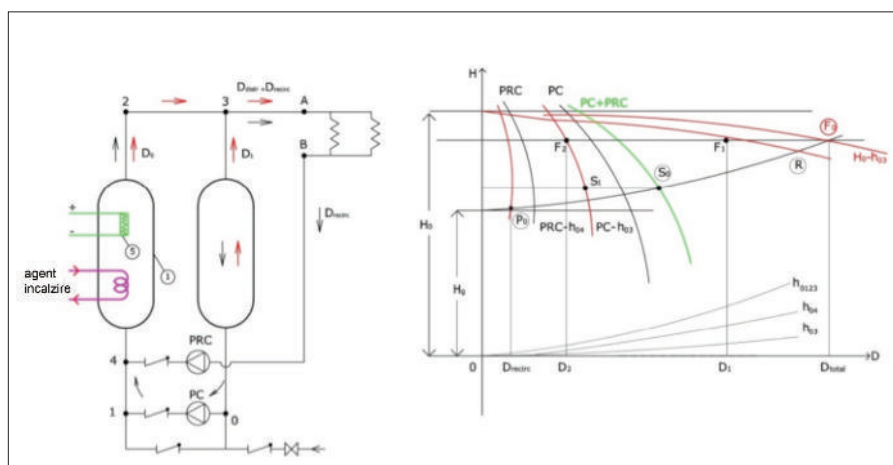


Figura 8

4.3 Generator bi-energetic, stocator, pompă de circulație și pompă de recirculare cu turație constantă

Pentru reducerea consumului de energie pentru pompare, pompa de recirculare (PRC) funcționează numai în perioada lipsită de consum perntu vehicularea volumului de apă din rețeaua de distribuție în scopul compensării pierderilor de căldură.

Mentținerea temperaturii apei în stocator se face sub acțiunea pompei de circulație PC care poate funcționa singular sau în paralel cu pompa de circulare.

Alimentarea receptorilor se poate face direct din rețeaua exterioară prin bypassarea pompei de circulație sau în paralel cu aceasta, conform fazelor prezentate anterior.

5. Concluzii

În rețelele de distribuție a apei calde de consum temperatura scade semnificativ când consumul este redus sau nu.

Furnizarea debitelor, la reluarea consumului, sub temperatura minimă de confort conduce la risipă de resurse – apă și energie.

Pentru menținerea temperaturii în limite admisibile de confort se impune recircularea unui debit care să compenseze pierderile de căldură din instalație.

Soluția clasică impune dublarea conductelor de transport și distribuție pe tot tronsonul între sursa centralizată și punctele de consum.

Dificultățile de intervenție în gospodăria subterană existentă și costurile aferente constituie principalele impedimente pentru implementarea soluției.

Ca soluție alternativă se propune realizarea instalațiilor de recirculare cu surse termice local-centralizate, amplasate la nivelul blocurilor de locuințe.

Pentru reducerea efortului de investiție se prevede eliminarea coloanelor de recirculare și preluarea funcțiunii acestora prin interconectarea coloanelor de distribuție.

Compensarea pierderilor de căldură din instalația interioară de distribuție a apei calde se poate realiza cu cabluri electrice încălzitoare.

Soluțiile tehnice pot fi diferențiate în raport cu situațiile specifice locale și disponibilitățile financiare.

Eficiența soluțiilor este condiționată de dimensionarea corectă a tuturor componentelor sistemului.

SOLUȚII TEHNICE

Making heat pump-assisted dryers workable and performant

Vasile Minea, Hydro-Québec Research Institute, Laboratoire des technologies de l'énergie (LTE),
600, avenue de la Montagne, Shawinigan, G9N 7N5, Canada
Tel: 1-819-539-1400 (1507), E-mail : minea.vasile@hydro.qc.ca

This paper reviews a number of technical aspects concerning the dryer/heat pump coupling, design and operation. It first briefly discusses some of current integration issues and, then, suggests a number measures aiming at improving the energy performances of heat pump-assisted dryers. The scope is to contribute at stimulating future successful applications in various industrial fields as agro-food and wood processing.

Introduction

The drying of solids (such as agro-food products and woods) is a complex, non-linear coupled process involving material, heat and mass transfer sciences as well as physical, chemical and biochemical phenomena (Mujumdar, 2000). It is also a highly energy-intensive process consuming over 25% of primary energy in many industries (Chua et al., 2002). About 85% of industrial driers are of convective type with hot air as drying medium. Most of their heat losses are due to the discharge of moist air and the poor thermal insulation. In the context of future rising energy prices and growing

concerns about climate change, reducing energy consumption in industrial dryers will become a challenging task.

Among other heat recovery devices, heat pumps used in convective drying applications have the potential to save part of the primary energy and improve the quality of dried products. Although heat pump-assisted drying technology is sometimes considered as a mature technology, its industrial application has not been as wide spread as it should be, particularly in the field of drying agro-food and wood industries, even where the requirement for very short payback periods has been met. In many countries, the commercial viability of such systems



Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress
26 - 29 May, Bucharest, Romania



Built environment facing climate change

MAIN TOPICS

1. Advanced HVAC&R&S Technology and Indoor Environment Quality
2. High Energy Performance and Sustainable Buildings
3. Information and Communication Technologies (ICT) for the Intelligent Building Management
4. Sustainable Urbanization and Energy System Integration



SOLUȚII TEHNICE

depends however on the electricity vs. fossil fuel cost ratios, and the availability of reliable equipment and environment friendly refrigerants.

This paper briefly reviews a number of technical aspects concerning the dryer/heat pump coupling and operation, as well as some design and control rules aiming at increasing the workability and energy performance of heat pump-assisted dryers.

System integration

In spite of its apparent simplicity, heat pump-assisted technology is complex because of the interdependency of many aero- and thermodynamic parameters. As a consequence, the dryer selection (e.g. batch or conveyor) and its optimum coupling with a heat pump are challenging tasks (Mujumdar, 2000) requiring detailed information, as the physical properties and throughput of the dried material, initial and final moisture contents, and final quality. In spite of these requirements, the reliability and energy performance of laboratory- and industrial-scale heat pump-assisted dryers are sometimes disappointing, due, among other factors, to inadequate and/or complicated dryer/heat pump coupling and operating strategies (Minea, 2014a). In such a technological field, one of the basic rules is to keep the heat pump-assisted dryer as simple as possible, while respecting the fundamental principle of recycling back to the dryer, at higher temperature, the sensible and latent heat recovered for reuse in drying process. This is a method of improving the energy efficiency and reducing primary energy consumption of drying processes.

Configurations allowing rejecting outdoor the excess heat from the heat pump dryers with parallel (external) condensers (Sosle et al., 2003; Alves-Filho et al., 2008; Senadeera et al., 2012) or desuperheaters (Alves-Filho and Eikevik, 2008) may penalize the system's energy and dehumidification performances. That is because during the heat rejection periods, the fans (or secondary fluid pumps) of heat rejection devices, as well as the heat pump's compressor are running and, thus, additional electrical energy is consumed while the sensible and latent heat removed from the dried material is not returned to the dryer.

Heat pipes installed in parallel with the evaporator may decrease the heat pump's evaporating temperature and increase the condensing temperature (Phaphwangwittayakul et al., 2007) and, thus, increase the compressor's compression ratio and, simultaneously, lower the heat pump coefficient of performance. The control of the drying air temperature and relative humidity, and the heat pump dehumidification capacity also may become more complex. In addition, the additional investment for the heat pipe may compromise the economic viability of such a drying system.

Generally, super-critical CO₂ heat pumps coupled with rotary drum clothes dryers imply much higher air flow rates through the evaporator compared to that through

the gas cooler. This may complicate the control of the air temperature and relative humidity as well as the dryer dehumidification capacity. On the other hand, if the evaporator and the gas cooler are designed to operate with the same air flow rate, the gas cooler heat transfer surface must be oversized up to 40% compared to that of the evaporator, which may increase the system physical dimensions and cost. (Klöcker et al., 2002; Honma et al., 2008) Moreover, the drying cycles of commercial rotary drum clothes are relatively short, i.e. between 50 and 60 minutes (Klöcker et al., 2001; Fornasieri et al., 2010; Mancini et al., 2011), while up to 35% of each heat pump drying cycle is a transient regime and warm-up (pre-heating) steps are normally required prior starting the heat pump. There is also a risk of both evaporator and gas cooler clogging with clothes fibres, dust and other materials that requires cleaning prior each new drying cycle.

Sub- or super-critical CO₂ heat pumps dryers operating at temperatures below 0°C (see Alves-Filho et al., 1999) without considering the moisture freezing issue cannot be energetically efficient. In addition, the applicability of such both sub- and super-critical CO₂ heat pump-assisted dryers is limited by the relatively low critical temperature of the natural refrigerant used as working fluid. Super-critical CO₂ heat pump-assisted dryers with two-stage, two series CO₂ compressors each followed by a gas cooler, two series evaporators served by one expansion valve and two-stage drying chambers (Li et al., 2009) seem having little chances of applicability because of their complexity and lack of technical, energetic and economic justifications.

Similar conclusion may be formulated for the concept of two-cycle heat pump dryer with two-series evaporators and condensers each of them operating at different (low and high) temperature and pressure levels (Lee et al., 2010). Such a heat pump-assisted dryer could be less relevant to improve the energy efficiency of industrial drying processes, while the system total cost may increase.

Multi-stage fluidized bed dryers including two series (low- and high-temperature) heat pump-assisted drying chambers, each of them with external heat rejection condensers (Alves-Filho and Togle, 1999), raise the question of the system overall dehumidification performance because the second-stage drying chamber operates with material entering it at lower moisture content compared to the first one. In addition, statements as *"the drying conditions were regulated over a wide temperature range from -20°C to 80°C by adjusting the capacity of the heat pump components"*, while *"the air temperature was kept below the product's freezing point, usually above -10°C"* (Alves and Togle, 1999) must carefully validated prior publication.

Figure 1 represents, as an example, a simple integration concept of a batch dryer with a compact type heat pump. Such a coupling concept may allow efficiently controlling the heat pump coefficient of performance

SOLUȚII TEHNICE

($COP_{\text{heat pump}}$, defined as the ratio between the thermal energy supplied to the dryer and the electrical energy consumed by the compressor and blower) and the heat pump dehumidification efficiency ($SMER_{\text{heat pump}}$, defined as the ratio of total moisture removed from the dried material and the total electrical energy consumed by the compressor and blower), mainly by continuously matching the material actual thermal dewatering rate with the heat pump dehumidification capacity, as well as the temperature and the relative humidity of the drying air supplied to the drying chamber at state I (see Minea 2011 for more details). It can be noted that, if the heat pump is accurately sized (see the next section), with such a dryer/heat pump integration, the emergency heat rejection may be provided only via one or several of air vents. In this case, the heat pump will run continuously thus optimizing its energy ($COP_{\text{heat pump}}$) and dehumidification ($SMER_{\text{heat pump}}$) performance, and reliability.

Heat pump sizing and control

Dryer/heat pump integration is closely linked to the heat pump size and the material initial and final characteristics/parameters. In heat pump-assisted dryers, the heat pump's main purpose is to recover as much sensible and latent heat as possible from the moist drying air. This recovered heat mainly helps overcome the water retention forces inside the dried material and remove moisture from the product surface.

In order to achieve thermally balanced, high-performance heat pump-assisted dryers, without excessively cycling the heat pump compressor, the moisture removal rate and the heat pump dehumidification capacity must be, as far as possible, continuously matched. It is well agreed that a dryer may not accurately operate if the total quantity (sensible and latent) heat extraction isn't sufficient to provide appropriate operating parameters for the heat pump, as evaporating and condensing

temperatures and pressures.

Consequently, designing the heat pump nominal capacity for drying purposes implies a good comprehension of the material characteristic drying curve, i.e. the profile of moisture content variation during the entire drying cycle.

Over- or under-sized heat pumps may drastically penalize both the energy and drying performance of heat pump-assisted dryers. To achieve high $COP_{\text{heat pump}}$ and $SMER_{\text{heat pump}}$, the dried material should give off enough moisture to be able to provide sufficiently high absolute humidity to the drying air at the evaporator inlet. This will ensure enough condensing (latent heat) enthalpy to be recovered. In other words, the heat pump dehumidification capacity must be sized according to the material thermal dewatering rate that depends on the product initial quantity and initial and final moisture contents; an insufficient quantity of material means small quantities of moisture available and heat to be extracted, excessively low evaporating and compressor suction pressures and temperatures with associated risks of humidity freezing on the evaporator finned-tubes, and short compressor running cycles; conversely, if the heat pump dehumidification capacity is over-sized, the equivalent heat corresponding to the electrical energy consumed (compressor and blower) will progressively build up inside the adiabatic drying enclosure and thus must be periodically rejected outdoor by means of external parallel air- or water-cooled condensers, or refrigerant desuperheaters or sub-coolers; as a consequence, the heat pump (or dryer) dehumidification performance could be penalized. This challenge could be overcome if the heat pump nominal capacity is sized as low as possible in order to match the quantity of moisture that can be removed from the dried material at each step of drying process with the heat pump dehumidification capacity, which generally can vary over an extended range (i.e. from a maximum to a minimum value). Such an approach may help keep the heat pump compressor in continuous running mode while avoiding excess heat rejection outdoor (Minea, 2015).

For example, in the case of wood batch drying, as shown in Figure 2a (not to scale), the heat pump nominal design point could be at, or just above the wood fiber saturation point (FSP), defined as the point in dried wood at which all free moisture has been removed from the cells themselves while the cell walls remain saturated with absorbed moisture (Minea, 2015). At moisture contents (MC) above FSP, the $COP_{\text{heat pump}}$ and $SMER_{\text{heat pump}}$ may be relatively high because the absolute humidity of the drying air is high enough, even if the material MC progressively decreases. As FSP approaches, surface moisture diffusion becomes the limiting factor of the moisture removal rate. As a consequence, $COP_{\text{heat pump}}$ and $SMER_{\text{heat pump}}$ begin to decrease and, at FSP, corresponding to a certain value of the air absolute humidity, the heat pump must shut down in order to save energy and preserve the product's quality. However, to prevent frequent compressor shut-downs,

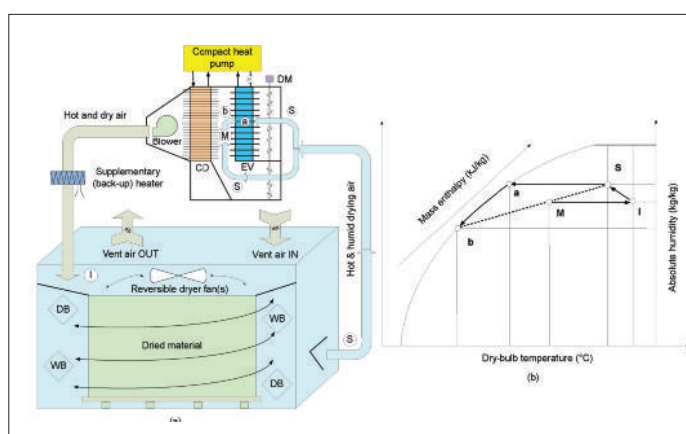


Figure 1 – (a) Schematic representation of a compact-type heat pump-assisted batch dryer (note: not to scale); (b) thermodynamic process of the drying air in Mollier diagram; CD – condenser; DB – dry-bulb temperature; DM – damper motor; EV – evaporator; WB – wet-bulb temperature; I, S, a, b, M – thermodynamic states of the drying air (note: refrigerant circuit of the compact heat pump is not represented)

SOLUȚII TEHNICE

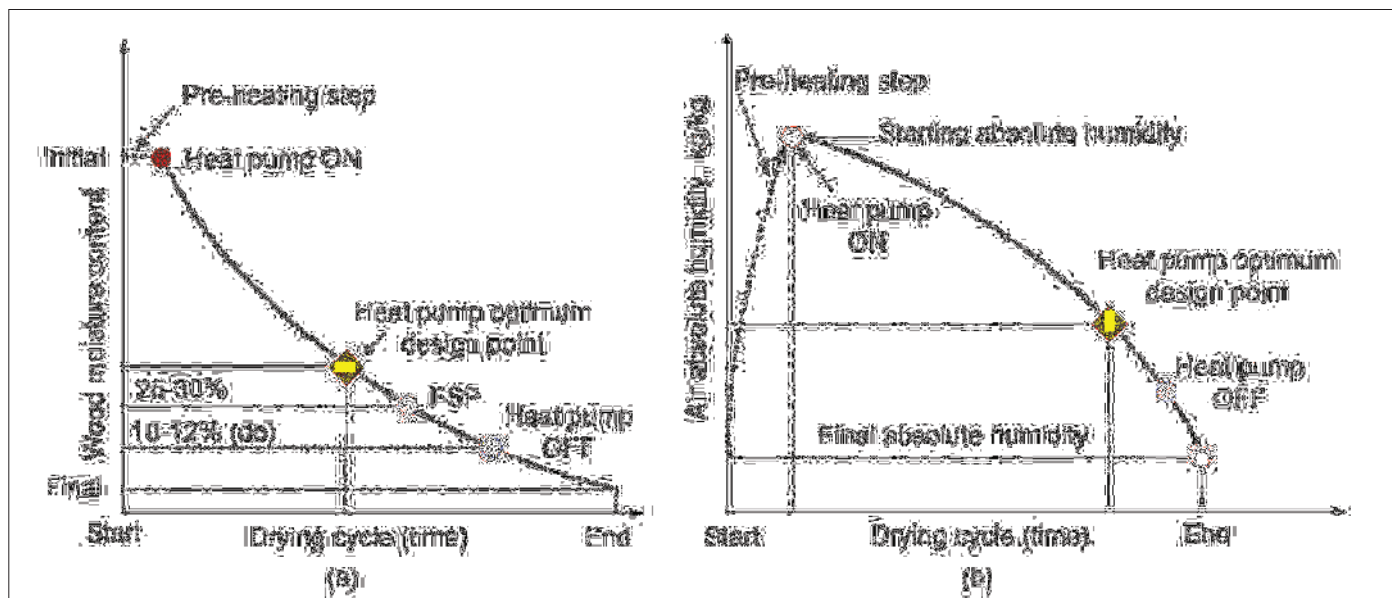


Figure 2 - Relative position of heat pump nominal sizing (design) point versus the drying curves as a function of (a) wood's moisture content; (b) air drying absolute humidity; FSP – fiber saturation point (Note: point positions are not to scale) (Minea 2015; reprinted with permission from International Refrigeration Institute, IIR/IIF)

the heat pump dehumidification capability can be progressively decreased using different methods.

On the other hand, Figure 2b suggests the relative location of the heat pump optimum design point (not shown to scale) versus the actual absolute humidity of the drying air. When the absolute humidity of the drying air drops below a certain value, generally corresponding to FSP of the dried wood, the evaporator recovers less heat and thus $COP_{\text{heat pump}}$ and $SMER_{\text{heat pump}}$ decrease, even if the compressor consumes less electrical energy (Minea, 2015). Such simple sizing rules could be provided for other hygroscopic, porous solids, or group of similar materials. The optimum sizing point must be determined for each type of dried materials (as agro-food, wood, etc.).

High-temperature dryers equipped with split-type heat pump (i.e. heat pump with the condenser installed inside the drying enclosure) are subject to additional requirements, namely because: (i) the thermo-physical properties of some new high-temperature refrigerants may require specific flow control strategies as, for example, for the evaporator superheating amount; (ii) the remote condensers could be exposed to sudden thermal shocks if not adequately protected; (iii) relatively high temperature differences exist between the dryer chamber and the heat pump mechanical room (Minea, 2011).

If all or part of such basic design and control requirements are not met in practice, frequent compressor cycling caused, for example, by unbalances between thermal dewatering rate of the dried product and the heat pump dehumidification capacity, excessive hot air entering the remote condenser at sudden and excessive high temperatures and/or refrigerant liquid entering the compressor suction line at each start-up, may occur, leading to the compressor premature wear, failure and, even, mechanical destruction (see Minea, 2011).

It can be concluded that, if well sized, the heat pump may operate within an optimum range of dehumidifying capacity, continuously matched to the product thermal dewatering rate, and that, up to the end of the drying cycle.

Other requirements

After having properly sizing the heat pump coupled to a given dryer, several other data/parameters are required as, for example (Minea, 2014b): (i) the product input quantity (masse or volume) and its initial and final moisture contents; (ii) preheating requirements and type of supplementary (back-up) heating source (if applicable); (iii) optimum drying schedule adapted to the dried material (or group of similar products) specifying, among others, the dry- and wet-bulb temperatures, wet-bulb temperature depressions, air relative humidity and flow rate, and duration of each drying step (including those of warm-up and conditioning periods); (iv) the dryer fan(s) operation mode (e.g. reverse or not); (v) means to continuously control the heat pump dehumidification capacity by using, for example, evaporator air by-passing, variable speed blowers and/or compressors, multiple-rack compressors (Minea, 2011), or intermittent drying schedules (Chua et al., 2002); (vi) means to control the superheating amount at the compressor inlet according to the thermodynamic properties of the refrigerant used; (vii) means to efficiently manage the refrigeration migration especially in the case of split-type high-temperature heat pumps; this will prevent the refrigerant liquid from entering the compressor suction line and, thus, reduce the compressor frequent cycling and improve reliability by avoiding its premature wear, failure and, even, mechanical destruction (see Minea 2011 for more details).

In addition, in order to be able to validate the reported

SOLUȚII TEHNICE

drying performances of heat pump-assisted drying processes, some of the following additional information must to be also provided (Minea, 2014b): (i) dryer's main characteristics, such as the location (hot or cold weather, indoor, outdoor), volume (or mass) capacity, air flow configuration through both the dryer and heat pump (fans, blowers, air vents), and percentage of dryer heat leakage rates (conduction, air exfiltration and infiltration); (ii) the heat pump's critical operating parameters, e.g., type of refrigerant used, maximum and minimum allowed discharge or suction pressures and temperatures, drying air flow rate and pattern through both the dryer and heat pump heat exchangers, and heat transfer rates of the heat pump evaporator (dehumidification capacity), condenser (heating capacity) and heat rejection device (when required); (iii) the heat pump nominal dehumidification capacity, the compressor rated input power, or the condenser heating and heat rejection capacity.

Conclusions

Because drying is a complex, energy intensive and highly nonlinear coupled heat and mass transfer process, the optimal integration of dryers and heat pumps remains a challenging task. This paper outlines a simple integration configuration of a batch-type dryer with a compact heat pump (see Figure 1). It also suggests that inadequate correlation between the initial quantity of the dried materials (and/or initial moisture contents) with the heat pump dehumidification capacity may compromise the experimental and/or industrial applications. To overcome such a situation, a simple design rule aiming at matching the heat pump dehumidification capacity to the material actual thermal dewatering rate is proposed (see Figure 2). The scope is to warn the drying R&D community about potential problems that can result from inadequate integration of dryers and heat pumps, and/or of incorrect sizing and/or control strategies of both laboratory and industrial-scale heat pump-assisted dryers.

References

- Alves-Filho, O.; Togle, T. Heat pumps dry food products in Norway. IEA Heat Pump Centre Newsletter 1999, Volume 17, Number 4, 4-5.
- Alves-Filho, O.; Lystad, T.; Eikevik, T.; Strømmen, I. A new carbon dioxide heat pump dryer – an approach for better product quality, energy use and environmentally friendly technology, Symposium on Drying Technologies, St-Hyacinthe (Québec) Canada, 1999.
- Alves-Filho, O.; Eikevik, T.M.; Goncharova-Alves, S.V. Single and multi-stage heat pump drying of protein. Drying Technology 2008; 26: 470-475
- Alves-Filho, O.; Eikevik, T.M. Hybrid heat pump drying technologies for porous materials, 16th International Drying Symposium (IDS2008), Hyderabad, India, November 9-12, 2008.
- Alves-Filho, O.; Eikevik, T.M., Goncharova-Alves, S.V. Single- and multistage heat pump drying of protein, Drying Technology 2008, 26, 470-475.



R A I E
Romanian Association for
Installation Engineers,
Transilvania Branch

INVITATION

To the Conference
"MODERN SCIENCE AND ENERGY"
SME 2018
CLUJ-NAPOCA

Edition XXXVII May 17th – 18th

- ASTR** - Academy of Technical Sciences of Romania
AIIR - Romanian Association for Installation Engineers, Transilvania Branch
UTCN - Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Building Services
ICSI Râmnicu Vâlcea - National Institute of Research and Development for Cryogenic and Isotopic Technologies, Râmnicu Vâlcea
AEHR - Romanian Association for Hydrogen Energy



SOLUȚII TEHNICE

Chua, K.J.; Chou, S.K.; Mujumdar, A.S.; Ho, J.E.; Hawlader, M.N.A. Heat pump drying: Recent developments and future trends, *Drying Technology-An International Journal*, HPD special issue 2002, 20 (8), 1559-1577.

Fornasieri, F.; Mancini, F.; Minetto, S. Theoretical analysis and experimental test of a CO₂ household heat pump dryer, *Proceedings of the 9th IIR Gustav Lorentzen Conference*, Sydney, Australia, 2010.

Honma, M.; Tamura, T.; Yakumaru, Y.; Nishiwaki, F. 2008. Experimental study on compact heat pump system for clothes drying using CO₂ as a refrigerant. *Proceedings of the 7th IIR Gustav Lorentzen Conference on Natural Working Fluids*, Trondheim, Norway.

Klöcker, K.; Schmidt, E.L.; Steimle, F. Carbon dioxide as a working fluid in drying heat pump, *International Journal of Refrigeration* 2001, 24(2), 100-107

Klöcker, K.; Schmidt, E.L.; Steimle, F. A. Drying heat pump using carbon dioxide as working fluid. *Drying Technology* 2002, 20(8), 1659-1671.

Lee, K. H.; Kim, O. J.; Kim, J. Performance simulation of a two-cycle heat pump dryer for high-temperature drying, *Drying Technology* 2010, 28, 683-689

Li, M.; Ma, Y.; Gong, W.; Su, W. Analysis of CO₂ trans-critical cycle heat pump dryers, *Drying Technology* 2009, 27, 548-554.

Mancini, F.; Minetto, S.; Fornasieri, E. Thermodynamic analysis and experimental investigation of a CO₂ household heat pump dryer, *International Journal of Refrigeration* 2011, 34, 851-858.

Minea, V. Improvements of high-temperature heat pump drying, *Proceeding of International Refrigeration and Air Conditioning*

Conference at Purdue, July 12 – 15, 2011.

Minea, V. 2014a. Overview of heat pump-assisted drying systems - Part I: Integration, Control Complexity and Applicability of New Innovative Concepts, *Drying Technology*, Volume 33, Issue 5 (<http://dx.doi.org/10.1080/07373937.2014.952377>)

Minea, V. 2014b. Overview of heat pump-assisted drying systems - Part II: Data Provided vs. Results Reported, *Drying Technology*, Volume 33, Issue 5 (<http://dx.doi.org/10.1080/07373937.2014.9523778>)

Minea, V. High-temperature heat pump-assisted softwood dryer: sizing and control requirements & energy performance, *The 24th IIR International Congress of refrigeration, Improving Quality of Life, Preserving the Earth*, August 16-22, 2015, Yokohama, Japan.

Mujumdar, A.S. Fundamental principles of drying. In *Mujumdar's Practical Guide to Industrial Drying, Principles, Equipment and New Developments*, Edited by S. Devahastin, Thananuch Business Ltd. Publication, Bangkok, Thailand, 2000.

Phaphvawittayakul, W.; Raghavan, G. S. V.; Terdtoon, P. Loop thermo-siphon application for heat pumping drying, In *Proceedings of the 3rd Inter-American Drying Conference (IADC2007)*, Montréal, Canada.

Senadeera, W.; Alves-Filho, O.; Eikevik, T. Influence of atmospheric sublimation and evaporation on the heat pump fluid bed drying of bovine intestines, *Drying Technology* 2012, 30, 1583-1591.

Sosle, V.; Raghavan, G.S.V.; Kittler, R. Low-temperature drying using a versatile heat pump dehumidifier, *Drying Technology* 2003, 21(3), 539-554

**STEINZEUG
KERAMO**

TECHNOLOGY AND KNOW HOW PARTNER



Qatarul în plină dezvoltare. Prescripții

Studiu de caz

Ing. Ovidiu Mateescu, Ing. Monica Mateescu, S.C. Romexim Plus SRL București
Ing. Ismail Sariman, EGIS RAIL International

Pe plan mondial Qatarul este statul cu cea mai mare dezvoltare urbanistică și de infrastructură în ultimii ani. Această dezvoltare se datorează apropierii Campionatului Mondial de Fotbal din anul 2022, unde Qatarul este țară gazdă. Autorii lucrării au luat parte la proiectarea unor investiții în Qatar cât și la construcții de excepție, cum ar fi metroul în curs de finalizare. Se vor prezenta prescripțiile specifice de proiectare și execuție cât și o lucrare care a putut fi publicată deoarece nu a intrat în confidențialitatea contractului.

1. Generalități

Statul Qatar este o țară suverană, situată în Asia de Vest, ocupând mica peninsulă Qatar pe coasta de nord-est a Peninsulei Arabe, cu capitala la Doha (Ad-Dawhah) și are o populație de 2,7 milioane locuitori și o suprafață de 11.581 km².

Dependentă de țiței și gaze, economia qatarează se caracterizează printr-o activitate economică direct legată de cheltuielile de la stat pentru dezvoltarea infrastructurii.

Menținerea la un nivel neașteptat de ridicat al prețurilor la țiței a determinat orientarea politicii economice a Dohăi atât pe segmentul dezvoltării industriale a țării cât și pe cel al investițiilor pe termen lung în exterior. Principalele regiuni vizate pentru investițiile externe rămân în continuare Europa Occidentală (Marea Britanie, Franța) și spațiul MENA (Egipt, Algeria, Maroc), în timp ce domeniile predominant vizate sunt cel imobiliar și turistic hotelier.

În scopul diversificării producției interne, statul a investit masiv în dezvoltarea altor ramuri industriale precum industria oțelului, cimentului, fertilizatorilor și industria petrochimică, contribuind la crearea unei baze industriale solide. O nouă orientare a Qatarului în domeniul investițiilor vizează asigurarea necesarului alimentar al țării pe termen lung. Astfel, Autoritatea de Investiții a Qatarului a înființat o companie specializată în domeniu, care deja a antamat proiecte în regim mixt în agricultura și zootehnia altor țări (SUA, Sudan, Rusia, etc.)

Investițiile Qatarului sunt alocate prioritar către 3 sectoare: infrastructură, sănătate și educație. Evenimentele internaționale găzduite de Qatar, îndeosebi Cupa mondială din anul 2022, necesită investiții însumate de 200 mld USD, aferent perioadei 2014 – 2022, ceea ce înseamnă, făcând un calcul elementar, că țara investește, în medie, săptămânal 500 mil. USD.

În cadrul investițiilor, sistemele de climatizare a spațiilor închise de orice natură, începând de la clădiri de



Statul Qatar

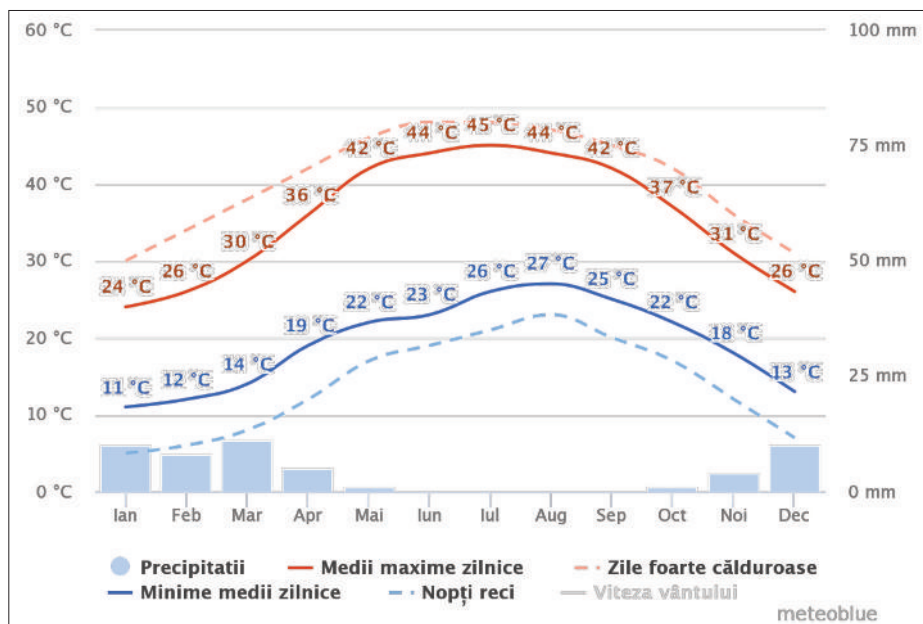
locuit la stadioane și pasarele stradale, ocupă un segment foarte important și strict controlat.

Doha are o climă caldă tipică deșertului (clasificarea climatică Köppen BWh). Vara este foarte lungă, din mai până în septembrie, când temperaturile sale medii

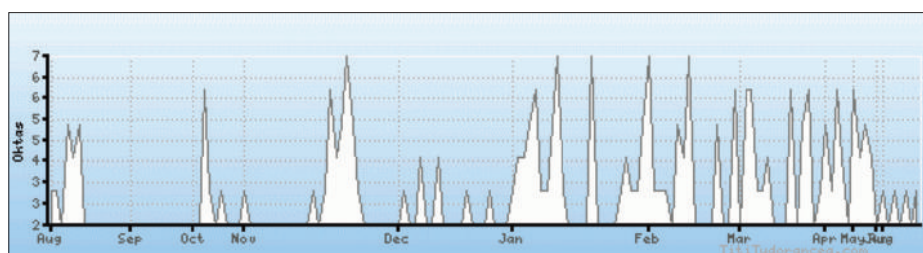


Macarale peste tot în Doha

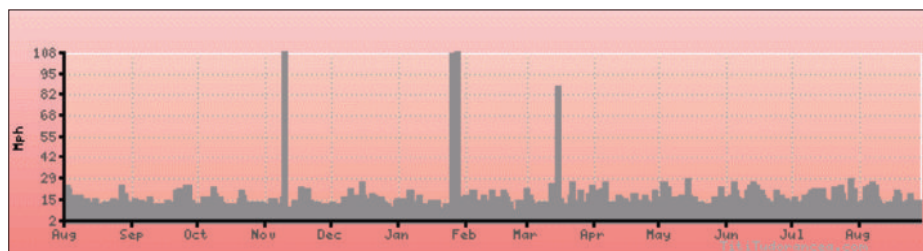
VENTILARE-CLIMATIZARE



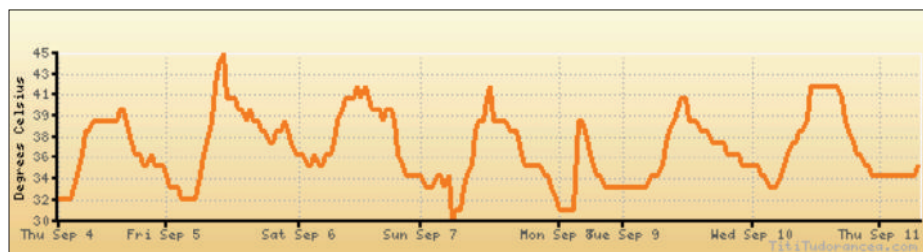
Temperaturi și precipitații medii în Qatar (în ultimii 15 ani)



Nebulozitatea cerului (la data începerii lucrărilor de proiectare 1 august 2013)



Viteza maximă a aerului (la data începerii lucrărilor de proiectare - 1 august 2013)



Grafic variație temperatură în perioada 4 septembrie - 11 septembrie

depășesc 38 °C și adesea se apropie de 45 °C (113 °F). Umiditatea este de obicei cea mai scăzută în lunile mai și iunie. Pe tot parcursul verii, orașul nu înregistrează aproape nici o precipitație și mai puțin de 20 mm (0,79 in) în alte luni. Precipitațiile sunt rare, la un total de 75 mm (2.95 in) pe an, care se încadrează în zilele izolate, în special între octombrie și martie. Iarna când este rece temperatura rar scade sub 7 °C.

Qatarul are propriile norme de proiectare a lucrărilor de construcții și instalații iar acolo unde acestea nu au acoperire sunt acceptate normele din Anglia sau Statele Unite ale Americii.

QCS 2010 (Qatar National Construction Standards 2010) este setul de norme după care s-au realizat proiectele până în anul 2014 când acestea au fost revizuite. QCS 2010 conține 28 capitole generale din care pentru

În Qatar, KAHRAMAA este o societate care are privilegiul de a fi singurul proprietar și operator al sistemului de transport și de distribuție (TDSOO) pentru sectorul energiei electrice și al apei. Qatar General Electricitate și Apă, Corporation "KAHRAMAA" a fost înființată în iulie 2000 în conformitate cu Legea 10 pentru a reglementa și menține furnizarea de energie electrică și apă pentru clienți.

KAHRAMAA cumpără, distribuie și vinde electricitate și apă după cum urmează:

a. Formularea acordurilor de achiziție a energiei și a apei (PWPA) și furnizarea suportului tehnic și corporativ necesar pentru înființarea unor asociații de generare și desalinizare.

b. Să construiască și să exploateze rețele de transport și distribuție a energiei electrice și a apei în statul Qatar.

c. Stabilirea planurilor și programelor pentru dezvoltarea rețelelor de transport și distribuție a energiei electrice și a apei.

d. Să stabilească reglementări, standarde și coduri de practică pentru alimentarea cu energie electrică și apă a clădirilor și a instalațiilor.

e. Furnizarea de servicii de consultanță legate de activitățile și operațiunile sale.

Misiune: furnizarea de electricitate și apă de înaltă calitate și durabilă pentru o viață mai bună în Qatar.

Până în 2030, oamenii, activele, sistemele și procesele vor stabili un punct de referință global pentru performanță, inovație tehnologică, durabilitate ecologică și responsabilitate socială în sectorul electricității și apei.

2. Prescripții de proiectare și execuție a lucrărilor de construcții și instalații

VENTILARE-CLIMATIZARE

instalații s-au folosit în general următoarele:

- secțiunea 1 - General
- secțiunea 7 - Green Constructions
- secțiunea 8 - Sewerage
- secțiunea 9 - Mechanical and Electrical Equipment
- secțiunea 10 - Instruction, Control and Automation
- secțiunea 11 - Health and Safety
- secțiunea 15 - Thermal Insulation of Building
- secțiunea 19 - Plumbing Work
- secțiunea 20 - Drainage Works for Buildings
- secțiunea 21 - Electrical Works
- secțiunea 22 - Air Conditioning, Refrigeration and

Ventilation

- secțiunea 23 - Fire Fighting and Fire Fighting System

În general, temperaturile interioare din clădirile publice sau hoteluri se cer a fi de 22 - 23 °C iar gradul de izolare termică cerut este mai mic decât cel din țările europene.

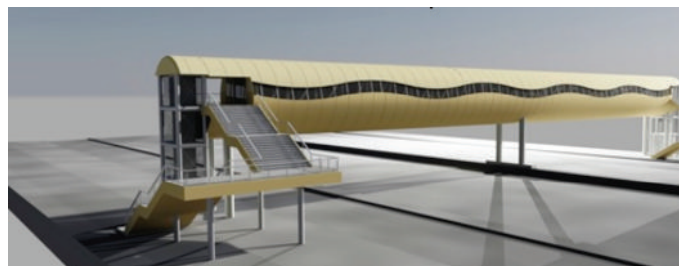
3. Studiu de caz – climatizarea unei pasarele pietonale închise

În zonele industriale, peste drumurile de mare viteză se construiesc cca. 20 pasarele închise, care au o lungime de cca. 110 m și un diametru al tubului care închide pasarella de cca. 7 m, flux de oameni 150 persoane/oră. Pentru aceste investiții S.C. Romexim Plus SRL a proiectat instalațiile interioare de climatizare, electrice, preluare ape pluviale, BMS etc.

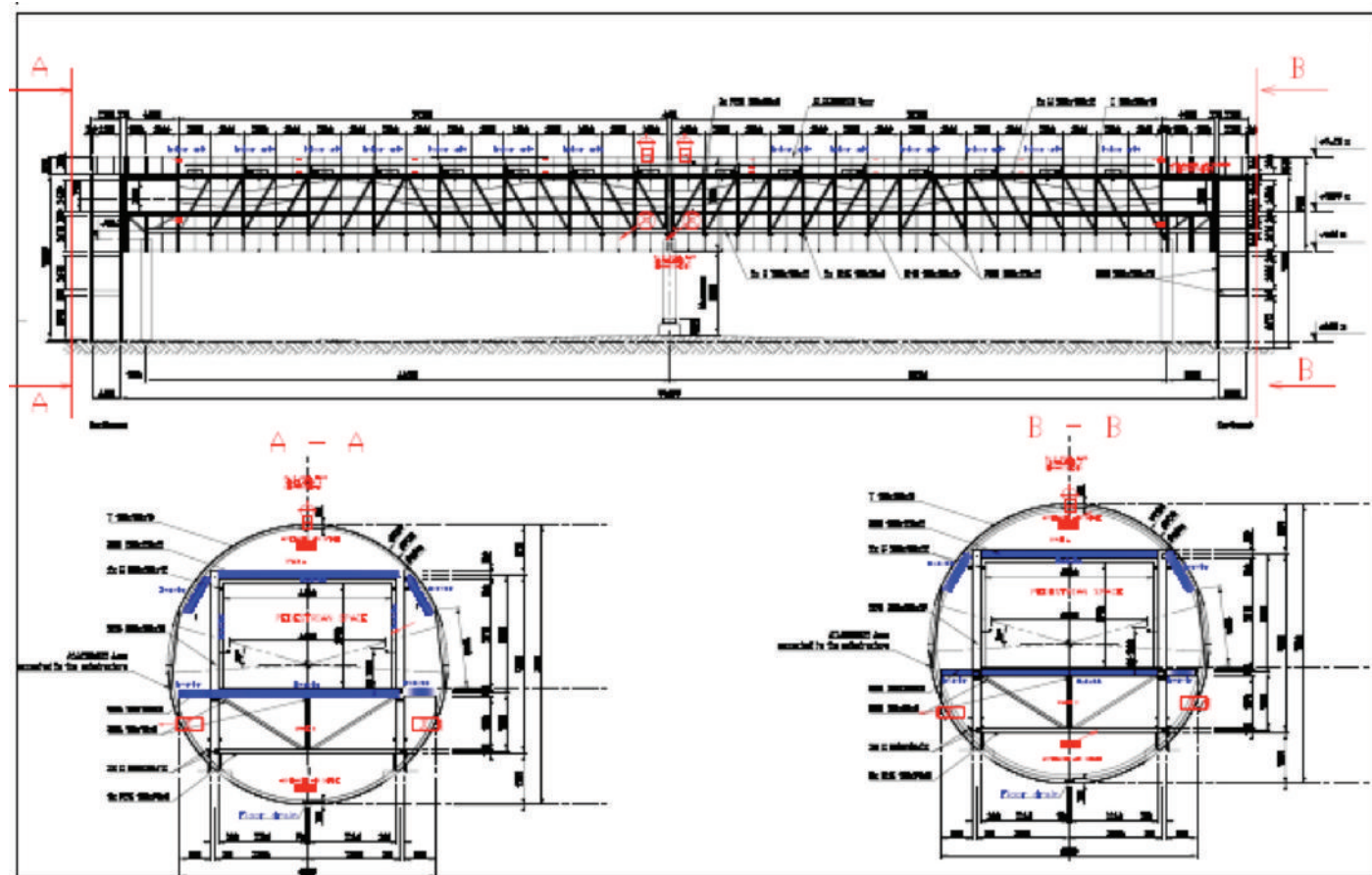
Pentru instalațiile de ventilație/condiționare, unde s-a cerut temperatura interioară de $23 \pm 1^\circ\text{C}$, se folosește sistemul de climatizare tip multi VRF (variabile refrigerant fluid) sau VRV (variabile refrigerant volum) care constă din unitate exterioară (agregat frigorific) și mai multe unități interioare (cum ar fi spliturile prevăzute cu filtre) care preiau/cedează căldura din/în interiorul tunelului. Agentul frigorific este freonul, care este condus la unitățile interioare prin conducte izolate, montate în spațiul tehnic.

Unitățile interioare preiau aerul din interior și, după ce-l trec prin filtrele din dotare, îl răcesc în baterii (cu rol de vaporizatoare) și apoi îl refulează din nou în spațiul ce trebuie climatizat.

Condensul care se formează la funcționarea unităților interioare se va evacua într-o conductă de colectare, după care se va evacua în exterior.



Izolația carcasei este slabă iar propunerile noastre de a îmbunătăți gradul de izolare termică au fost neglijate de antreprenorul general, din motiv că nu se poate modifica



Propunere instalație de ventilație a spațiilor închise-neexecutată

VENTILARE-CLIMATIZARE

contractul. De asemenea, ținând cont de normele englezești, s-a propus a se realiza temperaturile interioare variabile, mai mici decât cele exterioare cu cca.10 °C, astfel încât șocul termic resimțit de pietoni să fie cât mai mic atunci când trec prin pasarelă.

Soluția de alimentare cu energie electrică este în conformitate cu standardele europene și alimentează sistemul de iluminat+prize, HVAC, UPS.

În cazul pierderii alimentării normale pentru UPS s-au considerat următorii timpi de alimentare pentru următoarele sisteme:

- sistem de detecție incendiu – 4 ore
- sistem de stingere incendiu – 4 ore
- sistem de CCTV – 8 ore
- sistem de BMS – 8 ore
- sistem de comunicații – 8 ore
- sistem clapete de ventilație – 4 ore
- sistem de acționare uși – 2 ore
- iluminat de evacuare – 1 oră

Șef proiect pentru aceste investiții a fost dr.ing. Mateescu Ioan de la S.C. Romexim Plus SRL București iar

ing. Cerel G. a proiectat partea de electrice. Ing. Sariman Ismail este MEP Construction Manager la EGIS RAIL International pentru metroul din Doha.

În fotografii este o pasarelă pietonală din zona industrială la faza de recepție.



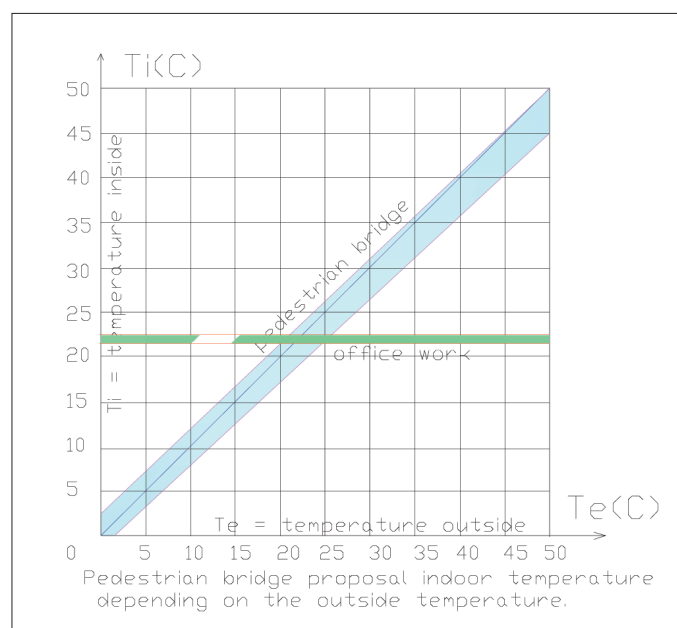
Vedere generală pasarelă (foto ing. Mateescu Monica)



Vedere pasarelă spre dreapta (se văd unitățile exterioare de climatizare) (foto ing. Monica Mateescu)



Vedere pasarelă spre stânga (foto ing. Monica Mateescu)



Propunere de funcționare cu temperatura interioară variabilă în funcție de temperatura exterioară – variație liniară

Stabilirea performanțelor termice ale clădirilor prin metode experimentale

Despre termografia în infraroșu

Ing. Alexandru PETCU, Craiova

În ceea ce privește starea de confort a ocupanților unei incinte, este important de amintit faptul că această senzație depinde de temperatura aerului dar și de cea a pereților, de umiditatea aerului interior, precum și de viteza de mișcare a aerului.

În același timp, în urma unor analize și investigații detaliate asupra clădirilor supuse expertizelor energetice, se pot stabili performanțele reale ale clădirilor privind protecția termică și consumul de energie.

Aceste evaluări pot fi realizate calitativ, pe bază de investigații experimentale sau prin calcul. Metodele de investigare experimentală reprezintă o soluție pertinentă în cazul în care se constată abateri de la prevederile inițiale ale proiectului privind elementele de construcție ce constituie anvelopa dar și pentru evaluarea degradărilor produse de trecerea timpului.

Mijloacele experimentale prin care putem obține informații pot fi adaptate pentru a preleva probe pe teren care vor fi studiate ulterior în laborator sau măsurărilor „in situ” nedistructive.

În privința probelor prelevate pe teren, caracteristicile ce pot fi determinate în laborator sunt umiditatea materialelor, densitatea acestora precum și gradul de degradare a materialelor. Această abordare are avantajul de a permite obținerea unor informații foarte detaliate despre starea de uzură fizică a elementelor de construcție dar prezintă marele dezavantaj de a fi dificil de realizat.

Metode nedistructive cu prelevare de date „in situ” se bazează pe utilizarea mai multor instrumente experimentale precum umidometrul, fluxmetrul, termocuple.

Pentru determinarea abaterilor de la proiectul inițial sau a problemelor survenite pe parcurs este necesară o identificare corectă a zonelor „problemă”. Evoluția spațială și temporală a temperaturii pereților este dificil de urmărit. Totuși, acest lucru este posibil prin mai multe tehnici experimentale mai mult sau mai puțin performante. Dintre acestea amintim metoda bazată pe realizarea unei rețele de noduri pe suprafața interioară și exterioară a unui perete și dispunerea unor sonde de temperatură de tip termocuplu sau termosondă, obținând

astfel o repartitie a temperaturii în diferite puncte ale peretelui. Acest procedeu presupune luarea în considerare a două ipoteze simplificatoare importante și anume faptul că temperatura este omogenă pe toată suprafața peretelui dar și neglijarea influenței punților termice. De asemenea, o altă metodă este bazată pe studiul unei imagini ce conține informații despre temperatura peretelui (în mod special temperaturile suprafețelor ce îmbracă punțile termice). Această metodă este posibilă prin utilizarea unei camere de tip infra-roșu, cu ajutorul căreia putem obține informații calitative despre zone de pe suprafața unui perete până la urmărirea evoluției temperaturii pentru suprafețe de dimensiuni importante, precum pereții unei încăperi sau ai unui imobil.

Tehnica infraroșu permite identificarea zonelor de punți termice, a zonelor neizolate corespunzător sau chiar a zonelor în care izolația nu a fost bine montată.

În figura 1 prezentăm câteva exemple de aplicații utilizând termografia infraroșu pentru identificarea problemelor ce apar la nivelul anvelopei clădirilor.

Pentru a înțelege principiul de funcționare al unei astfel de metode de investigare experimentale este necesar să amintim câteva principii de bază privind radiația cu

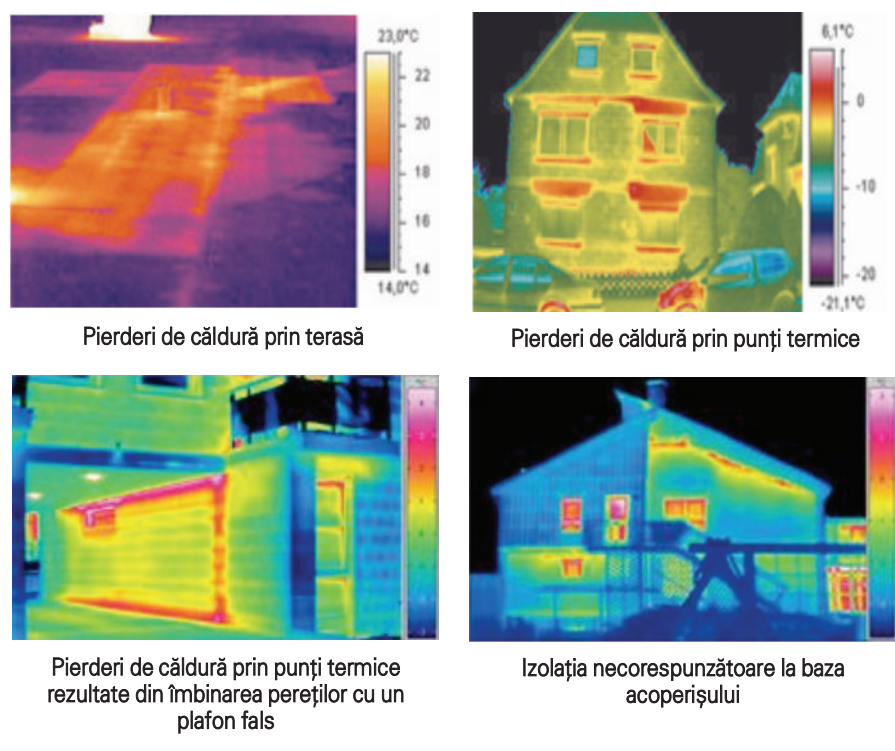


Figura 1: Exemple de aplicații infraroșu

TERMOGRAFIE

precizări suplimentare asupra domeniului infraroșu. În continuare, prezentăm un scurt istoric al evoluției acestor aparate dar și parametrii necesari pentru evaluarea performanțelor acestor sisteme. Tot în acest subcapitol sunt prezentate și problemele ce apar la înregistrarea temperaturii pereților de dimensiuni importante utilizând tehnica infraroșu.

Metoda termografiei infraroșu

Noțiuni introductive

Termografia reprezintă o tehnică prin care putem obține imaginea unor obiecte prin intermediul radiației emise. Aceste imagini poartă numele de termograme.

Astfel, prin intermediul termografiei putem obține mai întâi o imagine calitativă a repartiției radiației emise dar și o reprezentare cantitativă a temperaturii obiectului studiat. În același timp, trebuie precizat faptul că imaginea unei termograme nu depinde numai de temperatura corpului studiat ci și de alți factori legați de mediul înconjurător.

De exemplu în figura 2 este prezentată termograma unei mâini la 32°C așezată pe suprafața unei mese care are 21°C. După o analiză a acestei imagini se observă reflexii de jur împrejurul mâinii. În acest caz este limpede faptul că semnalul camerei infraroșu nu depinde numai de radiația emisă de mână dar și de radiația reflectată, provenind de la mediul înconjurător. Astfel, radiația emisă de mână și receptată de camera infraroșu traversează atmosfera, aceasta din urmă nefiind complet transparentă, în consecință transmisia este influențată de mediul înconjurător. Apoi în camera infraroșu, semnalul trece printr-un dispozitiv optic înainte de a ajunge la captorul de radiație infraroșie numit detector.

Acesta din urmă transformă radiația incidentă absorbită într-un semnal electric care este în cele din urmă afișat sub forma unei imagini video vizibile, termograma. Aceste procese pot fi reprezentate în figura 3.

Putem defini într-o manieră generală radiația ca fiind totalitatea schimburilor de energie efectuate la distanță între corpuri prin intermediul undelor electromagnetice.

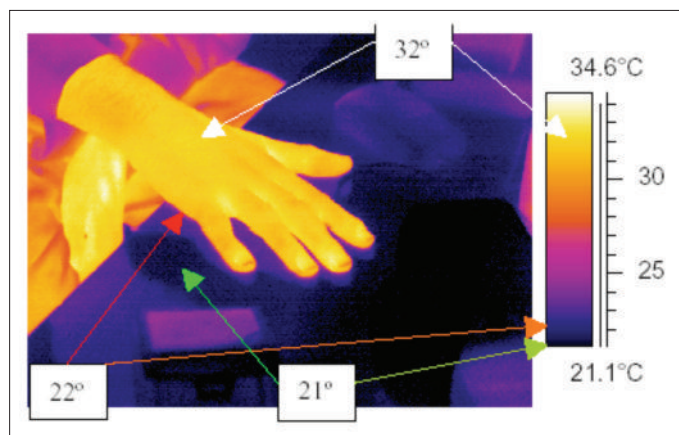


Figura 2: Termograma unei mâini

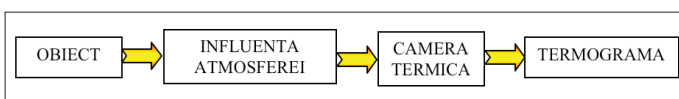


Figura 3: Traseul semnalului de la obiect la termogramă

Aceste schimburi de energie se manifestă sub forme diferite: unde hertziene, luminoase, termice, raze X, gama sau cosmice.

Noțiunea de radiație termică este strâns legată de faptul că radiația emisă se datorează temperaturii.

Astfel undele sunt utilizate în funcție de proprietățile pe care le au pentru diferite lungimi de undă. Termenul infraroșu vine de la faptul că spectrul acestei unde începe imediat după limita roșu a domeniului vizibil. Prefixul „infra” este asociat conținutului și nu lungimii de undă.

Trebuie precizat că limita stângă a bandei infraroșu atinge spectrul vizibil, în timp ce de partea celeilalte frontiere se regăsesc microundele, în gama milimetrică.

Banda infraroșie se regăsește deseori împărțită în 4 sub-benzi:

Infraroșu apropiat:	0,75 – 3 μm
Infraroșu mediu	3 - 6 μm
Infraroșu îndepărtat	6 – 15 μm
Infraroșu extrem	15 - 1000 μm

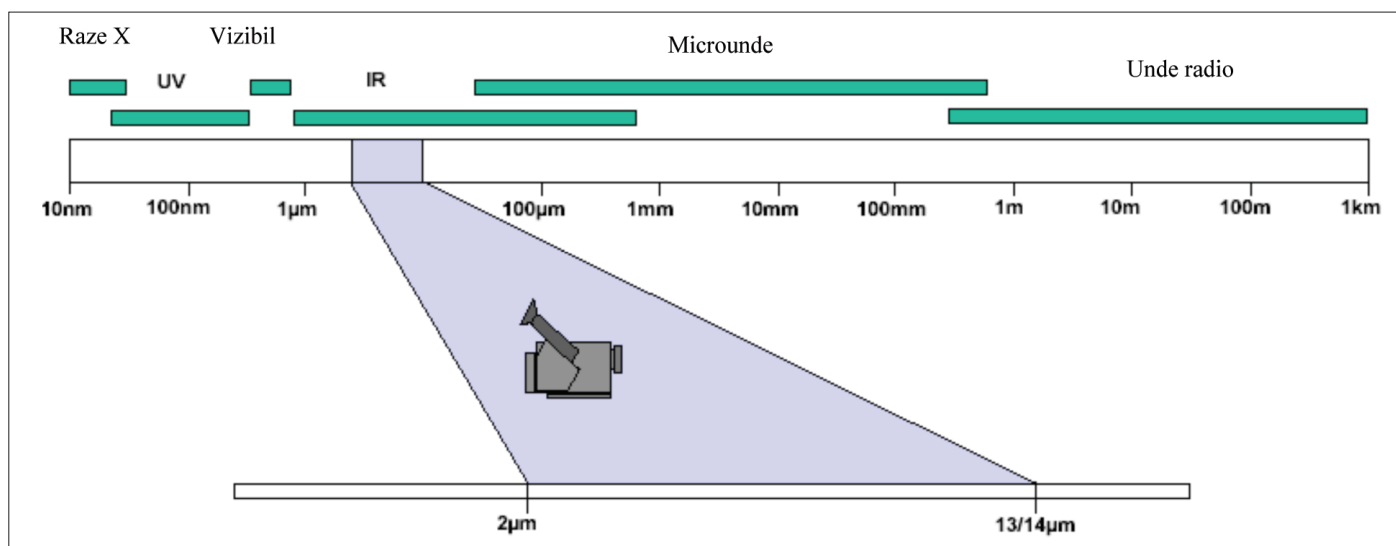


Figura 4: Domeniul undelor electromagnetice

TERMOGRAFIE

Termografia infraroșu folosește o bandă spectrală mult mai redusă și anume cuprinsă între 2 și 13/14 μm , în funcție de tipul detectorului infraroșu.

Radiația incidentă la nivelul unui corp (suprafețe) este caracterizată de trei componente:

- componenta absorbită, reprezentată prin coeficientul de absorbție $\alpha = \Phi_a/\Phi_i$;
- componenta reflectată, reprezentată prin coeficientul de reflexie $\rho = \Phi_r/\Phi_i$;
- componenta transmisă (pentru un corp transparent), reprezentată prin coeficientul de transmisie $\tau = \Phi_t/\Phi_i$.

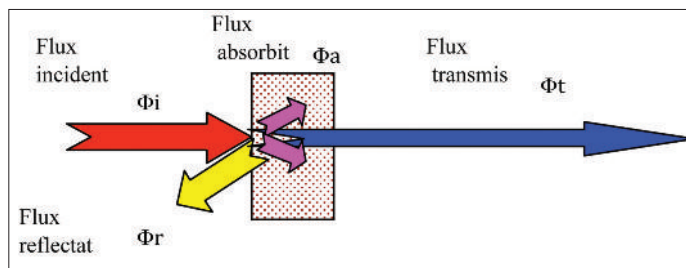


Figura 5: Bilanț radiație

Astfel se obține următoarea relație:

$$R = \alpha R + \rho R + \tau R \quad (1)$$

simplificând cu R, această devine

$$\alpha + \rho + \tau = 1 \quad (2)$$

Așadar, un obiect complet opac este caracterizat de $\tau = 0$. O oglindă perfectă este caracterizată de $\rho = 1$, aceasta neabsorbind și netransmițând nimic, $\alpha = 0$ și respectiv $\tau = 0$, ceea ce înseamnă de fapt că radiația incidentă este egală cu radiația reflectată.

Pe de altă parte, un corp este caracterizat de $\rho = 0$ și $\tau = 0$, înseamnă ca nici nu transmite nici nu reflectă nimic către mediul înconjurător, el absoarbe tot, adică $\alpha = 1$. Acest corp poartă numele de **corp negru**, corp inexistent în realitate dar a cărei existență fictivă permite scrierea legilor fizice caracterizând fenomenul de radiație. În ceea ce privește materialele absorbante trebuie menționat că putem atinge un procent de maxim 99,97% dar niciodată 100%. În mod asemănător nici oglinzile nu pot avea un coeficient de reflexie mai mare de 98% iar materialele transparente pot fi caracterizate de un coeficient de transmisie de 99% pentru anumite condiții de utilizare cu totul speciale și pentru anumite zone ale benzii spectrale. În concluzie, toate materialele reale sunt caracterizate de cei trei coeficienți: transmisie, absorbție și reflexie.

În aceste condiții se impune existența unui corp negru perfect pentru aplicații termografice. De fapt, amintind legea conservării energiei și admitând că sistemul este închis, energia absorbită de un corp negru trebuie restituită în totalitate către mediul înconjurător. Astfel putem considera că absorbția este egală cu emisia sau altfel spus corpul negru emite tot ce absoarbe. Această egalitate transpune legea lui Kirchhoff.

$$\alpha = \varepsilon = 1 \quad (3)$$

unde ε reprezintă emisivitatea.

Relația (120) poate fi scrisă sub forma:

$$\varepsilon + \rho + \tau = 1 \quad (4)$$

Pentru un material opac ($\tau = 0$) această relație de calcul simplificată devine:

$$\varepsilon + \rho = 1 \text{ sau } \rho = 1 - \varepsilon \quad (5)$$

În această situație se observă că reflexia devine complementul unitar al emisivității.

Probleme legate de emisivitatea materialelor în termografie

Pentru aplicații de tip termografie infraroșu, singura mărime măsurată este puterea radiată, care scrisă conform legii lui Planck depinde de emisivitatea corpului vizat:

$$M_\lambda = \frac{dR(\lambda, T)}{d\lambda} = \frac{2\pi h C^2}{\lambda^5 (e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1)} = \varepsilon(\lambda) \frac{dR_{cn}(\lambda, T)}{d\lambda} \quad (6)$$

În același timp, este cunoscut faptul că emisivitatea depinde de parametri precum direcția de observare față de suprafața radiativă, de temperatura suprafeței dar și de starea suprafeței. Pentru o incidentă normală la suprafață, emisivitatea unui material este dată de relația următoare:

$$\varepsilon(T) = \frac{1}{\sigma T^4} \int_0^\infty \varepsilon(\lambda) \frac{dR(\lambda, T)}{d\lambda} d\lambda \quad (7)$$

Se observă că evaluarea unui parametru implică cunoașterea celorlalți și pentru astfel de situații asimilarea unui corp cu un corp cenușiu este foarte utilă, întrucât pentru un corp cenușiu emisivitatea este o constantă independentă pentru banda spectrală.

Probleme legate de reflectivitatea materialelor în termografie

Considerând un obiect supus radiației incidente, urmărirea comportamentului său fizic prin intermediul camerei infraroșu este dificil de realizat. În primul rând obiectul reflectă o parte din radiația primită din mediul înconjurător, dar transmite o altă parte și nu în ultimul rând emite propria sa radiație. În aceste condiții, determinarea temperaturii obiectului printr-o cameră infraroșu se face urmărind energia totală ce provine de la acest element, sau altfel spus emitanța totală M:

$$M = \int_{\Delta\lambda} \rho_a(\lambda) \frac{dR(\lambda, T_a)}{d\lambda} d\lambda + \int_{\Delta\lambda} \tau_f(\lambda) \frac{dR(\lambda, T_f)}{d\lambda} d\lambda + \int_{\Delta\lambda} \varepsilon_0(\lambda) \frac{dR(\lambda, T_0)}{d\lambda} d\lambda \quad (8)$$

unde:

- T_a este temperatura ambiantă,
- T_f este temperatura de fond,
- T_0 este temperatura elementului în chestiune

Dacă elementul este opac atunci $\tau(\lambda)$ este nul și fracția de radiație prin transmisie este în consecință nulă. În plus

TERMOGRAFIE

dacă T_0 este mai mare decât T_a atunci primul termen din relația (14) este neglijabil. Astfel este necesar să se cunoască doar valoarea lui ϵ_0 pentru a determina temperatura T_0 .

Pe de altă parte, problema devine mult mai complexă dacă elementele înconjurătoare se află la temperaturi diferite. În acest caz, radiația proprie a obiectului este perturbată de reflexia radiației proprii, de temperatura T_e și emisivitatea ϵ_e . Dacă R_e este factorul de reflexie al obiectului, determinat pentru radiația perturbatoare, factorul de eroare este proporțional cu T_e , ϵ_e și R_e . Dacă T_e este mai mare decât T_0 și R_e este diferit de zero, atunci acest factor trebuie neapărat luat în considerare.

Caracteristici ale sistemelor de măsură pentru termografia infraroșu

Termografia infraroșu reprezintă o tehnică nedistructivă ce permite obținerea imaginii termice observată în domeniul spectral infraroșu. Altfel spus, termografia infraroșu permite vizualizarea gradientilor de temperatură ce nu pot fi detectați în spectrul vizibil.

Astfel ochiul omului poate vedea căldura pentru temperaturi foarte ridicate cum ar fi soarele la 6000°C, filamentul incandescent la 2200°C, fierul înroșit la 600°C dar pentru temperaturi scăzute sub 500°C ochiul uman nu este adaptat. Utilizarea captorilor de radiație infraroșu (3,6 – 13 μm) conduc la convertirea radiației termice în imagine termică și permit integrarea temperaturilor sub forma unei termograme.

În funcție de utilizare, termografia infraroșu poate fi folosită ca:

- metodă de apreciere vizuală a unui fenomen;
- procedeu de măsură.

Evoluția aparatelor tinde să crească în urma numeroaselor și fructuoaselor studii de cercetare efectuate în acest domeniu, astfel încât astăzi s-a trecut de la un nivel de evaluare calitativ la unul mult mai detaliat și anume un nivel cantitativ.

Cu toate acestea, termografia infraroșu rămâne totuși un procedeu care necesită foarte mulți parametri pentru a obține rezultate cât mai exacte posibil despre temperatură sau emisivitate.

Evoluția acestor sisteme de măsură demonstrează totodată dorința de a obține rezultate la fel de performante ca și pentru spectrul vizibil. În acest context, performanțele sistemelor infraroșu trebuie să răspundă unor exigențe din ce în ce mai riguroase precum:

- sensibilitate termică (NETD) cât mai bună ($< 0,1^\circ\text{C}$) - diferențe foarte mici de temperatura pot duce la identificarea unor probleme majore;
- existența unei game cât mai largi de lentile (ideal lentile interschimbabile) deoarece sunt dese situațiile în care este necesară scanarea unui obiect mare aflat la distanță mică și este necesar să îl cuprindem integral într-un cadru (superangular) sau a unui apartament situat la distanță mare (teleobiectiv);
- rezoluția imaginii cât mai mare (numărul de pixeli) – cu cât rezoluția optică a imaginii este mai mare, cu atât

există mai multe informații și se pot detecta defecte invizibile pentru alte camere;

- ecran color de mari dimensiuni – decizia asupra existenței sau nu a unui defect se ia de obicei în timpul scanării iar pe un ecran mic nu se poate vedea prea mult și există riscul trecerii cu vederea;
- autonomie mare de utilizare a camerei;
- gamă extinsă de temperatură ambiantă –scanările de multe ori se fac și iarna;
- grad de protecție al carcasei cât mai mare (min. IP54) deoarece se poate lucra de multe ori și în condiții dificile, cu ploaie și zapadă;
- greutate mică a camerei (sub 1kg pentru camerele medii ca performanțe);
- format prietenos al imaginilor;
- postprocesarea imaginilor (posibilitatea de a analiza temperatura în orice punct a imaginii);
- ameliorarea calității imaginii, altfel spus rezoluție spațială în număr de detectori în matrice;
- reducerea rezoluției termice;
- obținerea unei rezoluții temporale compatibile cu un standard video, 25 – 50 secvențe /secundă.

Domenii de utilizare a termografiei infraroșu

Termografia infraroșu poate fi utilizată în foarte multe domenii, pornind de la medicină și ajungând până la aplicații militare. Printre aplicațiile acestei metode de investigare experimentală enumerăm:

- mecanica fluidelor;
- mecanica solidelor;
- determinări de caracteristici mecanice și termice;
- caracterizarea fenomenelor electromagnetice;
- probleme legate de mediu;
- inspecții ale instalațiilor electrice (analiza și localizarea problemelor de conexiuni electrice, dezechilibru de faze, oxidarea cablurilor, probleme de subdimensionare);
- analiza vibratorie a echipamentelor mecanice (motoare, pompe, compresoare, etc.);
- identificarea problemelor datorate inexistenței izolației termice și a transferului de căldură (izolări defectuase, punți termice, zone de umiditate ridicată, conducte înfundate, pierderi de fluide, etc.).

Termografia infraroșu ca mijloc de măsurare a temperaturii

Într-o manieră generală, camera infraroșu este formată din două părți și anume partea de optică și partea legată de detector. În ceea ce privește materialele optice care compun camera infraroșu, trebuie amintit că radiația infraroșu are proprietăți similare cu ale luminii vizibile, vis-a-vis de refracție și reflexie, ceea ce înseamnă că partea optică destinată vizibilului și cea destinată aplicațiilor infraroșu sunt realizate după reguli comune. Cu precizarea că totuși materialele utilizate pentru domeniul vizibil sunt în anumite situații prea opace. Pentru aceste situații se folosește siliciu sau germaniu, prezentând avantajul de a fi solide și ușor de prelucrat în formă de lentile.

TERMOGRAFIE

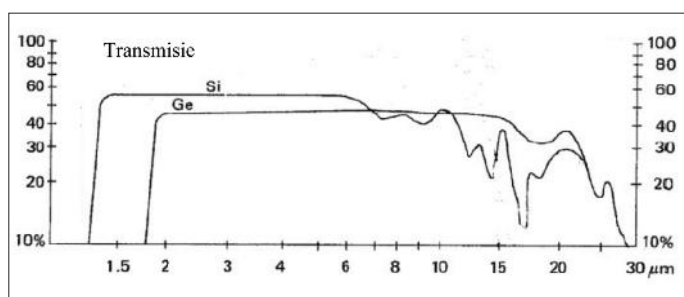


Figura 6: Transmisie pentru siliciu și germaniu

În figura 6 este prezentat un grafic cu valorile coeficientului de transmisie în funcție de lungimea de undă.

Deși atât siliciu cât și germaniu pot fi utilizate pentru aplicații de lungime de undă scurtă și mare, se preferă utilizarea siliciului pentru unde scurte și germaniul pentru lungime de undă mare.

Reflexia și refracția

Așa cum s-a menționat mai sus, pentru orice corp radiația incidentă se împarte în trei componente – absorbită, reflectată și transmisă. În figura următoare reprezentăm doar ultimele două componente:

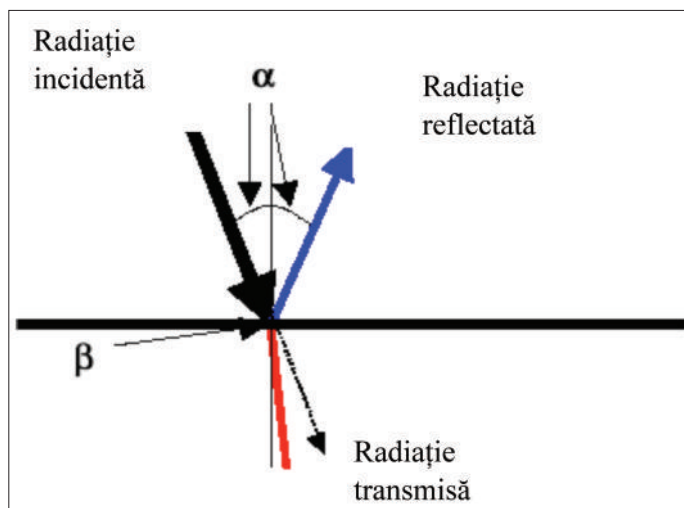


Figura 7: Dioptru

La frontiera dintre două materiale (dioptrul) se poate spune că nu există conservarea radiației transmise. Acest fenomen ce poartă numele de refracție este prezintă un indice caracterizând evoluția unghiurilor α și β . Indicele de refracție notat cu n este o valoare spectrală care este egal cu 1 pentru vid. Pentru materiale mai dense valoarea sa crește între 1 și 4 (sticlă 1,5; diamant 2,42; apă 1,33), aceste valori fiind stabilite în raport cu vidul. Este important de precizat faptul că există și indici relativi, între două materiale, definiți în raport cu viteza de transmisie a luminii în materiale.

Valoarea ridicată a lui n permite realizarea lentilelor subțiri (Aer / Germaniu, $n=4$). Pe de altă parte un inconvenient major este pierderea importantă în termen de transmisie datorită reflexiei mari. În tabelul următor sunt

prezentate (în procente) pierderile în termen de transmisie în funcție de refracție.

Tabel: Pierderi prin transmisie în funcție de indicele de refracție

n	1,5	2	2,5	3	3,5	4
R%	4	11	18	25	31	36

Totuși există o soluție pentru ameliorarea transmisiei lentilelor și anume introducerea unor straturi intermediare anti-reflecție.

„Căptușire” cu straturi anti reflecție

În cazul unei lentile de germaniu, indicele n are o valoare de 4 pentru o lungime de undă de $2\mu\text{m}$. Dacă citim în tabelul de mai sus, observăm că pierderea pe partea de transmisie este de 36%. Dacă însă se dispune un strat subțire foarte transparent (grosime $0,25\mu\text{m}$) cu un indice $n=2$, transmisia devine aproape maximă fără pierderi. În figura următoare prezentăm curba cu evoluția spectrală pentru exemplul prezentat.

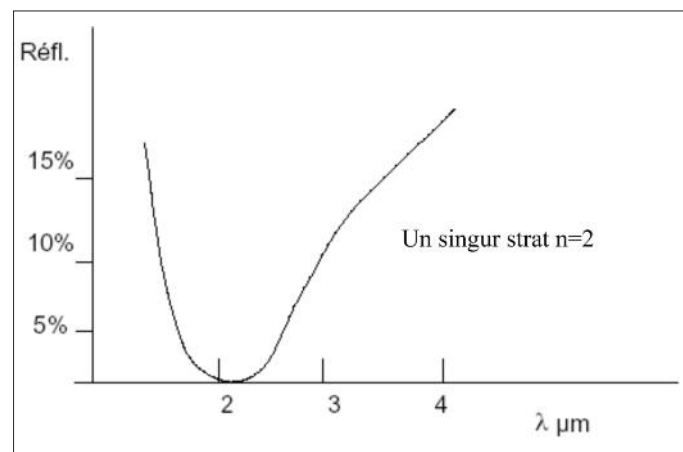


Figura 8: Căptușire antireflexie - monostrat

Un astfel de strat poartă numele de „peack-coating”, deoarece contribuie la optimizarea transmisiei pentru o singură lungime de undă. Dacă suprapunem mai multe straturi riguros alese, transmisia poate fi optimizată pentru benzi spectrale largi – „căptușire multistrat”. Această soluție reprezintă un mod de a ameliora transmisia energiei pentru camerele infraroșu sau altfel spus mărirea sensibilității termice.

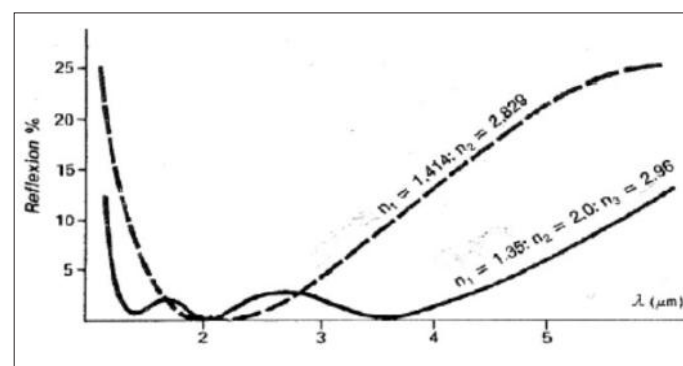


Figura 9: Căptușire antireflexie – multistrat

TERMOGRAFIE

În figura 9 prezentăm un ultim exemplu de captușire antireflecție, de data aceasta multistrat.

Filtre optice

O altă modalitate de a ameliora caracteristicile optice este tratamentul invers pentru creșterea reflexiei la o lungime de undă sau pentru o bandă largă. O selecție foarte riguroasă permite excluderea unor părți din spectru din partea transmisă, sau utilizarea filtrelor selective spectrale.

Dacă luăm drept exemplu sticla (a se vedea figura 10), care este transparentă la începutul benzii de unde scurte și apoi se opacizează. Aceasta devine complet opacă de la o lungime de undă de $5\mu\text{m}$.

Astfel, în funcție de banda spectrală, semnalul recepțat de camera infraroșu provine de pe suprafață (dincolo de $5\mu\text{m}$) sau de pe fundal (înainte de $2,5\mu\text{m}$). Acest

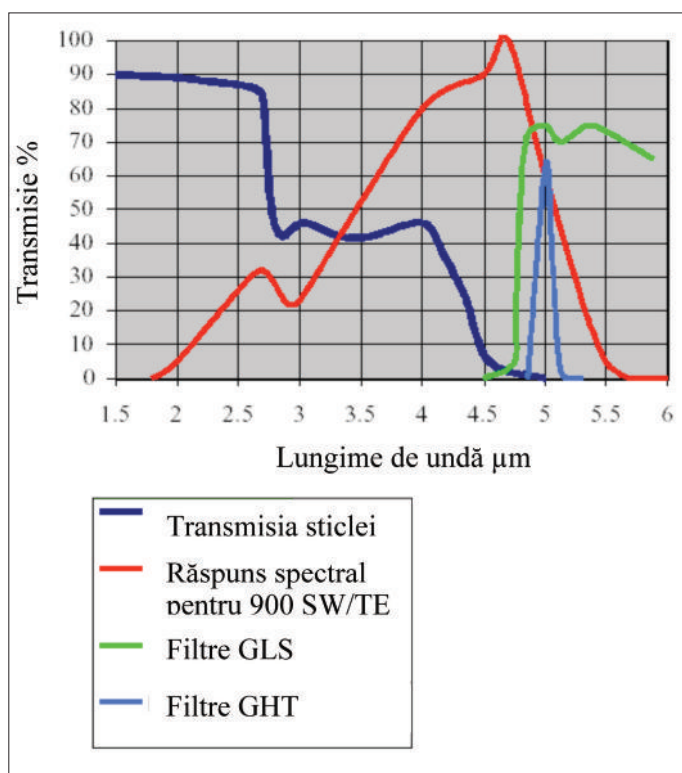


Figura 10: Exemple de filtre

principiu este utilizat în laboratoarele fabricanților de lămpi incandescente pentru a testa performanțele noilor produse.

Detectorul

Detectorul este elementul sensibil la radiația infraroșie. Rolul său este de a transmite un semnal electric proporțional indiferent de tipul său. Până în anul 1997, toate detectoarele trebuiau răcite la cel puțin -70°C , cel mai adesea până la -196°C (temperatura azotului lichid).

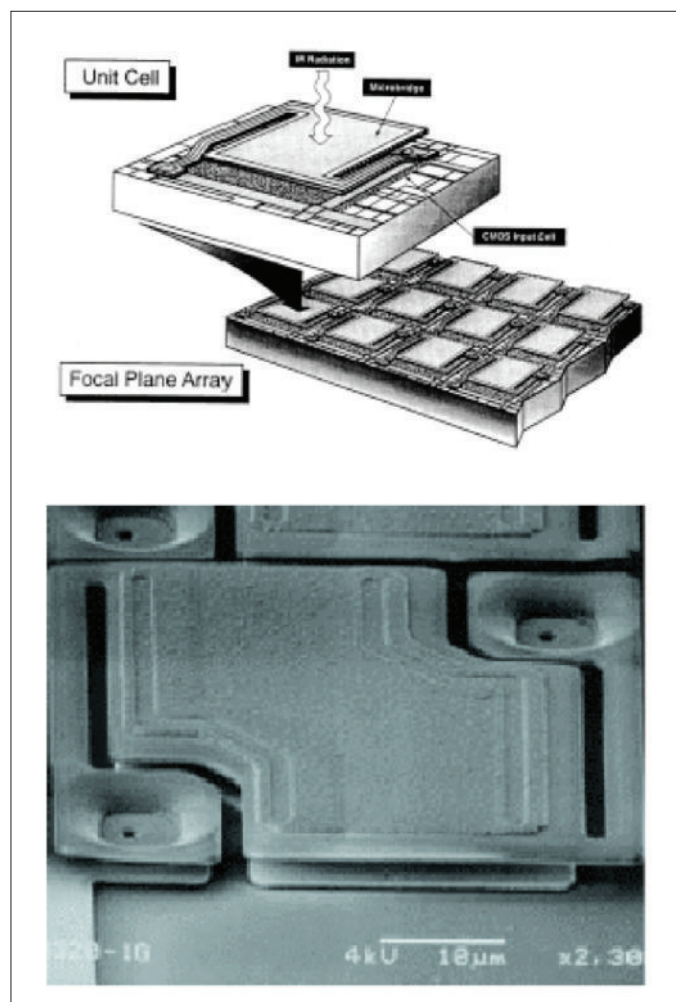


Figura 11: Celula bolometrică

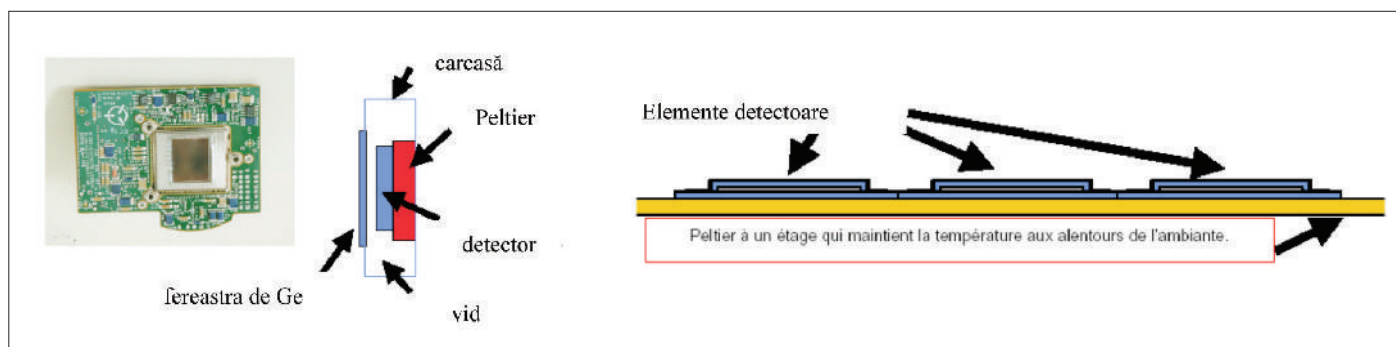


Figura 12: Schemă matrice de bolometre

TERMOGRAFIE

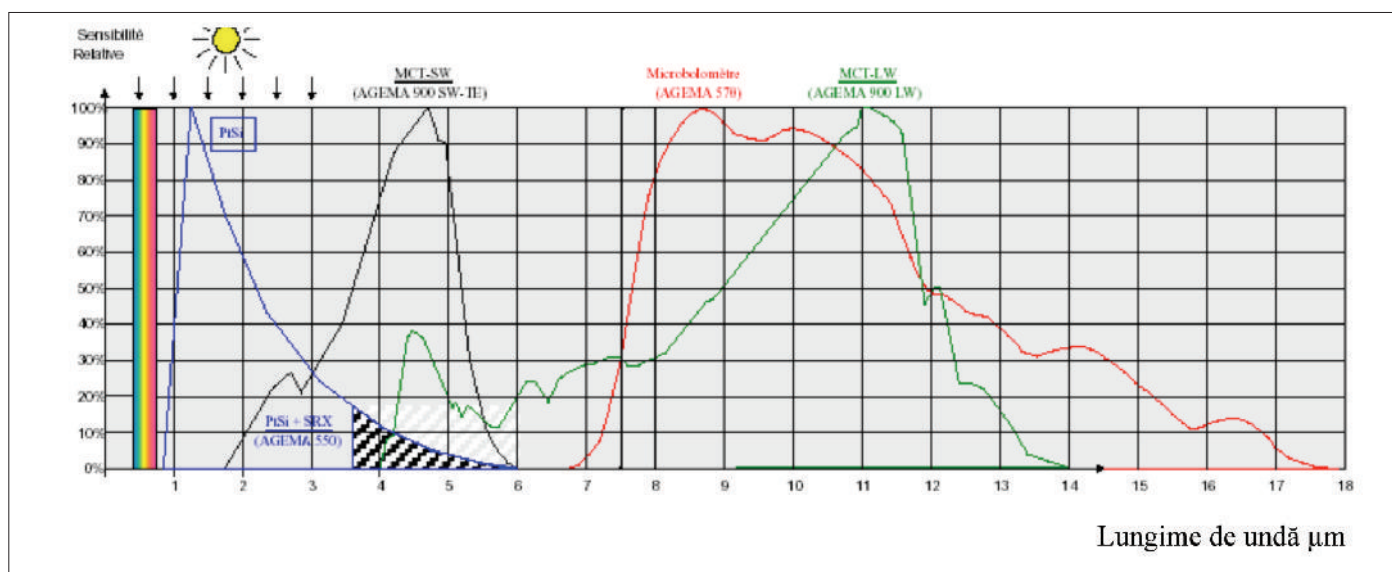


Figura 13: Răspunsuri totale ale sistemului

În 1997, AGEMA a devenit primul constructor care propunea o nouă generație de camere cu un detector nerăcit, cunoscut și sub numele de microbolometru. Microbolometrul este un element sensibil din siliciu amorf, permițând măsurarea radiației termice (microbolometrul este încălzit în timpul expunerii la radiația infraroșie iar variația de temperatură induce o variație a rezistenței electrice a sistemului).

În figura 11 prezentăm o mică parte dintr-o matrice completă, elementele fiind așezate la un pas de 46μm.

De fapt termenul de răcit este mai mult sau mai puțin exact, în realitate detectorul trebuie păstrat la 30°C printr-un sistem utilizând module termoelectrice Peltier.

Așadar un detector al matricei fixează în mod constant o zonă a unui obiect (starring array). După citirea semnalului electronica asociată detectorului se încarcă iar și astfel continuă cu o frecvență de 50 60 Hz. Timpul de integrare/citire este de ordinul a câteva milisecunde. Această valoare este de 20000 de ori mai mare decât cea a camerelor cu baleiaj și mono detector. Sensibilitatea acestora depinde direct de timpul de integrare/citire.

Răspunsul sistemului

Sensibilitatea unui sistem infraroșu depinde de un număr foarte mare de parametri. Într-o manieră generală putem trasa o reprezentare spectrală și una relativă (a se vedea figura 13).

Curba albastră corespunde unei camere ce dispune de o matrice PtSi și este sensibilă între 3,6 și 6μm; cea roșie corespunde unei camere bolometrice iar curbele neagră și verde sunt trasate pentru camere din vechea generație pentru lungimi de undă scurte și lungi.

Se poate remarca faptul că în cazul camerelor cu matrice sensibilitatea este mai mare către 8,5 μm în timp ce camera cu o matrice PtSi are sensibilitatea mai mare către 3,6μm.

Criteriul de clasificare a camerelor infraroșu poartă



numele de NETD (Noise Equivalent Temperature) – diferența de temperatură echivalentă perturbării.

Aplicarea corectă a măsurilor de optimizare energetică a cladirilor necesită realizarea unei expertize termice. O modalitate pertinentă în acest sens o reprezintă metodele experimentale dintre care se evidențiază termografia în infraroșu pentru care am prezentat pe larg noțiuni fundamentale, mod de aplicare precum și caracteristici ale sistemelor de măsură utilizate.

BIBLIOGRAFIE

K. CHRZANOWSKI - Problem of determination of effective emissivity of some materials in MIR range. In, Infrared Physics. Technology. 1995, Vol. 36, No 3, p. 679-684.

F. PAPINI, P. GALLET - Thermographie infrarouge - image et mesure. Paris : Masson, 1994

D. SADOT, AL - Incorporation of atmospheric blurring effects in target acquisition modelling of thermal images. In Infrared Physics Technology, 1994, Vol. 36, No 2, p. 551-564.

Selectarea celor mai indicate strategii de proiectare pentru clădiri tip "NZB" & biologic active

Conf. dr. ing. V. COTOROBAI, I.C. COTOROBAI, Th. MATEESCU - U. T. Gheorghe Asachi, Iași
Lec. S. I. NEGARĂ- U. T. din Moldova, S. BRATA - Universitatea POLITEHNICA, Timișoara

Recent lansata inițiativă internațională pentru un mediu construit durabil (iiSBE) se concentrează pe: reducerea consumurilor (energie, apă, ...) unei clădiri concomitent cu reducerea cantităților de deșeuri & noxe generate pe toată durata de viață a acesteia. Impunerea unor noi exigențe energetice pentru clădirile viitorului (nZEB și altele) necesită: a) revizuirea tuturor normelor referitoare la parametrii de proiectare ai acestora; b) selectarea celor mai potrivite strategii de asigurare a unui climat interior confortabil și de calitate. Mediul/Climatul interior din clădirile tip nZEB precum și performanțele globale ale clădirii pot fi puternic influențate de climatul exterior, caracteristicile geometrice și higro-termice ale clădirii, exigențele utilizatorilor și comportamentul acestora (activitate fizică, îmbrăcăminte) și nu în ultimul rând sistemele de instalații funcționale care servesc clădirea. În cadrul lucrării se prezintă o analiză a impactului diferitelor strategii de asigurare a confortului higro-termic, cu accent pe cele pasive, prin evaluarea aportului fiecărei strategii în asigurarea indicatorilor de confort interior stabiliți conform unor modele de confort dinamice/adaptive, (ASHRAE -55, ș.al.) și statice (Ex. Energy Comfort Californian Code). Analiza vizează identificarea celor mai bune strategii pasive de procurare a confortului, pentru diferite tipuri de clădiri și locații, prin exploatarea adecvată a corelației "date climatice – indicatori de confort/parametrii de confort interiori/zona de confort".

Imposing new energy exigency for the future buildings (nZEB & other buildings) requires, on the one hand, reviewing all the rules relating to design parameters thereof on the other hand strategies to ensure comfort in these buildings must be carefully analyzed and correctly considered within the rules as indoor climate, hygro-thermal comfort inside that it is influenced by external climate, building performance, user requirements and their behavior (physical activity, clothing). The paper presents an analysis the impact of different strategies insurance liabilities hygro-thermal comfort, by assessing the contribution of each strategy in providing indoor comfort indicators of established as models of static comfort (Energy Comfort Californian Code) and dynamic or adaptive, (55 ASHRAE, ...). The analysis aims at identifying the best strategies passive acquiring comfort for different types of buildings and locations by exploiting adequate correlation external climatic data - comfort indicators / comfort parameters internal / comfort zones.

1. Introducere

Deprecierea accelerată a mediului înconjurător a determinat intensificarea studiilor de cercetare prin care să se stabilească cauzele majore ale acestui eveniment precum și măsurilor posibile de stopare și redresare.

Fondul de clădiri și respectiv emisiile de CO₂ rezultate în urma procesului de ardere a combustibililor clasici în procesul de generare a energiei a fost identificat, mult timp, ca având o contribuție majoră în alterarea echilibrului ecologic terestru. În consecință s-au propus măsuri de reducere a degajărilor de CO₂ din acest sector care s-au dovedit a avea un impact pozitiv în ameliorarea procesului de acumulare a acestuia în atmosferă și respectiv o ameliorare a stratului de ozon protector al atmosferei terestre.

Specialiștii estimează că mai bine de un sfert din fondul de clădiri în exploatare la nivelul anului 2050 urmează a fi construit, ceea ce deschide un orizont promițător reducerii emisiilor de CO₂ prin controlul procesului de concepere a acestora. La nivelul UE s-

au fixat obiective de reducere ambițioase pentru CO₂, pe seama reducerii consumului de energie (la valori "aproape zero") obținută prin arderea combustibililor clasici la nivelul acestor clădiri, respectiv: reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, până în 2050, cu cca. 80% față de nivelul anului 1990; creșterea securității în alimentarea cu



EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

energie prin reducerea consistentă a consumului intern. S-au făcut pași importanți pentru stabilirea unei definiții și a unor instrucțiuni de transpunere în practică a „clădirilor cu consum de energie aproape zero” (nZEB). În Directiva privind Performanța Energetică a Clădirilor (EPBD) revizuită în 2010, s-a introdus, la articolul 9, cerința de aducere a performanțelor energetice ale clădirilor la nivelul „clădirilor cu consum de energie aproape zero” (nZEB), începând cu 2019 la clădirile publice și din 2021 la toate clădirile nou construite.

Notă: Directiva definește clădirile cu consum de energie aproape zero ca fiind clădiri cu o performanță energetică ridicată [...], cu un necesar de energie redus sau aproape egal cu zero, ce trebuie asigurat în mare măsură din surse regenerabile, în amplasamentul clădirii sau în apropiere. În UE există o mare diversitate a tradițiilor în domeniul construcțiilor, a condițiilor climatice și a metodologiilor diferite de abordare în Europa, motiv pentru care în directiva 2010/31/UE nu s-a stabilit o metodologie uniformă de implementare a acestui tip de clădiri (nZEB), lăsându-se libertatea statelor membre în parte să își elaboreze propriile criterii de performanță pentru clădirile nZEB și propriile strategii, planuri și foi de parcurs, care să țină seama de condițiile naționale, regionale și locale.

Cercetări foarte recente au identificat și alte cauze majore ale deprecierei echilibrului ecologic la nivelul Terrei, respectiv alterarea ciclului apei în natura ca urmare a intensificării activității solare (explozii & creșterea emisiilor electro-magnetice & de protoni/câmpului electro-magnetic solar/vânturilor solare cu impact asupra capacității de absorbție a CO₂ din atmosferă în apa mărilor și oceanelor) care, după afirmația acestora ar fi responsabilă de o cantitate de CO₂ acumulată în atmosferă dublă în raport cu cea de proveniență antropică (generată în urma activității umane).

Inițiativa internațională pentru un mediu construit durabil/iISBE se concentrează pe: reducerea consumurilor (energie, apă, ...) ale unei clădiri concomitent cu reducerea cantităților de deșeuri & noxe generate pe toată durata de viață a acesteia.

2. Un criteriu global de performanță a clădirilor util în construcția unui mediu durabil - Conceptul Net Zero

În efortul de definire cât mai cuprinzătoare a acțiunilor pentru un mediu construit durabil s-a promovat conceptul Net Zero, cu semnificația unei strategii pentru stabilirea de obiective de performanță pentru mediul construit bazat pe disponibilitatea locală a energiei regenerabile și a resurselor de apă. Sub această umbrelă s-au dezvoltat alte concepte, menite să contribuie la definirea unui mediu construit sustenabil:

- **nZEB/Clădire cu Bilanț Anual Net de Energie Nul** - o clădire care produce mai multă energie decât consumă, utilizând sursele regenerabile locale;

- **ZNC/ Zero Net Carbon/** Emisii de dioxid de carbon nule: acesta stabilește, atât pentru clădirile noi, cât pentru clădirile existente, o direcție clară: către un mediu con-

struit cu zero (emisii de) carbon (CO₂).

Notă: În decembrie 2015, lumea a ajuns la un consens monumental referitor la necesitatea: a) limitării creșterii temperaturii medii globale la "mai puțin de 2 °C"; b) limitării creșterii temperaturii "sub 1,5 °C peste nivelurile preindustriale".

Promovarea clădirilor ZeroCarbon (ZNC) răspunde nevoii urgente de atenuare a impactului emisiilor de CO₂ din arderea combustibililor fosili.

O clădire ZNC este definită ca: "o clădire foarte eficientă din punct de vedere energetic, care produce pe piață sau achiziționează suficientă energie regenerabilă fără emisii de carbon pentru a face față anual consumului de energie al clădirilor".

Într-o clădire ZNC, consumul de energie pe bază de carbon este redus mai întâi prin strategii de proiectare a clădirilor și măsuri de eficiență, apoi prin generarea de energie regenerabilă la fața locului și, în final, prin achiziționarea de energie regenerabilă produsă local.

Prin stabilirea unui echilibru net zero al consumului de energie fără emisii de carbon, definiția ZNC se poate aplica tuturor tipurilor de clădiri, noi și existente, cu o capacitate relativ ridicată sau limitată de de generare a energiei regenerabile la fața locului (clădirile din mediile urbane dense).

S-au pus bazele unei platforme largi de reducere a emisiilor de carbon. Definiția ZNC va juca un rol semnificativ în ghidarea proceselor de concepere a clădirilor, a dezvoltării spațiului urban în general precum și a operațiunilor pentru organizațiile profesionale și factorii de decizie politică.

Notă: "Volum de construcție & reconstrucție necesar a fi abordat în întreaga lume în următoarele două decenii corelat cu necesitatea de a reduce în mod dramatic emisiile de carbon ipune acțiuni și abordări clare în definirea, abordarea, proiectarea și operarea clădirilor ZNC."

- **Net Zero Water Building (NZWB) Strategies/Consum net nul (Zero) de apă în clădiri.** Programe de Management al Energiei în clădiri furnizează informații despre această exigență/criteriu de calitate/concept impus clădirilor viitorului și oferă strategii de proiectare și implementare a clădirilor care respectă acest criteriu. Prin strategiile propuse se pot construi clădiri și campusuri care să conserve resursele naturale de apă, să contribuie la îmbunătățirea infrastructurii de apă și să asigure apă pentru a satisface nevoile critice ale clădirii, pe termen lung. O clădire cu consum net nul de apă este o clădire (construită sau renovată), proiectată astfel încât să minimizeze a) consumul total de apă, b) sursele alternative de apă utilizate, c) evacuarea apelor reziduale din clădire, readucerea apei extrase din sursa originală de apă. Clădirile tip NZWB sunt de fapt clădiri neutre din punct de vedere al apei, în care cantitatea de apă alternativă utilizată și apa returnată la sursa de apă originală este egală cu consumul total de apă al clădirii. Scopul acestora este de a păstra cantitatea și calitatea resurselor naturale de apă cu deteriorarea minimă, de a reduce epuizarea acestora și de a redirecționa apa prin utilizarea surselor alternative de apă disponibile și a măsurilor de eficien-

EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

tizare a procesului de utilizare a apei și în consecință de a minimiza utilizarea apei dulci furnizate. Principiul poate fi extins la un sit/areal mai mare decât cel strict aferent clădirii. Practic, aceste clădiri compensează complet utilizarea apei cu apă alternativă plus apă returnată la sursa originală de apă. În cadrul acestei strategii se indică și modalitatea de măsurare a acestui criteriu de calitate în general precum și în cazurile particulare. Relația generală de măsurare a indicatorului este:

Apa alternativă utilizată + apa returnată = cantitatea totală de apă utilizată

În care: apa totală utilizată este cantitatea de apă consumată în limitele unei clădiri din toate sursele (potabilă și nepotabilă, inclusiv apă dulce și apă alternativă) pe parcursul unui an; apa alternativă utilizată este cantitatea de apă consumată în limitele unei clădiri din surse de apă durabile care nu provin din surse de apă dulce pe parcursul unui an; apa returnată este cantitatea de apă colectată de la sistemele de construcție (infrastructura verde și apele reziduale tratate la fața locului) și returnată înapoi la sursa originală de apă pe parcursul unui an.

- **Net Zero Waste/Zero deșeuri;** respectiv reducerea cantității de deșeuri generate, colectarea selectivă, reciclarea, reutilizarea, valorificarea și condiționarea acestora aproape totală, în măsura posibilităților, în ordinea de prioritate, la nivel local și apoi colectiv.

Ca o consecință a eforturilor de reducere a degajărilor de CO₂, anul acesta s-a lansat platforma globală 100% energie regenerabilă care răspunde multora dintre obiectivele impuse prin conceptul Net Zero. În cadrul platformei se pune un accent deosebit pe sistemele locale de valorificare a energiilor regenerabile.

În plus, față de aceste criterii de performanță impuse clădirilor viitorului se caută și măsuri complexe de reducere a conținutului de CO₂ din atmosferă, prin sisteme de valorificare a acestuia în scopuri energetice.

Notă: În multe locații din lume, conținutul de CO₂ a

depășit pragul critic de 450 ppm, în timp ce multe din actualele norme de ventilare consideră un conținut de cca 350 ppm. Creșterea debitului de aer proaspăt este însoțită și de creșterea consumului de energie pentru încălzirea/răcirea acestuia.

3. Criteriile de confort interior adecvate clădirilor NZEB

Relația omului cu mediul interior în care își desfășoară activitatea este o relație complexă care poate fi caracterizată prin noțiunea de confort.

Noțiunea de confort este o noțiune complexă, definită în mod sintetic prin "senzația de bine/de satisfacție pe care o resimte organismul uman în raport cu mediul exterior acestuia".

Problemele legate de confort au făcut în ultimii 50 de ani obiectul unor multiple studii și cercetări menite să stabilească parametrii de confort necesari proiectării clădirilor și, recent, parametrii de confort necesari evaluării performanțelor (în special energetice) ale acestora, precum și strategiile de control.

Criteriile de calitate referitoare la ambianțele interioare vizează confortul higro-termic, vizual, electro-magnetic, acustic, sanitar (calitatea mediului interior: aer, noxe, ...; necesar de apă, ...).

Parametrii care caracterizează mediul interior sunt relativ numeroși și extrem de variabili în timp.

Omul (utilizatorul spațiului interior) este influențat de natura și dinamica acestor parametri și, la rândul lui, poate contribui la modificarea caracteristicilor și dinamicii mediului în care-și desfășoară activitatea. Apare astfel necesitatea previzionării parametrilor care să asigure un climat interior optim din punct de vedere higro-termic și sănătos pentru ființa umană și activitățile acesteia și implicit nevoia selectării/proiectării celor mai potrivite strategii de asigurare a confortului. Se impune reconsiderarea concep-

tului de habitat precum și a valorilor limită obligatorii pentru parametrii definitorii ai diferitelor niveluri de confort higro-termice corespunzătoare clădirilor eficiente energetic.

Unele dintre clădirile eficiente energetic se caracterizează prin hiperetanșitate și hiperizolare. Acestea sunt practic deconectate de mediul exterior și necesită intervenții controlate pentru asigurarea confortului higro-termic interior. Alte clădiri eficiente energetic (unele dintre clădirile NZBE, clădirile pasive, clădirile solare pasive, clădirile bio-climatice pasive) mizează pe factorul uman în efortul de asigurare a condițiilor de confort interior, motiv pentru care problema asigurării confortului trebuie privită diferit față de clădirile standard.

Clădirile viitorului vor fi în mare parte clădiri de tip inteligent, cu anvelopă inteligentă, dinamic-adaptabilă la caracteristicile dinamice ale climei exterioare și exigențele

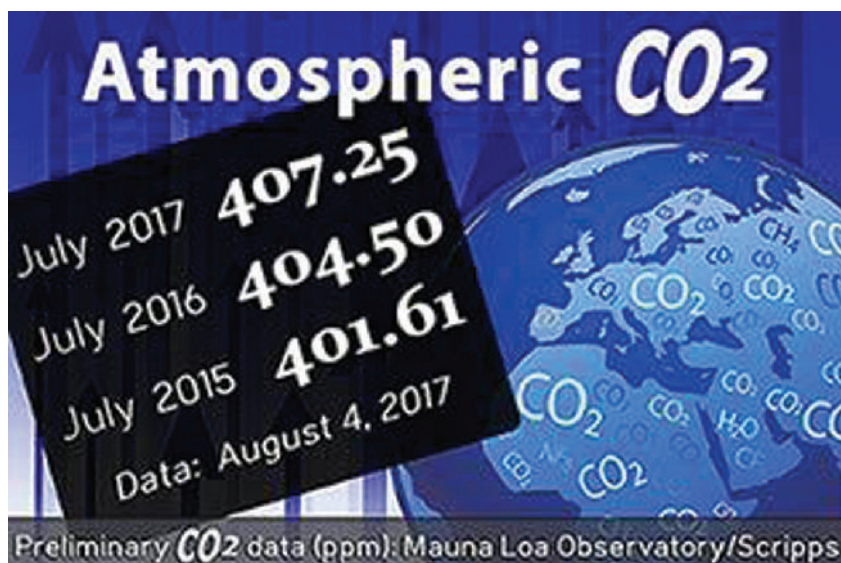


Fig. 1. Conținutul de CO₂ din atmosferă (ppm)- Extras din articolul Past-present-future (Sursa : <https://www.co2.earth/co2>)



EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

Tabelul 1. Strategii și parametri pentru confortul diferitelor modele

Model	Strategie	Parametri	Confort
Model 1	...	...	...
Model 2	...	...	...
Model 3	...	...	...
Model 4	...	...	...
Model 5	...	...	...
Model 6	...	...	...
Model 7	...	...	...
Model 8	...	...	...
Model 9	...	...	...
Model 10	...	...	...
Model 11	...	...	...
Model 12	...	...	...
Model 13	...	...	...
Model 14	...	...	...
Model 15	...	...	...
Model 16	...	...	...
Model 17	...	...	...
Model 18	...	...	...
Model 19	...	...	...
Model 20	...	...	...
Model 21	...	...	...
Model 22	...	...	...
Model 23	...	...	...
Model 24	...	...	...
Model 25	...	...	...
Model 26	...	...	...
Model 27	...	...	...
Model 28	...	...	...
Model 29	...	...	...
Model 30	...	...	...
Model 31	...	...	...
Model 32	...	...	...
Model 33	...	...	...
Model 34	...	...	...
Model 35	...	...	...
Model 36	...	...	...
Model 37	...	...	...
Model 38	...	...	...
Model 39	...	...	...
Model 40	...	...	...
Model 41	...	...	...
Model 42	...	...	...
Model 43	...	...	...
Model 44	...	...	...
Model 45	...	...	...
Model 46	...	...	...
Model 47	...	...	...
Model 48	...	...	...
Model 49	...	...	...
Model 50	...	...	...



EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

variabile ale utilizatorilor. În aceste clădiri, confortul se caracterizează el însuși prin dinamism și ca atare, criteriile de stabilire a parametrilor acestuia sunt altele decât în cazurile enumerate anterior.

Dintre criteriile expuse anterior, criteriile termice au o importanță majoră în ceea ce privește concepția și evaluarea performanțelor instalațiilor de încălzire-răcire, ventilație și climatizare.

Parametrii care influențează confortul higro-termic pot fi grupați în trei mari categorii (Markus și Morris, 1980): a. parametri fizici (temperatura aerului; temperatura medie radiantă a pereților incintei; umiditatea relativă a aerului; viteza relativă a aerului în interiorul incintei; presiunea atmosferică; intensitatea luminii; nivelul zgomotului); b. parametri organici (vârsta; sexul; caracteristicile naționale ale ocupanților); c. parametri externi (nivelul activității umane; tipul îmbrăcăminte; condițiile sociale).

Cea mai mare influență asupra confortului termic o au: temperatura, umiditatea relativă, viteza și presiunea barometrică a aerului și îmbrăcăminte și activitatea lucrativă. Efectul pozitiv sau negativ al unui parametru poate fi îmbunătățit sau contrabalansat de un alt parametru.

Pentru proiectarea clădirilor NZBE, este importantă stabilirea parametrilor confortului termic astfel încât acesta să se obțină cu un consum minim de energie.

În acest scop, s-au propus diferite modele de confort higro-termic (sau termic), fiecare dintre acestea fiind corelate cu exigențele impuse clădirilor din epoca respectivă. Acestea sunt foarte importante pentru conceperea unor clădiri performante energetic. Ele descriu cantitativ, condițiile climatice limită pentru care oamenii se simt bine din punct de vedere termic. Aceste condiții servesc pentru asigurarea unei ambianțe termice confortabile, cu consum minim de energie, indiferent de condițiile climatice exterioare.

Importanța realizării unui climat interior confortabil, în condițiile în care parametrii climei exterioare variază în timp, simultan cu "evitarea unui consum inutil de energie" se numără printre obiectivele declarate ale Directivei Europene privind Performanța energetică a clădirilor.

Există două tipuri diferite de modele de evaluare a confortului termic: a) statice; b) adaptive (Anexa 1). Pentru o analiză relevantă asupra unei corecte proiectări a clădirilor, în contextul în care în acestea trebuie să se asigure majoritar condiții de confort prin strategii pasive, în prezenta lucrare vom folosi un instrument de analiză care abordează mai multe modele de confort, respectiv Climat Consultant, dezvoltat de specialiștii de pe continentul american. Acesta este util în stabilirea celor mai bune strategii de proiectare a clădirilor eficiente energetic, respectiv în identificarea acestora prin analiza impactului acestora asupra diferitelor tipuri de clădiri, în diferite condiții climatice.

4. Obiective cercetare și instrumente de analiză utilizate

În cadrul directivei europene 2010/31/UE de creștere a

performanței energetice a clădirilor s-a impus asigurarea unor noi exigențe de calitate energetică, diferențiate în raport cu vârsta clădirilor (noi, existente) și orizontul de timp (scurt (2020); lung (2050)). Pe termen scurt, clădirile noi vor trebui să îndeplinească exigențele clădirilor nZEB (clădire cu bilanț energetic anual pentru încălzire/răcire "aproape nul" și sisteme de generare a energiei din surse regenerabile), iar pe termen lung se impune aducerea și a clădirilor existente la aceleași exigențe de calitate ca și cele impuse clădirilor noi. Dar performanțele pentru care clădirea este calificată cu atributul nZEB sunt stabilite de fiecare stat în parte și în consecință, acestea sunt diferite de la un stat la altul. Pe de altă parte, strategiile de dezvoltare propuse de diferite state au ținut cont de experiența țărilor respective în domeniu, dar această experiență a constat în măsuri de proiectare pentru criterii de confort statice și în consecință includ soluții insuficient adaptate particularităților mediului de amplasare și dinamicii acestuia.

Notă: În aceste condiții se află clădiri nZEB pentru care se propune hiper-izolarea și hiper-etanșarea: hiper-etanșarea necesită aerare controlată/sisteme active care pot interveni asupra bilanțului termic al clădirilor în perioadele estivale; pe de altă parte, odată proiectate și executate, clădirile trebuie să asigure confortul higrotermic și vara și iarna prin controlul adecvat al strategiilor prevăzute pentru procurarea acestuia. În contextul schimbărilor climatice actuale și respectiv a manifestării unor perioade caniculare din ce în ce mai lungi și unor diferențe climatice iarnă-vară din ce în ce mai mari, clădirile hiper-izolate și hiper-etanșate concepute pentru a asigura confortul în timpul iernii cu resurse energetice minime, pot necesita resurse energetice relativ mari în perioada estivală.

În cadrul lucrării se prezintă o analiză a impactului diferitelor strategii pasive de procurare a confortului conform a diferite standarde de confort, cu considerarea datelor climatice reale, respectiv a impactului acestora asupra diferitelor strategii (temperatura termometrului uscat și umed, radiația solară directă, difuză și reflectată, radiația solară normală sau pe un plan înclinat, temperatura solului la diferite adâncimi, viteza și direcția vânturilor, nebulozitatea, orele de strălucire solară).

Strategiile de proiectare considerate în cadrul softului de analiză Clima Consult (Anexa 2) sunt corelate cu modelele de confort și pentru fiecare dintre ele softul determină numărul de ore de operare.

Softul permite și analize parțiale pentru alte tipuri de strategii utile în realizarea condițiilor de confort higro-termic, respectiv: identificarea elementelor utile în evaluarea impactului materialelor cu schimbare de fază/MSF în procesul de asigurare a confortului higro-termic; evaluarea posibilităților de cuplaj cu solul; identificarea oportunității valorificării energiei solare transportată de radiația directă, sau cea difuză sau cea globală; identificarea oportunității valorificării energiei eoliene cu ajutorul turbinelor cu ax vertical sau orizontal, etc.

În analiză au fost considerate modelele de confort, strategiile și parametrii arătați în Tabelul 1.

Continuare în numărul viitor



VICTRIX TERA

**Tot ce ai nevoie,
imediat, în spațiu
restrâns**

A



Modelele noii game VICTRIX TERA oferă **simplitate, calitate și economicitatea centralelor cu condensare**. Conform standardelor europene **sunt încadrate în clasa cea mai ecologică sub aspectul emisiilor de noxe**. Sunt disponibile două versiuni instantanee – 28 și 32 kW – și o versiune numai pentru încălzire de 24 kW, racordabilă cu boilere separate pentru prepararea apei calde de consum. Compacte, cu o interfață simplă cu taste și display LCD, se integrează ideal în instalații noi sau ca înlocuitor al unor aparate uzate. Opțional: VICTRIX TERA poate fi controlată de la distanță prin internet utilizând aplicația DOMINUS, accesibilă pe smartphone, tabletă sau laptop.



immergas.com

IMMERGAS



Proiectăm, producem și
implementăm sisteme
de instalații ca la carte™

proiectăm



producem soluții complete pentru instalații de ventilație și climatizare

VentClima Rectangular - sistem complet de tubulatură și fittinguri cu secțiune rectangulară

VentClima Circular - sistem complet de tubulatură și fittinguri cu secțiune circulară, cu garnitură de etanșare

ThermClima - sistem complet de coșuri și canale de fum din inox

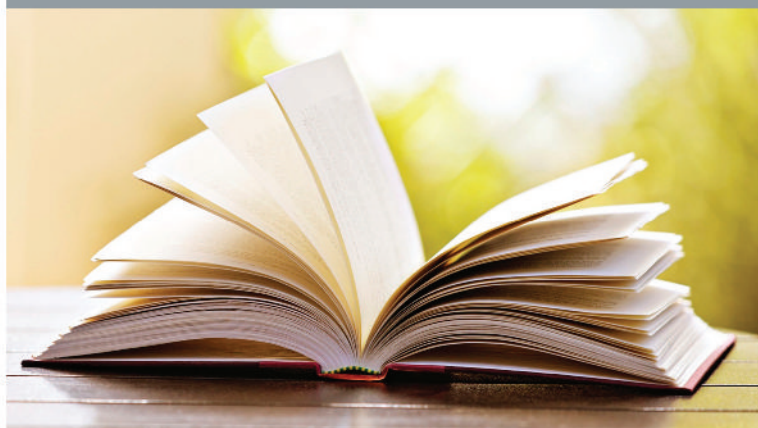
IzomClima - sistem complet de protecție mecanică a izolației

Accesorii VentClima - clapete de reglaj, atenuatoare de zgomot, racorduri elastice, cutii de plenum, grile de exterior

Tablouri electrice de forță și automatizare, sisteme BMS



implementăm



Ca la carte™

CLIMA THERM CENTER S.R.L.
Șos. Păcurari Nr. 139, Iași, România
+40.232.272.700



Studiem ce spune cartea,
perfecționăm prin practică,
inovăm și rescriem continuu
cartea instalațiilor.