

2/2020



ANUL VI/XLII

ASOCIAȚIA INGINERILOR DE INSTALAȚII DIN ROMÂNIA

REVISTA DE INSTALAȚII

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





Suntem in tabara celor ce lupta
cu COVID 19

ACI CLUJ SA doteaza Spitalul de
Boli Infectioase din Cluj Napoca
cu un echipament de ultima
generatie de testare completa a
48 de esantioane intr-o singura
runda.

Sanatate va dorim!!!

ACI CLUJ SA

ANGAJEAZA INGINERI!

**Angajam ingineri CCIA pentru biroul de pregatire tehnica a
lucrarilor.**

Nivel de experienta: minim 3 ani
Studii: Facultatea de Constructii, sectia CCIA
Limbi straine: engleza B2

Asteptam CV-urile dumneavoastra la: hr_aci@acicluj.com sau
la sediul companiei noastre din Cluj-Napoca, Calea Dorobantilor 70,
Et 1, Biroul de Resurse Umane.

Info la: hr_aci@acicluj.com sau tel: 0264.405.224



**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

PREȘEDINTE AIIR
Prof.dr.ing. SORIN BURCHIU

PRIM VICEPREȘEDINTE AIIR
Dr.ing. IOAN SILVIU DOBOȘI

VICEPREȘEDINȚI AIIR
Conf.dr.ing. CĂTĂLIN LUNGU
Prof.dr.ing. STAN FOTĂ
Conf.dr.ing. IOAN AȘCHILEAN
Conf.dr.ing. VASILICĂ CIOCAN

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
Ing. MIHAI MATEESCU

TEHNOREDACTARE COMPUTERIZATĂ
CRISTINA CHIVĂRAN

GRAFICĂ COMPUTERIZATĂ
MIHAI CHIVĂRAN

CUPRINS

NECROLOG

- 4 A plecat dintre noi cel ce a fost
LIVIU ALEXANDRU GHEORGHE SOFONEA

EDITORIAL

- 5 Document îndrumător REHVA cu privire la COVID-19,
2 aprilie 2020 (varianta actualizată a versiunii din 17 martie)

ANIVERSARE

- 12 Aniversarea a 50-a a KGH - Asociația Sârbă pentru Încălzire,
Ventilare și Frig

SURSE NECONVENȚIONALE DE ENERGIE

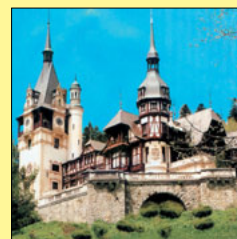
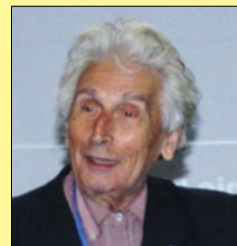
- 14 Variația parametrilor panourilor fotovoltaice
în diverse condiții de însorire
- 20 Aspecte utile în evaluarea performanțelor
energetice ale sistemelor neconvenționale
de utilizare a surselor regenerabile
- 24 ELI-NP MĂGURELE ROMÂNIA - cel mai mare sistem
geotermal de mică adâncime din Europa,
funcțional din 2017

ÎNCĂLZIRE

- 28 Câteva considerații privind utilizarea
centralelor termice cu condensare
- 33 Studiul amplasării perimetrale a tuburilor radiante de joasă
temperatură în hale cu obstacole înalte

EVENIMENT

În perioada 14 - 16 octombrie 2020
va avea loc la SINAIA
A 55-a CONFERINȚĂ NAȚIONALĂ DE INSTALAȚII



A plecat dintre noi cel ce a fost LIVIU ALEXANDRU GHEORGHE SOFONEA

La data de 24 ianuarie 2020 a încetat din viață cel ce a fost Liviu Alexandru Gheorghe SOFONEA.

S-a născut la Petroșani în 17 aprilie 1932, fiind fiul medicului Matei Sofonea și al Vioricăi Indrean.

A urmat școala primară I.G.Duca și liceul din Petroșani. Urmează Facultatea de Fizică și Matematică a Universității București, Secția de Fizică Nucleară absolvită în promoția 1954/55. A avut colegi celebri ca Lidia Stăniloae, Victor Eftimiu, Marius Stoka și Ciprian Foiaș și profesori deosebiți ca: Horia Hulubei, Șerban Țițeica, Valer Novacu și Dan Barbilian.

În 1954 urmează Facultatea de Matematică din București, pe care o abandonează în 1956 când se alătură manifestațiilor împotriva evenimentelor din Ungaria din 1956.

În 1956, la Petroșani, sprijinit de foști profesori de liceu își începe cariera ca șef de Catedră Fizică și Chimie la Institutul de Mine din Petroșani, în 1957: este preparator cu delegație dar primește și un curs la secția de subingineri din Lupeni.

După anii 1960 face primele excursii în URSS și apoi în China (1960), excursii care îi deschid gustul călătoriilor.

A vizitat țările din Europa și a ajuns la Maciu Picu în Peru și la New Deli în India.

În 1962 se transferă la Brașov, la Catedra de Fizică a Institutului Politehnic. Este cooptat pentru activități didactice și la Sfântul Gheorghe.

În 1974 susține teza de doctorat în fizică teoretică, la Cluj, sub conducerea prof. dr. doc. Mircea Drăganu. Teza este o exegeză a mecanicii invariante a lui Octav Onicescu și are tema *Contribuții la studiul mecanicii invariante*.

În 1986 susține la București teza cu tema *Evoluția ideii de infinit în istoria fizicii*, sub conducerea acad. Ștefan Bălan. Această teză a fost singura teză de istoria științei din România omologată ca atare de Ministerul Învățământului.

Doctor Honoris Causa al Universității din Petroșani 1998.

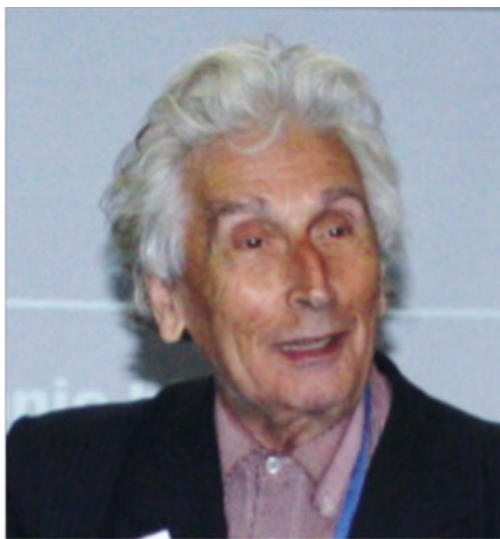
A fost membru al:

- Comitetul de Istoria și Filosofia Științei și Tehnicii (CRIFST) al Academiei Române, (președinte al Filialei Brașov a CRIFST, de la înființare până în anul 2018),
- Comitetul internațional pentru istoria tehnologiei (ICOHTEC)

- Societatea Română de Fizică
- Societatea de Științe Matematice din România
- Asociația Generală a Inginerilor din România/AGIR
- Din 1990 membru al Asociația Inginerilor de Instalații din România/AIIR, având legitimația nr. 37
- Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas (SEHCYT)
- Astronomical Society of India
- Central Europe Academy for Sciences and Arts, membru fondator
- Asociația Științei și Tehnicii Brașov, membru fondator
- Membru onorific al Academiei La ROCHELL, Franța.

Din cărțile publicate sunt de menționat:

- Programarea în limbajele Pascal și Turbo Pascal, împreună cu alți autori
- Geometrii reprezentative și teorii fizice,
 - Universuri geometrice reprezentative și teorii fizice,
- Poezii: Vămile neștiutului, Prolegomene, Gând,
- Studii și cercetări în domeniile:
 - fizicii teoretice (teoria relativității, gravitație, cosmologie, mecanologie);
 - filosofia științei (epistemologie, logica modală);
 - istoria științei și tehnicii.



La conferințele AIIR a prezentat: „Energia în Univers”, Cosmologie, Teraformare, Condițiile apariției vieții pe pământ, Arca lui Noe, primul proiect de construcție - domus ecologic.

Asociația Inginerilor de Instalații din România îi era „familia de adopție”. Știu că îi făcea plăcere să participe la manifestările noastre care aveau și componente culturale, destinate socializărilor, momente în care se dezbăteau activ diverse subiecte, se filtrau diverse interese, se enunțau direcții strategice pentru viitor.

Participa activ și regulat la Conferința Națională de Instalații, “Regala de la Sinaia”, unde încerca să savureze atmosfera regală, utilizându-și clipele libere pentru documentare.

Aceasta a fost viața celui ce a fost Liviu Alexandru Gheorghe SOFONEA. A trăit multe, a făcut multe, nu a reușit să finalizeze destul de multe dintre acțiunile pe care le inițiasse și la care ținea.

Dumnezeu să-l odihnească în pace !



Document îndrumător REHVA cu privire la COVID-19, 2 aprilie 2020 (varianta actualizată a versiunii din 17 martie, se vor face alte actualizări după caz)

Mod de operare și exploatare a instalațiilor din clădiri pentru a preveni răspândirea la locurile de muncă a bolii coronavirus (COVID-19) cauzate de virusul (SARS-CoV-2)

Introducere

În acest document, REHVA sintetizează sfaturile privind operarea și exploatarea instalațiilor din clădiri în zonele cu focar de boală coronavirus (COVID-19), cu scopul evitării răspândirii COVID-19 ca urmare a unor factori ce țin de instalațiile de încălzire, ventilare și climatizare (HVAC) și instalațiile sanitare. Vă rugăm să citiți sfaturile de mai jos care au rol de îndrumare provizorie; documentul putând fi completat cu dovezi și informații noi atunci când sunt disponibile.

Sugestiile de mai jos sunt menite să vină în completarea îndrumărilor generale pentru angajați și proprietari de clădiri, care sunt prezentate în documentul Organizației Mondiale a Sănătății (OMS) „Pregătirea locurilor de muncă pentru COVID-19”. Textul de mai jos este destinat în primul rând pentru profesioniștii din domeniul instalațiilor HVAC și administratorilor de clădiri, însă poate fi util și pentru specialiștii în medicina muncii (sănătatea la locul de muncă) și sănătate publică.

În cele ce urmează sunt prezentate precauțiile legate de clădiri și sunt explicate o serie de reacții excesive des întâlnite. Domeniul de aplicare este limitat la clădiri comerciale și clădiri publice (birouri, școli, zone comerciale, clădiri pentru sport etc), în care se presupune că prezența persoanelor infectate este doar ocazională.

Unitățile spitalicești și de asistență medicală (care de obicei au un procent mai mare de persoane infectate) sunt excluse.

Îndrumătorul este orientat spre măsuri temporare și ușor de organizat, care pot fi puse în aplicare în clădirile existente, care încă sunt utilizate cu un grad normal ocupare. Recomandările sunt valabile pentru perioade scurte, în funcție de durata focarelor locale.

În ultimele două decenii ne confruntăm cu trei focare de boală coronavirus: [i] SARS în 2002-2003 (SARS-CoV-1), [ii] MERS în 2012 (MERS-CoV) și Covid-19 în 2019-2020 (SARS-CoV-2). În acest document, atenția se concentrează pe ultimul aspect al transmisiei SARS-CoV-2. Când se face referire la focarul SARS din 2002-2003 se va folosi numele SARS-CoV-1 la acel moment.

Exonerare de răspundere:

Acest document REHVA se bazează pe cele mai bune dovezi și cunoștințe disponibile, dar în multe aspecte, informațiile despre virusul corona (SARS-CoV-2) sunt atât de limitate sau nu există, încât au fost utilizate date [1] anterioare SARS-CoV-11 pentru recomandările de bune practici. REHVA este exonerată de orice răspundere pentru orice daune directe, indirecte, incidentale sau orice alte daune care ar rezulta sau ar fi legate de utilizarea informațiilor prezentate în acest document.

Căi de transmitere

Pentru fiecare epidemie sunt foarte importante căile de transmitere ale agentului infecțios. În ceea ce privește COVID-19, ipoteza standard susține că următoarele două căi de transmisie sunt dominante: prin picături mari (picături/ particule emise atunci când persoana infectată strănută, tușește sau vorbește) și prin contact de suprafață (mână-mână, mână-suprafață etc.). O a treia cale de transmitere care atrage atenția comunității științifice este calea fecal - orală.

Calea de transmitere fecal - orală a infecțiilor cu SARS-CoV-2 este implicit recunoscută de OMS, a se vedea informare tehnică a acestora din 2 martie 2020 [i]. În acest document este propusă, ca măsură de precauție, evacuarea vaselor de toaletă cu capacul închis. În plus, ei sugerează evitarea scurgerilor uscate în podele (sifoanele de pardo-seală) și alte dispozitive sanitare prin adăugarea periodică de apă (la fiecare 3 săptămâni în funcție de climă), astfel încât gârziile hidraulice să funcționeze corect. Acest lucru este în conformitate cu o observație în timpul focarului SARS 2002-2003: conexiunile deschise cu sistemele de canalizare s-au dovedit a fi o cale de transmitere într-o clădire de apartamente din Hong Kong (Grădina Amoy) [ii]. Se știe că evacuarea vaselor de toaletă creează particule care conțin picături și reziduuri de picături atunci când capacele sunt deschise. Și știm că virusurile SARS-CoV-2 au fost detectate în probe de scaun (raportate în lucrările științifice recente și de autoritățile chineze) [iii,iv,v]. În plus, un incident comparabil a fost

raportat recent într-un complex de apartamente (Casa Mei). Prin urmare, concluzia este că traseele fecal - orale nu pot fi excluse din lista căilor de transmitere.

Pe cale aeriană există două mecanisme de expunere [vi,vii]

1. Transmiterea de proximitate prin picături mari (>10 microni), prin care picăturile infectate de mari dimensiuni sunt eliberate și propulsate pe suprafețele la distanțe de cel mult 1-2 m de persoana emitentă. Picăturile se formează din tuse și strănut (strănutul formează de obicei multe alte particule). Majoritatea acestor picături mari cad pe suprafețe și obiecte din apropiere - cum ar fi birourile și mesele. Oamenii ar putea contacta infecția prin atingerea acelor suprafețe sau obiecte contaminate și apoi atingerea ochilor, nasului sau gurii. Dacă oamenii stau la mai puțin de 1-2 metri de o persoană infectată, pot contacta infecția direct respirând picăturile rezultate din strănutul, tusea sau expirația persoanei infectate.

2. Transmiterea aeriană prin particule mici (<5 microni), care pot rămâne în aer ore întregi și pot fi transportate pe distanțe lungi. Acestea sunt, de asemenea, generate de tuse, strănut și vorbire. Particulele mici (nuclee sau reziduuri

de picături) se formează din picături care se evaporă (picăturile de 10 microni se evaporă în 0,2 milisecunde) și se usucă.

Dimensiunea unei particule de coronavirus este 80-160 nanometri [2,viii] și rămâne activă timp de mai multe ore sau chiar câteva zile (cu excepția curățare specifică) [ix,x,xi]. SARS-CoV-2 rămâne activ până la 3 ore în aerul interior și 2-3 zile pe suprafețele camerelor, în condițiile unui climat interior obișnuit [xii].

Astfel de particule mici de virus rămân în aer și pot parcurge distanțe lungi purtate de fluxurile de aer în încăperi sau în tubulaturile de evacuare a aerului ale sistemelor de ventilație. Transmiterea aeriană a provocat infecții cu SARS-CoV-1 în trecut [xiii,xiv]. În cazul infecției cu boala coronavirus (COVID-19), această cale de transmitere este probabilă, dar nu a fost încă dovedită. De asemenea, nu există date sau studii raportate care să excludă posibilitatea rutei aer-particulă. O indicație în acest sens: virusul SARS-CoV-2 a fost identificat în filtrele ventilatoarelor din camerele unde erau izolate persoanele infectate. Acest mecanism implică faptul că păstrarea distanței de 1-2 m față de persoanele infectate ar putea să nu fie suficientă și accentuarea procesului de ventilație este utilă întrucât diminuează concentrația de virus din aer prin îndepărtarea mai multor particule [3].

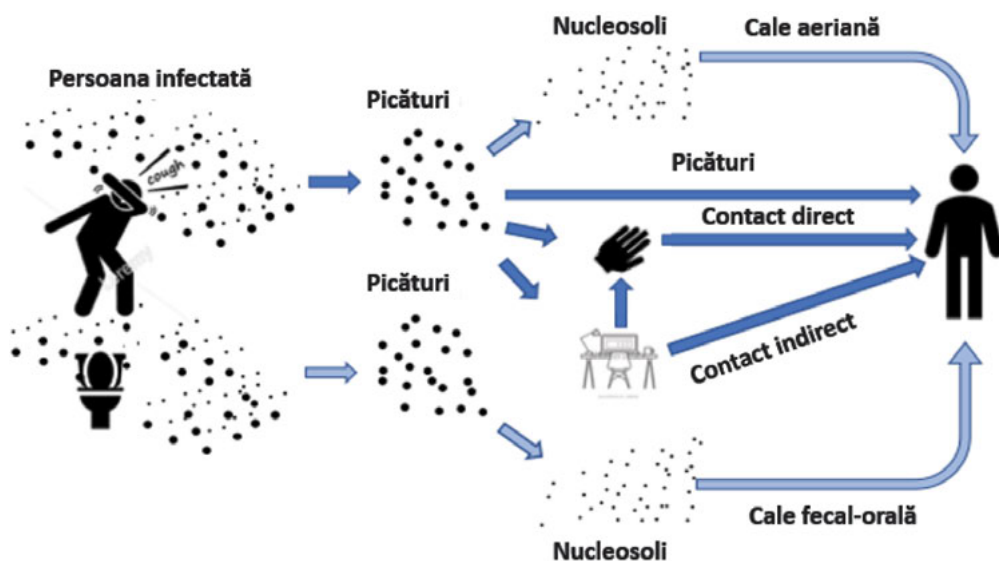


Figura 1. OMS a raportat mecanisme de expunere a picăturilor SARS-CoV-2 COVID-19 (culoare albastru închis). Culoarea albastru deschis: mecanismul aerian care este cunoscut de la SARS-CoV-1 și alte gripe, în prezent nu există dovezi raportate în mod special pentru SARS-CoV-2 (figura: amabilitate Francesco Franchimon)

În cazul virusului SARS-CoV-2, - infecția prin expunerea la particule de nucleosoli (nuclee de picături) - transmiterea pe cale aeriană a fost recunoscută de OMS pentru procedurile spitalicești și indirect prin recomandarea de creștere a ventilării [xv]. Transmiterea pe calea aeriană, poate exista atunci când sunt îndeplinite anumite condiții specifice (i.e. debite de aer necontrolate), conform Comisiei Naționale de Sănătate a Chinei (rezultat nepublicat).

2. 1 nanometru = 0.001 microni

3. Măsurile de protecție personală, cum ar fi măștile și vizierile, sunt în afara obiectului acestui document.

În conformitate cu autoritățile din Japonia, transmiterea pe cale aeriană poate fi posibilă în anumite circumstanțe, cum ar fi atunci când o persoană vorbește cu multe persoane la o distanță mică într-un spațiu închis, existând riscul de a răspândi infecția chiar și fără a tuși sau a strănuta [xvi]. Ultimul studiu [xvii] a concluzionat că transmiterea prin aerosoli este plauzibilă, deoarece virusul poate rezista în aerosoli timp de mai multe ore. Un alt studiu [xviii] recent, care a analizat situațiile de supra-răspândire, arată că mediile închise cu ventilație minimă au contribuit masiv la un număr caracteristic ridicat de infecții secundare.

Documentul în lucru, care discută despre transmisia aeriană concluzionează că sunt dovezi care indică faptul că SARS-CoV-2 se transmite și prin particule aeriene [xix].

Concluzie în legătură cu calea de transmisie aeriană:

La momentul actual avem nevoie de toate eforturile pentru a gestiona această pandemie de pe toate fronturile. Prin urmare, REHVA propune, în special în zonele „hot spot” (puncte fierbinți), să fie utilizat principiul ALARA - (As Low As Reasonably Achievable) (nivelul cel mai scăzut ce poate fi atins în mod rezonabil) și să se ia un set de măsuri care ajută la controlul traseului aerului în clădiri (în afară de măsurile standard de igienă, așa cum recomandă OMS, consultați documentul „Pregătirea locurilor de muncă pentru COVID-19”).

Recomandări practice pentru exploatarea instalațiilor

Creșterea debitelor de aer introdus/evacuat prin sistemele de ventilare

În clădirile cu sisteme de ventilare mecanică, se recomandă timp de funcționare prelungit. Schimbați orele de funcționare ale sistemului astfel încât ventilarea la debit nominal să pornească cu cel puțin două ore înainte de începerea programului de utilizare a clădirii. În cazul sistemelor de ventilare controlată la cerere, schimbați referința pentru concentrația de CO₂ la o valoare mai mică, de 400 ppm, pentru a asigura funcționarea la debit nominal. Mențineți instalația de ventilare pornită 24/7, cu rate de ventilare reduse (dar nu oprite), atunci când oamenii nu sunt în încăperi. În clădirile care au fost eliberate din cauza pandemiei (unele clădiri de birouri sau clădirile de învățământ) nu este recomandat să fie oprită ventilarea, ci să funcționeze continuu la debit redus. Având în vedere o primăvară cu necesar de încălzire și răcire redus, recomandările de mai sus au impact energetic limitat, în timp ce ajută la eliminarea particulelor de virus din clădire și la eliminarea particulelor de virus eliberate de pe suprafețe. Sfatul general este să introduceți cât mai mult posibil aer proaspăt din exterior. Aspectul cheie este debitul specific de aer proaspăt introdus per persoană. Dacă, datorită utilizării inteligente a muncii, numărul de angajați este redus, nu concentrați angajații rămași în zone mai mici, ci mențineți sau creșteți distanțarea socială (distanță fizică de minimum 2-3 metri între persoane) dintre ei pentru a favoriza efectul de curățare prin ventilare. Sistemele de ventilare de evacuare a aerului viciat din toalete trebuie să fie întotdeauna pornite 24/7 și asigurați-vă că este creată depresiune, în special pentru a evita transmisia fecal - orală.

Folosirea frecventă a ventilației naturale prin intermediul ferestrelor

Recomandarea generală este să fie evitate spațiile aglomerate și slab ventilate.

În clădirile fără sisteme de ventilare mecanică se recomandă utilizarea activă a ferestrelor operabile (mult mai mult decât în mod normal, chiar și atunci când acest lucru provoacă un anumit disconfort termic). În aceste clădiri, deschiderea ferestrelor este singura cale de a stimula fluxul de schimb al aerului. Se pot deschide ferestrele timp de aproximativ 15 min. atunci când se intră în încăperea (mai ales atunci când încăperea era ocupată de alții în prealabil). Această procedură este recomandată de asemenea și în clădirile cu ventilare mecanică, întrucât aerisirea prin intermediul ferestrelor poate fi utilizată pentru a spori și mai mult ventilarea.

Ferestrele deschise în toalete cu ventilare necontrolată sau sisteme mecanice de evacuare, pot provoca un flux de aer contaminat de la toaletă către alte încăperi, ceea ce implică faptul că ventilarea începe să funcționeze în sens invers. Astfel, trebuie evitate deschiderea ferestrelor din toalete. Dacă nu există o ventilare de evacuare adecvată din toalete și nu se poate evita deschiderea geamurilor, este important să se mențină ferestrele deschise și în alte spații, pentru a realiza fluxuri încrucișate în clădire.

Utilizarea umidificării și aerul condiționat nu au niciun efect practic

Umiditatea relativă (UR) și temperatura contribuie la transmiterea virusului în interior și influențează rezistența virusului, formarea nucleosolilor și sensibilitatea membranelor mucoase ale ocupanților.

Transmiterea unor virusuri în clădiri poate fi limitată prin schimbarea temperaturii aerului și a nivelului de umiditate. În cazul COVID-19, aceasta nu este, din păcate, o opțiune, deoarece coronavirusurile sunt rezistente la schimbările de mediu și sunt sensibile doar pentru o umiditate relativă foarte mare peste 80% și o temperatură peste 30°C [ix,x,xi], valori care nu sunt accesibile și acceptabile în clădiri din alte motive (de exemplu, confort termic și creșterea microbiană). SARS-CoV-2 s-a dovedit foarte stabil timp de 14 zile la o temperatură de 4°C; au fost necesare 37°C timp de o zi și 56°C timp 30 de minute pentru ca virusul să nu mai fie activ [xx]. Stabilitatea (viabilitatea) SARS-CoV-2 a fost testată la temperatura interioară tipică de 21-23°C și umiditate relativă de 65%, cu o stabilitate a virusului foarte ridicată la această umiditate relativă [xxi]. Împreună cu dovezile anterioare asupra MERS-CoV, este bine documentat faptul că umidificarea de până la 65% poate avea un efect foarte limitat sau chiar deloc asupra stabilității virusului SARS-CoV-2. Prin urmare, dovezile nu susțin că umiditatea relativă moderată (UR 40-60%) va fi benefică în reducerea viabilității SARS-CoV-2, astfel umidificarea NU este o metodă pentru a reduce viabilitatea SARS-CoV-2.

Picăturile mici (0,5 - 10 microni) se vor evapora rapid la orice nivel de umiditate relativă (UR) [xxii]. Sistemele nazale și membranele mucoase sunt mai sensibile la infecții în medii cu umiditate relativă UR foarte scăzută de 10-20% [xxiii,xxiv], și acesta este motivul pentru care se sugerează uneori o anumită umidificare în timpul iernii (până la valori de 25-30%). Această necesitate indirectă de umidificare în timpul iernii nu este însă relevantă în

cazul COVID-19, având în vedere condițiile climatice așteptate (începând cu luna martie, ne așteptăm ca umiditatea relativă din interior să fie mai mare de 30% în toate climatele europene fără umidificare).

În concluzie, în clădirile dotate cu umidificare centralizată, nu este necesară schimbarea punctelor de referință ale sistemelor de umidificare (în mod normal 25% sau 30%) [xxv]. De altfel, având în vedere începerea sezonului de primăvară, aceste sisteme nu ar trebui să funcționeze.

Sistemele de încălzire și răcire pot fi operate în mod normal, deoarece nu există implicații directe asupra răspândirii COVID-19. În mod obișnuit, nu este necesară nicio ajustare a valorilor de referință pentru sistemele de încălzire sau răcire.

Utilizarea cu precauție a sistemelor de recuperare a căldurii

În anumite condiții, particulele de virus din aerul extras pot reîntra în clădire. Sistemele de recuperare a căldurii pot transporta virusul atașat particulelor din partea de evacuare a aerului în partea de introducere, prin infiltrații.

Schimbătoare de căldură aer-aer cu regenerare (schimbătoare rotative, numite și roți de entalpie) pot avea infiltrații de aer considerabile în caz de proiectare și întreținere precare. În cazul schimbătoarelor de căldură rotative care funcționează corespunzător, echipate cu sisteme de evacuare a condensului reglate corespunzător, gradul de etanșeitate este aproximativ aceleași cu cel al schimbătoarelor de căldură în plăci, fiind situate în intervalul 1-2%. Pentru sistemele existente, infiltrațiile de aer necontrolate ar trebui să fie sub 5% și trebuie compensate cu creșterea ratei de ventilare cu aer exterior, conform EN 16798-3: 2017. Cu toate acestea, există posibilitatea ca multe schimbătoare de căldură rotative să nu fie instalate corect. Cea mai frecventă defecțiune este aceea că ventilatoarele au fost montate astfel încât se creeze o presiune mai mare pe partea de evacuare a aerului. Acest lucru va provoca infiltrații ale aerului evacuat în aerul introdus. Gradul de transfer necontrolat (infiltrațiile) al aerului poluat extras poate fi în aceste cazuri de 20% [xxvi], ceea ce nu este acceptabil. Este demonstrat că schimbătoarele de căldură rotative care sunt confecționate, instalate și întreținute în mod corespunzător, au un transfer de aproape zero de poluanți legați de particule (inclusiv bacterii, virusuri și ciuperci transmise în aer), însă transferul este limitat la poluanți gazoși, cum ar fi fumul de tutun și alte mirosuri [xxvii]. Astfel, nu există nicio dovadă că particulele purtătoare de virus pornind de la 0,1 microni ar putea fi transportate prin infiltrații de aer. Deoarece rata de infiltrare nu depinde de viteza de rotație, nu este necesară oprirea recuperatoarelor rotative. Funcționarea normală a recuperatoarelor rotative, facilitează menținerea ratelor de ventilare mai mari.

Se știe că transferul prin infiltrații de aer este mai mare la un flux scăzut de aer, de aceea se recomandă rate de ventilare mai mari. Dacă sunt suspectate infiltrații în secțiunile de recuperare a căldurii, reglarea presiunii sau

bypass-ul (unele sisteme pot fi echipate cu bypass) pot fi opțiuni pentru a evita situația în care o presiune mai mare pe partea de evacuare va cauza infiltrații de aer pe partea de introducere. Diferențele de presiune pot fi corectate prin clapete sau prin alte setări rezonabile. În concluzie, vă recomandăm să inspectați echipamentul de recuperare a căldurii, inclusiv măsurarea diferenței de presiune. Pentru un grad de protecție ridicat, personalul de întreținere ar trebui să urmeze procedurile standard de securitate pentru lucrările de acest gen, inclusiv purtarea de mănuși și protecția căilor respiratorii.

Transmiterea particulelor de virus prin intermediul dispozitivelor de recuperare a căldurii nu este o problemă atunci când sistemul HVAC este echipat cu un sistem de recuperare a căldurii cu fluid indirect sau un alt dispozitiv de recuperare a căldurii, care garantează o separare a aerului de 100% între partea de evacuare și cea de introducere [xxviii].

Nu se utilizează recircularea aerului

Particulele de virus din tubulaturile de evacuare pot, de asemenea, să reîntre într-o clădire atunci când centralele de tratare aerului sunt echipate cu chesoane de recirculare. Se recomandă evitarea recirculării centralizate în timpul epidemiilor SARS-CoV-2: se recomandă închiderea clapetelor de recirculare (prin sistemul automat de management al clădirii sau manual). În cazul în care se evita recircularea centralizată pot apărea probleme în ceea ce privește diminuarea capacității de răcire sau de încălzire a spațiului. Acest lucru trebuie acceptat deoarece este mai important să fie prevenită contaminarea și protecția sănătății publice decât asigurarea confortului termic. Uneori centrale de tratare a aerului și chesoanele de recirculare sunt echipate cu filtre de aer pe evacuare. Acest lucru nu trebuie să fie un motiv pentru a menține deschise clapetele de recirculare, deoarece aceste filtre, în mod normal, nu filtrează în mod eficient particulele cu virusuri, deoarece au eficiență standard (F4/F5 sau clasa de filtru ISO grosier /ePM10) [xxix] și nu eficiență HEPA.

Unele sisteme (ventiloconvectoare sau unități de inducție) funcționează cu circulația locală a aerului (la nivelul camerei). Dacă este posibil (nu există un necesar semnificativ de răcire), se recomandă ca aceste sisteme să fie oprite pentru a se evita recircularea particulelor de virus la nivelul camerei (de exemplu, atunci când camerele sunt utilizate în mod normal de mai mult de un ocupant). Ventiloconvectoarele au filtre grosiere care practic nu filtrează particule mici cu virusuri însă pot totuși colecta particule.

Pe suprafața schimbătorului de căldură a ventiloconvectorului, este posibil ca virusul să fie distrus prin ridicarea temperaturii la 60°C timp de o oră sau 40°C timp de o zi. Dacă nu este posibil ca ventiloconvectoarele să fie oprite, se recomandă ca ventilatoarele să funcționeze continuu pentru a evita ca virusul să se poată sedimenta în filtre și să fie reactivat atunci când ventilatoarele sunt repuse în funcțiune.

În funcționarea continuă a ventiloconvectoarelor, virusul va fi îndepărtat prin intermediul instalației de ventilare de evacuare.

Curățarea tubulaturii de ventilare nu are niciun efect practic

S-au făcut declarații exagerate recomandând curățarea tubulaturilor de ventilare pentru a evita transmisia SARS-CoV-2 prin sistemele de ventilare. Curățarea tubulaturii de ventilare nu este eficientă împotriva infecției între încăperi, deoarece sistemul de ventilare nu este o sursă de contaminare dacă se respectă recomandările de mai sus privind recuperarea căldurii și recircularea. Virusurile atașate particulelor mici nu se pot depune cu ușurință în conductele de ventilare și, în mod normal, vor fi transportate de fluxul de aer [xxx]. Prin urmare, nu sunt necesare modificări ale procedurilor normale de curățare și întreținere a tubulaturilor. Mult mai important este să măriți cantitatea de aer proaspăt, să evitați recircularea aerului conform recomandărilor de mai sus.

Schimbarea filtrelor de aer exterioare nu este necesară

În contextul COVID-19, s-a pus problema înlocuirii filtrelor și care este efectul de protecție în cazuri foarte rare de contaminare cu virus a aerului exterior, de exemplu dacă evacuările de aer sunt aproape de prizele de aer. Sistemele moderne de ventilare (centralele de tratare a aerului) sunt echipate cu filtre fine de aer exterior, imediat după admisia aerului exterior (clasa de filtru F7 or F84 or ISO ePM2.5 sau ePM1) care filtrează bine particulele în suspensie din aerul exterior. Dimensiunea unei particule de coronavirus de 80-160 nm [viii] (PM0,1) este mai mică decât suprafața de captare a filtrelor F8 (eficiență de captare 65-90% pentru PM1), dar multe dintre aceste particule mici se vor depune pe fibrele filtrului prin mecanismul de difuzie. Particulele SARS-CoV-2 se agregă, de asemenea, cu particule mai mari care se află deja în zona de captare a filtrelor. Acest lucru implică faptul că, în cazuri rare de aer exterior contaminat cu virusuri, filtrele standard fine de aer exterior oferă o protecție rezonabilă la o concentrație redusă și ocazional răspândesc virusuri în aerul exterior.

Secțiunile de recuperare și recirculare a căldurii sunt echipate cu filtre de aer mai puțin eficiente (F4 / F5 sau ISO grosier / ePM10) pe partea de extracție, al căror rol este să protejeze echipamentele de praf.

Aceste filtre nu trebuie să filtreze particulele mici, deoarece particulele de virus vor fi ventilate spre exterior prin aerul de evacuat (a se vedea, de asemenea, recomandarea a nu fi utilizată recircularea la paragraful „nu se utilizează recircularea aerului”).

4. O clasificare perimată a filtrelor din EN779:2012, înlocuită de EN ISO 16890-1:2016, Filtre de aer pentru ventilare generală - Partea 1: Specificații tehnice, cerințe și sistem de clasificare bazat pe eficiența particulelor în suspensie (ePM).

În ceea ce privește înlocuirea filtrelor, pot fi utilizate proceduri normale de întreținere. Filtrele colmatate nu sunt o sursă de contaminare în acest context, ci reduc debitul de aer, care are un efect negativ asupra contaminărilor din interior. Astfel, filtrele trebuie înlocuite conform procedurii normale, atunci când sunt depășite limitele de presiune sau timp sau conform întreținerii programate. În concluzie, nu recomandăm schimbarea filtrelor de aer exterior existente și înlocuirea lor cu alte tipuri de filtre și nici nu recomandăm schimbarea lor mai devreme decât este normal.

Personalul responsabil de asigurarea mentenanței sistemelor HVAC, pot fi expuse unui risc ridicat atunci când filtrele (în special filtrele de pe extracție) nu sunt înlocuite în conformitate cu procedurile standard de siguranță. Pentru a fi în siguranță, presupuneți întotdeauna că filtrele au material microbiologic activ asupra lor, inclusiv virusuri viabile. Acest lucru este deosebit de important în orice clădire unde a avut loc recent o infecție. Filtrele trebuie schimbate cu sistemul oprit, în timp ce purtați măști, cu protecție a căilor respiratorii și ulterior aruncate într-o pungă care se sigilează.

Aparatele de purificare a aerului din încăperi pot fi utile în situații specifice

Aparatele de purificare a aerului din încăperi îndepărtază eficient particulele din aer, ceea ce asigură un efect similar cu ventilarea. Pentru a fi eficiente, purificatoarele de aer trebuie să aibă cel puțin eficiența filtrului HEPA. Din păcate, majoritatea purificatoarelor de aer din încăperi, la prețuri acceptabile, nu sunt suficient de eficiente. Dispozitivele care folosesc principii de filtrare electrostatică (nu aceleași ca dispozitivele de ionizare din cameră!) deseori funcționează destul de bine. Deoarece debitul de aer prin aparatele de curățare a aerului este limitat, suprafața pe care o pot deservi efectiv este în mod normal destul de mică, de obicei mai mică de 10 m². Dacă se decide utilizarea unui purificator de aer (din nou: creșterea aportului de aer proaspăt prin ventilare regulată este adesea mult mai eficientă) se recomandă amplasarea aparatului în apropierea zonei de respirație. De asemenea, eficient în uciderea bacteriilor și virusurilor, se poate instala un echipament special de curățare UV în zona de admisie a aerului, însă aceasta este în mod normal o soluție adecvată echipamentelor din instituțiile spitalicești și cele de asistență medicală.

Instrucțiuni de utilizare a capacului de toaletă

În cazul în care vasele de toaletă sunt echipate cu capace, se recomandă evacuarea vaselor de toaletă cu capacele închise, pentru a reduce la minimum eliberarea de picături și reziduuri de picături în aerul înconjurător vasului de toaletă [xxxi,i].

Este important ca găzile hidraulice ale vaselor de toaletă să funcționeze tot timpul [ii]. Prin urmare, asigurați-vă de faptul că utilizatorii clădirilor sunt instruiți să utilizeze capacele.

Rezumatul măsurilor practice de exploatare a instalațiilor din clădiri

1. Asigurați ventilarea naturală cu aer exterior a spațiilor/încăperilor
2. Setati instalația de ventilare mecanică pe debit nominal cu cel puțin două ore înainte începutului programului de utilizare a clădirii și schimbați la un debit mai redus la două ore după finalizarea programului.
3. Pe timpul nopții și în weekend-uri, instalația de ventilare mecanică nu se oprește, ci va funcționa în continuu la debite reduse.
4. Asigurați ventilarea naturală regulată prin intermediul ferestrelor (chiar și în cazul clădirilor prevăzute cu ventilare mecanică)
5. Mențineți în funcțiune 24/7 ventilarea toaletelor.
6. Evitați deschiderea ferestrelor în toalete, pentru a asigura direcția corectă a ventilării mecanice în depresiune.
7. Instruiți utilizatorii clădirii să evacueze vasele de toaletă cu capacul închis.
8. Comutați centralele de tratare a aerului cu cheson de recirculare, la 100% aer exterior.
9. Inspectați echipamentul de recuperare a căldurii pentru a vă asigura că infiltrațiile de aer sunt sub control
10. Opriti ventilo-convectoarele sau programați-le astfel încât ventilatoarele să funcționeze continuu.
11. Nu schimbați valorile de referință pentru încălzire, răcire și umidificare.
12. Nu planificați curățarea tubulaturilor/conductelor în această perioadă.
13. Înlocuiți filtrele de aer de pe introducere și cele de pe evacuare ale centralelor de tratare a aerului, ca de obicei, în conformitate cu programul de mentenanță.
14. Lucrările de înlocuire și mentenanță periodică a filtrelor se efectuează cu măsuri de protecție obișnuite, care includ protecția căilor respiratorii.

Feedback

Dacă sunteți specialist în problemele abordate în acest document și aveți comentarii sau sugestii de îmbunătățiri, nu ezitați să ne contactați prin info@rehva.eu. Vă rugăm să menționați „COVID-19 document provizoriu” ca subiect atunci când ne trimiteți un e-mail.

Notă

Acest document a fost elaborat de un grup de voluntari REHVA, prima versiune în perioada 6-15 martie 2020. Membrii grupului de experți sunt:

Prof. Jarek Kurnitski, Tallinn University of Technology, Chair of REHVA Technology and Research Committee

Atze Boerstra, REHVA vice-president, Managing Director BBA Binnenmilieu

Francesco Franchimon, Managing Director Franchimon ICM

Prof. Livio Mazzarella, Milan Polytechnic University

Jaap Hogeling, Manager International Projects ISSO

Frank Hovorka, REHVA President, Director technology and innovation FPI, Paris Prof. em.

Olli Seppänen, Aalto University

Documentul a fost revizuit de către **Prof. Yuguo Li**, University of Hongkong, **Prof. Shelly Miller**, University of Colorado Boulder, **Prof. Pawel Wargocki**, Technical University of Denmark și **Prof. Lidia Morawska**, Queensland University of Technology.

Bibliografie

- i WHO, 2020b. Water, sanitation, hygiene and waste management for COVID-19. World Health Organization, Geneva.
- ii Hung LS, 2003. The SARS epidemic in Hong Kong: what lessons have we learned? Journal of the Royal Society of Medicine 96(8): 374-378.
- iii WHO, 2020a. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). World Health Organization, Geneva.
- iv Zhang W, Du R-H, Li B, Zheng X-S, Yang X-, Hu B, Wang Y-Y, Xiao G-F, Yan B, Shi Z-L, Zhou P, 2020. Molecular and serological investigation of 2019-nCoV infected patients: implication of multiple shedding routes. Emerging Microbes & Infections 9(1): 386-389.
- v Guan W-J, Ni Z-Y, Hu Y, Liang W-H, Ou C-Q, He J-X, Liu L, Shan H, Lei C-L, Hui DSC, Du B, Li L-J, Zeng G, Yuen K-Y, Chen R-C, Tang C-L, Wang T, Chen P-Y, Xiang J, Li S-Y, Wang J-L, Liang L-J, Peng Y-X, Wei L, Liu Y, Hu Y-H, 2020. Clinical characteristics of 2019 novel coronavirus infection in China. Nog niet peer reviewed.
- vi Luongo JC, Fennelly KP, Keen JA, Zhai ZJ, Jones BW, Miller SL, 2016. Role of mechanical ventilation in the airborne transmission of infectious agents in buildings. Indoor Air 25(6): 666-678.
- vii Li Y, Leung GM, Tang JM, Yang X, Chao CYH, Lin JZ, Lu JW, Nielsen PV, Niu J, Qian H, Sleigh AC, Su H-JJ, Sundell J, Wong TW, Yuen PL, 2007. Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment – a multidisciplinary systematic review. Indoor Air 17(1): 2-18.
- viii Monto AS, 1974. Medical reviews. Coronaviruses. The Yale Journal of Biology and Medicine 47(4): 234-251.
- ix Doremalen van N, Bushmaker T, Munster VJ, 2013. Stability of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) under different environmental conditions. European communicable disease bulletin 18(38): 1-4.
- x Ijaz MK, Brunner AH, Sattar SA, Nair RC, Johnson-Lussenburg CM, 1985. Survival Characteristics of Airborne Human Coronavirus 229E. Journal of General Virology 66(12): 2743-2748.
- xi Casanova LM, Jeon S, Rutala WA, Weber DJ, Sobsey MD, 2010. Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Coronavirus Survival on Surfaces. Applied and Environmental Microbiology 76(9): 2712-2717

- xii Doremalen N, Bushmaker T, Morris D, Holbrook M, Gamble A, Williamson B, Tamin A, Harcourt J, Thornburg N, Gerber S, Lloyd-Smith J, de Wit E, Munster V, 2020 Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. medRxiv preprint doi.
- xiii Li Y, Huang X, Yu ITS, Wong TW, Qian H, 2005a. Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong. Indoor Air 15(2): 83-95.
- xiv Li Y, Duan S, Yu ITS, Wong TW, 2005b. Multi-zone modeling of probable SARS virus transmission by airflow between flats in Block E, Amoy Gardens. Indoor Air 15(2): 96-111.
- xv WHO, COVID-19 technical guidance: Guidance for schools, workplaces & institutions
- xvi Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare
- xvii Bushmaker T, Doremalen N, Morris D, Holbrook M, Gamble A, Williamson B, Tamin A, Harcourt J, Thornburg N, Gerber S, Lloyd-Smith J, de Wit E, Munster V, 2020 Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. medRxiv preprint doi.
- xviii Nishiura et al, 2020
- xix Allen and Marr, 2020
- xx Chin et al, 2020
- xxi Morris D, Doremalen N, Bushmaker T, Holbrook M, Gamble A, Williamson B, Tamin A, Harcourt J, Thornburg N, Gerber S, Lloyd-Smith J, de Wit E, Munster V, 2020 Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. medRxiv preprint doi.
- xxii Morawska L, 2006. Droplet fate in indoor environments, or can we prevent the spread of infection? Indoor Air 16(2): 335-347.
- xxiii Salah B, Dinh Xuan AT, Fouilladieu JL, Lockhart A, Regnard J, 1988. Nasal mucociliary transport in healthy subjects is slower when breathing dry air. European Respiratory Journal 1(9): 852-855.
- xxiv Kudo E, Song E, Yockey LJ, Rakib T, Wong PW, Homer RJ, Iwasaki A, 2019. Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection. PNAS: 1-6
- xxv ISO 17772-1:2017 and EN 16798-1:2019
- xxvi Carlsson et al, 1995
- xxvii Ruud, 1993
- xxviii Han H, Kim M-K, 2005. An Experimental Study on Air Leakage and Heat Transfer Characteristics of a Rotary-type Heat Recovery Ventilator. International Journal of Air-Conditioning and Refrigeration 13(2): 83-88.
- xix Fisk WJ, Faulkner D, Palonen J, Seppanen O, 2002. Performance and costs of particle air filtration technologies. Indoor Air 12(4): 223-234.
- xxx Sipolla MR, Nazaroff WW, 2003. Modelling particle loss in ventilation ducts. Atmospheric Environment. 37(39-40): 5597-5609.
- xxxi Best EL, Sandoe JAT, Wilcox MH, 2012. Potential for aerosolization of Clostridium difficile after flushing toilets: the role of toilet lids in reducing environmental contamination risk. The Journal of hospital infection 80(1):1-5.

Tradus în limba română, la data de 07 aprilie 2020, de către: **Dr. Ing. IOAN SILVIU DOBOȘI**
 Prim Vicepreședinte al Asociației Inginerilor de Instalații din România - AIIR, membră REHVA
Conf. Dr. Ing. CĂTĂLIN LUNGU, Prodecan FII-UTCB, Vicepreședinte AIIR /REHVA
Asist. Univ. Dr. Ing. CRISTINA TĂNASĂ, Universitatea Politehnica Timișoara



Execuție de instalații termice, ventilație și sanitare

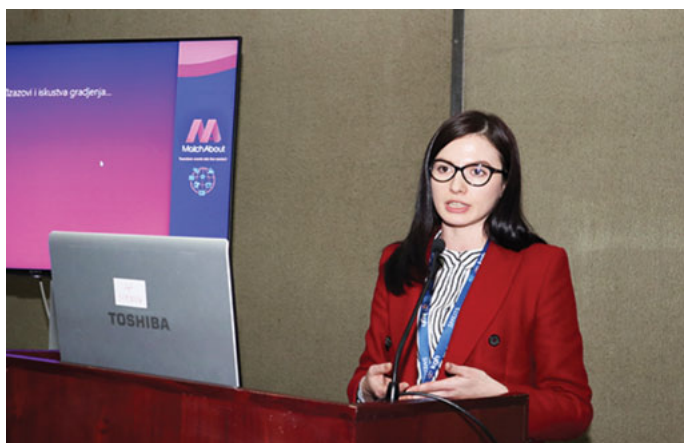
SC APLIND SRL

Director General

Ing. Mihai GUȘTIUC

Strada Vulturilor nr. 18-18A, sector 3, București

Tel.: +40 21 312 07 67



A fost un eveniment deosebit, la care a participat o delegație de 22 de invitați din România, respectiv centre universitare Timișoara, Iași și București. Au susținut lucrări în cadrul Congresului Prof. Ștefan Stănescu, Prof. Liviu Drughean, Prof. Robert Gavriluc, Prof. GrațIELa Târlea, Dr. Ing. Ioan Silviu Doboși, Asist Univ. Dr. Cristina Tănasă, Dr. Ing. Andreea Baran.



De asemenea, o delegație de 33 de studenți de la Timișoara, Iași și București au fost invitați în data de 5 decembrie 2020 la ziua dedicată studenților. Tinerii colegi au reacționat în mod deosebit la cuvintele de întâmpinare adresate lor de către Președintele REHVA, Frank Hovorka și Președintele ASHRAE, Daryl Boyce.



Mulțumim colegilor sârbi, în special Prof. Branislav Todorovic și Prof. Bratislav Blagojevic pentru generozitatea și ospitalitatea cu care au găzduit delegația României la Belgrad. Dr. Ing. Ioan Silviu Doboși împreună cu Prof. Liviu Drughean au înmănat în numele AIIR și Danube ASHRAE Chapter distincții Prof. Branislav Todorovic, Prof. Bratislav Blagojevic, Prof. Marija Todorovic, Ing. Zivojin Peric, Prof. Aleksandar Andjelkovic și Prof. Marko Ignjatovic. Colegii de la Iași, Prof. Mihai Profire și Prof. Andrei Burlacu, au înmănat în numele AIIR Moldova Iași o distincție de apreciere Prof. Branislav Todorovic. A fost marcată astfel o colaborare de peste 30 de ani între AIIR și KGH, o colaborare care reflectă o adevărată și de lungă durată prietenie între România și Serbia.



Variația parametrilor panourilor fotovoltaice în diverse condiții de însorire



SEBASTIAN VALERIU
HUDIȘTEANU



MARINA VERDEȘ



VASILICĂ CIOCAN



MARIUS COSTEL BĂLAN

UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” din Iași,
Facultatea de Construcții și Instalații, Departamentul de Inginerie a Instalațiilor

Rezumat: În lucrare se prezintă un studiu numeric al variației temperaturii de operare a panourilor fotovoltaice în diverse condiții de însorire. Eficiența de conversie a celulelor fotovoltaice scade pentru valori mari ale temperaturii, aceasta fiind dependentă de radiația solară. Pentru îndepărtarea acestui inconvenient se prezintă o posibilitate de reducere a temperaturii, prin amplasarea unui disipator de căldură static în zona posterioară a panoului fotovoltaic. Simularea numerică este realizată cu ajutorul soft-ului ANSYS-Fluent, rezultatele obținute reprezentând temperaturile medii de operare ale panoului. În modelul realizat se consideră amplasarea ansamblului panou fotovoltaic – disipator integrat într-o fațadă ventilată pe partea exterioră a acesteia.

Abstract: This paper presents a numerical study of variation in operating temperature of photovoltaic panels under varying conditions of sunlight. The conversion efficiency of photovoltaic cells drops to values of high temperature, this being dependent on solar radiation. To remove this drawback it has a possibility to reduce the temperature by placing a heat sink in the rear static photovoltaic panel. Numerical simulation is performed using ANSYS-Fluent software, the results representing the average operating temperatures of the panel. In the model developed is considered placement of the photovoltaic panel - sink integrated into a ventilated facade on the outside thereof.

Cuvinte cheie: panou fotovoltaic, radiație solară, simulare numerică, eficiența de conversie

1. Introducere

Spre deosebire de efectul fotoelectric, în cazul efectului fotovoltaic, unii electroni sunt excitați de radiația solară până ajung la nivele energetice superioare, dar fără a părăsi materialul (Fig. 1). Pentru a obține efectul fotovoltaic este necesar un dispozitiv asimetric, de exemplu o joncțiune p-n, astfel încât electronii (încărcați negativ) să fie canalizați într-o direcție și golurile (încărcate pozitiv) în cealaltă direcție, rezultând astfel o tensiune. În lucrările de specialitate din literatura românească efectul fotovoltaic este denumit uneori efect fotoelectric [1].

Efectul fotoelectric reprezintă de fapt expulzarea electronilor din materie, în urma absorbției de radiație electromagnetică (Fig. 1) [9]. Aceștia primesc energia necesară pentru a părăsi nivelele energetice superioare și a trece exteriorul atomilor. Această teorie este valabilă în cazul în care se consideră că radiația electromagnetică este compusă din particule elementare, denumite fotoni.

Efectul fotoelectric a fost observat prima dată în 1839 de către Edmond Becquerel, un fizician din Franța. În cursul anului 1876 Adams și Day au observat efectul fotovoltaic în seleniu solid. Celula solară modernă a fost descoperită în 1954. Cercetătorii Bell Labs de la Pearson, Chapin, Fuller au raportat descoperirea de celule din siliciu cu eficiență de 4,5%, fiind ridicată la 6% doar câteva luni mai târziu [1].

Principalii parametri ai unei celule solare, I_{sc} , intensitatea curentului de scurtcircuit (A) și V_{oc} , tensiunea generată în gol (V) și eficiența celulelor fotovoltaice (%), depind în mod direct de factori externi precum radiația solară și temperatura celulei [2]. La creșterea intensității radiației solare incidente pe celulă are loc o creștere liniară a valorii I_{sc} , în timp ce variația V_{oc} cu intensitatea radiației solare este considerată neglijabilă. Mărirea intensității radiației solare este asociată cu o creștere a temperaturii celulei, ceea ce determină scăderea liniară a V_{oc} și prin urmare a puterii electrice produsă de acesta.

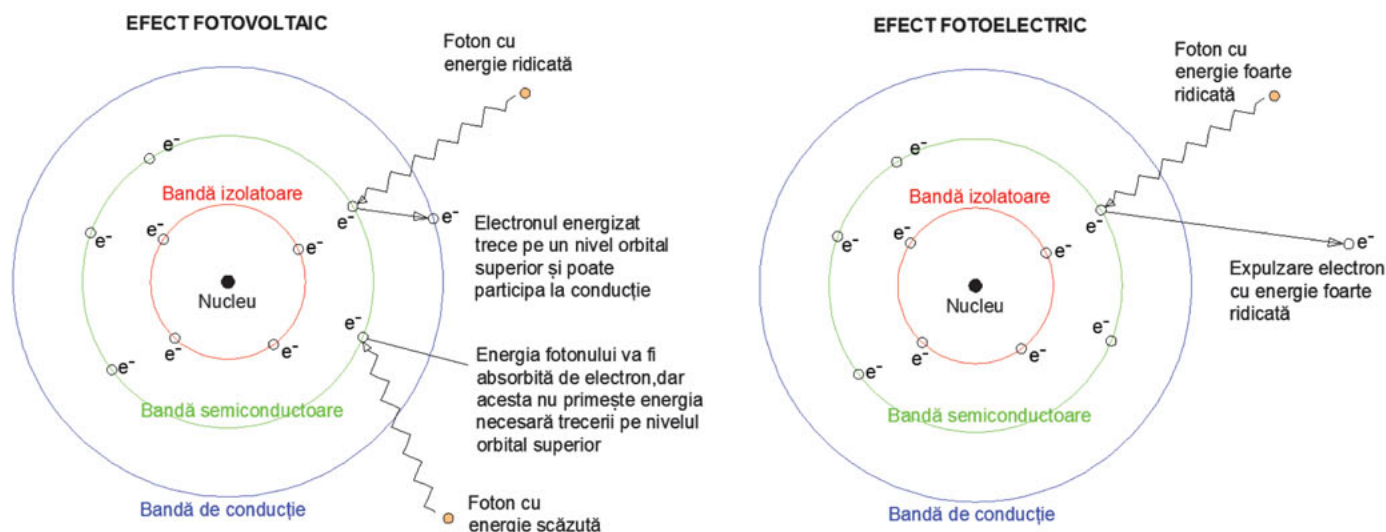


Figura 1 - Comparație între efectul fotoelectric și efectul fotovoltaic [1]

Această dependență este exprimată pentru variația intensității radiației solare la temperatura celulei $T_c = 25^\circ\text{C}$ și pentru variația temperaturii la radiație solară $G = 1000 \text{ W/m}^2$ [10, 12].

Influența intensității radiației solare este cea mai importantă din punctul de vedere al puterii produse de celulele fotovoltaice, datorită modificării intensității curentului electric generat odată cu intensitatea radiației solare. Influența temperaturii de operare a celulei asupra caracteristicii curent-tensiune generate de aceasta se manifestă prin scăderea tensiunii generate la bornele celulelor fotovoltaice [1].

În [11] este realizată o sinteză a eficienței principalelor tipuri de celule fotovoltaice. Eficiența principalelor tipuri de celule fotovoltaice în condiții standard de însoțire și temperatură ($G = 1000 \text{ W/m}^2$ și $T_{\text{cel}} = 25^\circ\text{C}$) este prezentată în Tab. 1 [1].

Tabel 1 - Eficiența celulelor fotovoltaice

Tip celulă fotovoltaică	Eficiența maximă
Siliciu monocristalin	15-21.5% (SunPower)
Siliciu policristalin	13-16%
Siliciu amorf (film subțire)	6-8%
Cadmium-Telur (CdTe)	9-11%
Cupru indiu galiu seleniu (CIS/CIGS)	10-12%
Celule fotovoltaice organice (OPC)	3-6%

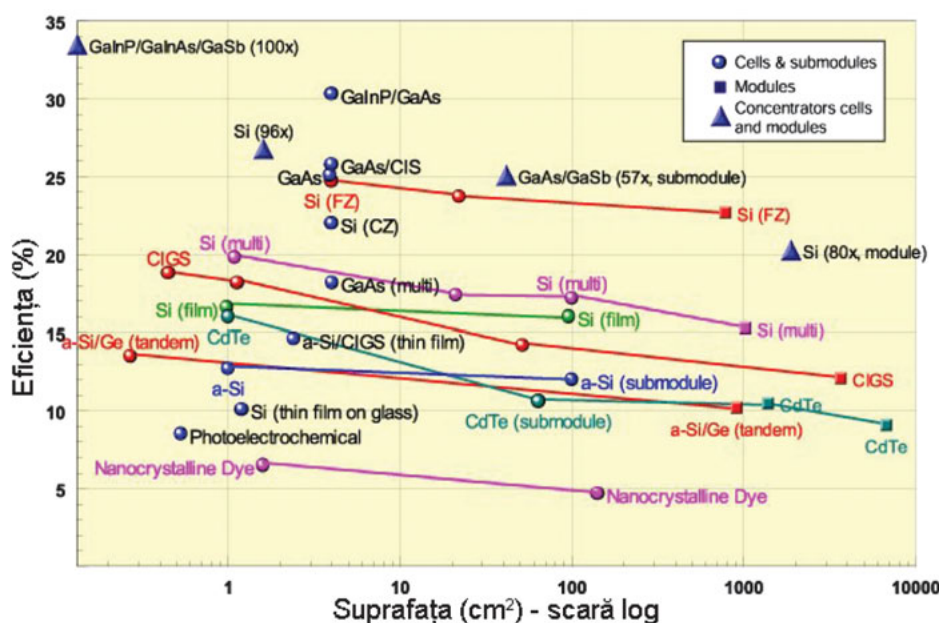


Figura 2 - Eficiența celulelor fotovoltaice în funcție de suprafața acestora [13]

În ceea ce privește influența dimensiunii, s-a constatat că panourile și celulele fotovoltaice cu dimensiuni mari tind să aibă o eficiență mai scăzută.

În Fig. 2 se prezintă variația eficienței celulelor fotovoltaice în funcție de materialele folosite și dimensiunea acestora.

Energia solară captată de panourile fotovoltaice (PF) neconvertită în energie electrică, circa 80%, este transformată în căldură [1]. Performanțele panourilor fotovoltaice sunt dependente de temperatură [2]. Există studii referitoare la dependența randamentului de conversie în funcție de temperatura celulei [3].

Efectul temperaturii asupra caracteristicii curent-tensiune a celulei

lei fotovoltaice este prezentată în Fig. 3. Astfel, atunci când are loc o creștere a temperaturii, scade și eficiența de conversie a energiei radiației solare în energie electrică [4]. Se poate considera, ca valoare orientativă, o reducere a eficienței panourilor fotovoltaice cu 0,3 ... 0,5%, pentru fiecare creștere a temperaturii de operare cu un grad.

În literatură există studii referitoare la temperatura atinsă de panourile fotovoltaice în perioada de funcționare la capacitate maximă [4]. Astfel, s-a observat că temperatura acestora poate atinge valori de până la 80 °C pentru panourile fotovoltaice amplasate fără posibilitate de răcire și la intensitatea radiației solare apropiată de 1000 W/m².

Efectul negativ al temperaturii asupra eficienței de conversie este recunoscut [5], iar principalul factor care determină creșterea temperaturii panourilor fotovoltaice este intensitatea radiației solare. Acest aspect trebuie gestionat cu atenție, deoarece eficiența de conversie fotovoltaică este influențată pozitiv de creșterea intensității radiației solare, însă această creștere se resimte și asupra temperaturii panoului fotovoltaic. Creșterea temperaturii de operare a panoului generează o scădere a eficienței.

În literatura de specialitate există mai multe modele pentru determinarea temperaturii celulelor fotovoltaice T_c în funcție de factorii externi. Cea mai comună metodă, conform [6], constă în utilizarea NOCT (Normal Operating Cell Temperature) – Temperaturii normale de operare a celulei. Valoarea acestui parametru este furnizată de producătorul modulului fotovoltaic. T_c este dependentă de temperatura ambientală T_a și de radiația solară ϕ conform următoarei relații:

$$T_c = T_a + (\text{NOCT} - 20^\circ\text{C}) \cdot \phi/800$$

Această metodă simplă furnizează rezultate satisfăcătoare în cazul în care modulul fotovoltaic nu este integrat

în acoperiș. Valoarea NOCT este calculată pentru o viteză a aerului de 1 m/s, temperatura ambientală de 20 °C și o radiație emisferică $\phi = 800 \text{ W/m}^2$. NOCT este puternic dependentă de tipul de încapsulare a modulului fotovoltaic.

Puterea unei celule fotovoltaice variază în funcție de schimbările de temperatură și radiație. Prin urmare, au fost definiți parametri standard pe care producătorii îi utilizează pentru a exprima puterea maximă pe care o poate furniza un panou fotovoltaic. Condițiile exterioare pentru realizarea acestui regim se numesc STC (Standard Test Conditions) și produc așa numita putere de vârf Watt-peak (Wp). Aceasta este puterea furnizată de o celulă fotovoltaică la o temperatură a aerului exterior de 25 °C, viteza vântului de 1 m/s și intensitatea radiației solare de 1000 W/m².

Variația temperaturii panourilor fotovoltaice a fost studiată în diverse lucrări în literatura de specialitate. N. Hamrouni et al. [7] prezintă un astfel de studiu realizat cu ajutorul softului Matlab/Simulink.

2. Descrierea problemei

Sistemele fotovoltaice reprezintă o sursă sigură de energie electrică și cu funcționare la randament optim atât timp cât sunt îndeplinite condițiile de temperatură de operare nominală a celulelor. În exploatare aceste condiții sunt greu de asigurat, datorită lipsei spațiului, poziției fixe a panourilor sau imposibilității controlării factorilor climatici. Prin urmare, este necesară găsirea unor soluții de răcire a panourilor fotovoltaice.

În această lucrare se realizează un studiu numeric al influenței intensității radiației solare asupra temperaturii de operare a panourilor fotovoltaice. Poziționarea acestora este verticală, respectiv integrarea acestora în clădirile cu fațade ventilate. De asemenea este prezentată o soluție

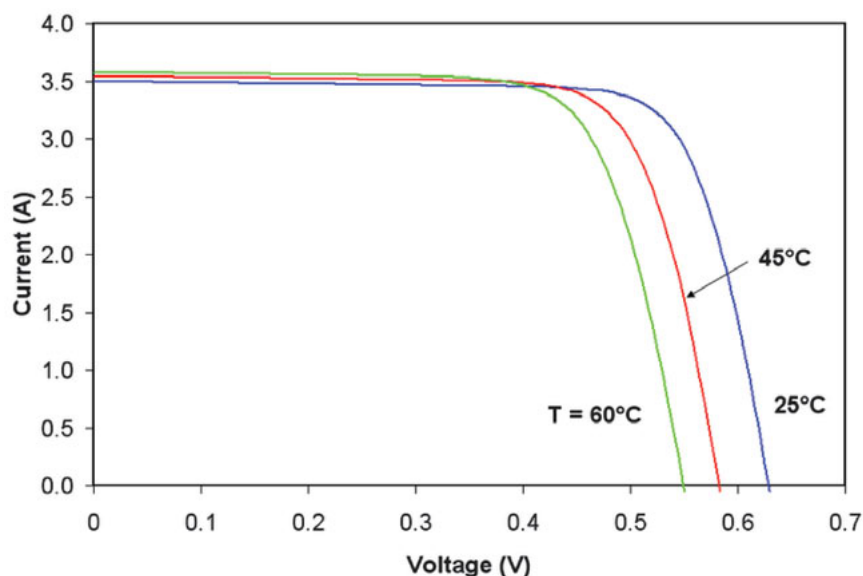


Figura 3 - Influența temperaturii de operare asupra parametrilor panourilor fotovoltaice [8]

pentru realizarea răcirii suplimentare a panourilor fotovoltaice prin atașarea unor disipator de căldură nervurat în zona posterioară a acestora.

Simulările sunt realizate în condiții dezavantajoase de temperatură exterioară specifică verilor din țara noastră, respectiv 35 °C. De asemenea, viteza de circulație a aerului în spatele panoului fotovoltaic este impusă cu valoare de 0,5 m/s.

3. Simularea numerică

Această lucrare prezintă modelarea numerică, a încălzirii panourilor fotovoltaice, cu ajutorul programului specializat ANSYS-Fluent, care reprezintă cea mai performantă platformă pentru simulările numerice în domeniu. Geometria modelului – Fig. 4, este realizată în Design Modeler și discretizarea domeniului de calcul cu ajutorul aplicației Design Mesh. Domeniul de calcul a fost discretizat într-un număr de 194921 de celule tetraedrice.

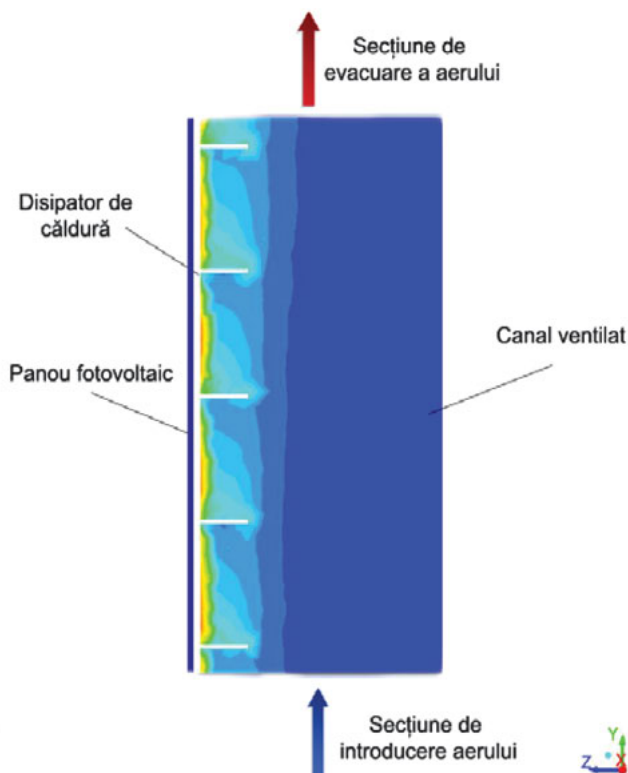


Figura 4 – Geometria modelului studiat în programul ANSYS-Fluent

Panoul fotovoltaic studiat este unul de mici dimensiuni cu dimensiunile $L = H = 500$ mm. Răcirea panoului este evaluată în cazul atașării unui perete nervurat pentru diferite intensități ale radiației solare incidente. Astfel, componenta normală a intensității radiației solare considerată în simulări are valorile: $\phi S = 250, 500, 750$ și 1000 W/m².

Rezultatele modelării numerice sunt obținute pentru cazul atașării unui disipator de căldură din cupru sau

aluminiu în zona posterioară a panoului. Acest disipator este reprezentat de un perete nervurat, având următoarele caracteristici dimensionale:

- h – înălțimea nervurilor (3 cm);
- s – distanța (pasul) dintre nervuri (5 cm);
- L, H – lungimea și lățimea disipatorului ($L = H = 500$ mm);
- g – grosimea plăcii disipatorului (2 mm);
- gn – grosimea nervurilor (2 mm);
- ln – lungimea nervurilor (480 mm).

La suprafața panoului fotovoltaic expusă soarelui și aflată în mediul exterior s-a considerat un schimb de căldură convectiv cu $\alpha_{\text{conv}} = 8$ W/m²K.

4. Rezultate

Temperaturile medii obținute în urma simulărilor numerice pentru cazul de bază și pentru situația atașării disipatorului de căldură sunt centralizate în Tab. 2.

Tabel 2 - Temperaturile medii ale panoului fotovoltaic

G_{med} [W/m ²]	$t_{\text{cel.dis}}$ [°C]	$t_{\text{cel.bază}}$ [°C]	Δt [°C]
250	41,4	49,3	7,9
500	50,4	63,5	13,1
750	59,4	78	18,6
1000	68,7	92	23,3

Unde:

- G_{med} – intensitatea radiației solare;
- $t_{\text{cel,dis}}$ – temperatura celulei în cazul utilizării disipatorului de căldură;
- $t_{\text{cel,bază}}$ – temperatura celulei în cazul de bază;
- Δt – scăderea temperaturii panoului în cazul utilizării disipatorului în comparație cu montajul de bază.

Dependența temperaturii de operare în funcție de radiația solară este prezentată în graficul din Fig. 5.

Coeficientul de influență al intensității radiației solare asupra temperaturii panoului fotovoltaic, C_G în condițiile date are valoarea:

$$C_{G1} = (T_{100} - T_{250}) / (G_{100} - G_{250}) = (68,7 - 41,4) / (1000 - 250) = 3,65 \text{ [°C/(100 W/m}^2\text{)]}$$

$$C_{G2} = (T_{100} - T_{250}) / (G_{100} - G_{250}) = (92,0 - 53,5) / (1000 - 250) = 4,73 \text{ [°C/(100 W/m}^2\text{)]}$$

unde:

- C_{G1} – coeficientul de influență al G asupra t_p , în cazul cu disipator;
- C_{G2} – coeficientul de influență al G asupra t_p , în cazul fără disipator.

Panoul fotovoltaic prezintă caracteristica de a produce o cantitate superioară de electricitate la valori mari ale intensității radiației solare. În același timp, temperatura de operare crește direct proporțional cu radiația solară, determinând scăderea randamentului de conversie. Pentru a obține o producție optimă de electricitate în zilele însorite, soluția propusă aduce o îmbunătățire a eficienței de conversie în comparație cu soluția de bază.

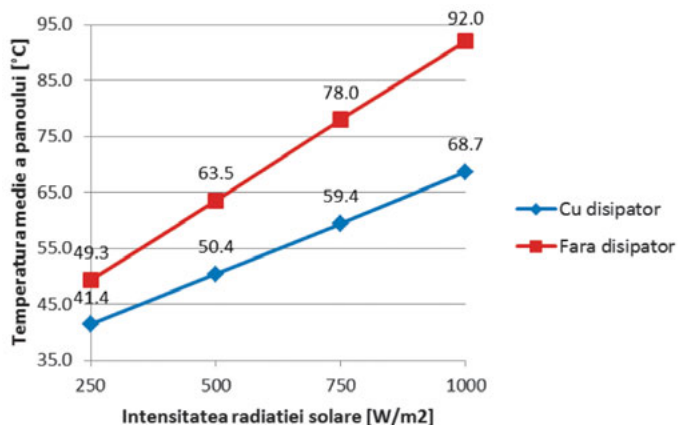


Figura 5 - Variația temperaturii panoului fotovoltaic pentru diverse valori ale intensității solare

Se poate observa – Fig. 5 influența amplasării disipatorului de căldură nervurat prin obținerea unei temperaturi mai mici a panoului fotovoltaic. Acest aspect determină o creștere a eficienței de conversie, respectiv o producție mai mare de energie electrică, în condiții similare de însorire. Diferența de temperatură între cele două soluții studiate crește o dată cu mărirea intensității radiației solare, având o valoare de aproximativ 23 °C pentru intensitatea de 1000 W/m².

Având în vedere că eficiența de conversie fotovoltaică este direct proporțională cu intensitatea radiației solare și invers proporțională cu temperatura de operare, se pot trasa curbele de variație a eficienței pentru cazurile studiate, Figura 6.

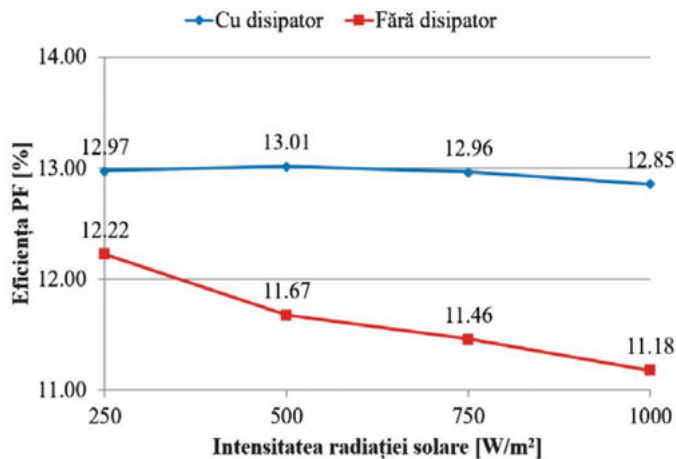


Figura 6 - Variația eficienței PF cu intensitatea radiației solare

5. Concluzii

Radiația solară influențează în mod determinant temperatura panoului fotovoltaic.

Amplasarea disipatorului de căldură reprezintă o soluție viabilă de reducere a temperaturii în condițiile descrise. Metoda prezentată în acest studiu poate reprezenta o soluție pentru realizarea răcirii acestor sisteme, cu un consum redus de energie, ținând cont de necesitatea ventilării fațadelor dublu vitrate pe timpul verii.

Bibliografie

- [1] S. V. Hudîșteanu, Eficiența panourilor fotovoltaice integrate în fațadele ventilate dublu vitrate ale clădirilor, Teză doctorat, 2016, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași.
- [2] V. J. Fesharaki, M. Dehghani, J. J. Fesharaki, The Effect of Temperature on Photovoltaic Cell Efficiency, Proceedings of the 1st International Conference on Emerging Trends in Energy Conservation - ETEC Tehran, Iran, 2011, pag. 1-6.
- [3] J. N. Sarvaiya, B. Seshadri, S. Dubey, Temperature Dependent Photovoltaic (PV) Efficiency and Its Effect on PV Production in the World A Review, Energy Procedia 33, 2013, pag. 311–321.
- [4] Photovoltaic Efficiency: Lesson 2, The Temperature Effect - Fundamentals Article, 2014, pag 1-4.
- [5] A. V. Milovanović, Increased Temperature and Radiation Damage Influence on Solar Cells Characteristics, University of Belgrade Faculty of Mechanical Engineering, FME Transactions 41, 2013, pag. 77-82.
- [6] M. Muller, Measuring and Modeling Nominal Operating Cell Temperature, PV Performance Modeling Workshop, NREL Test & Evaluation, 2010.
- [7] Solar radiation and ambient temperature effects on the performances of a PV pumping system, Revue des Energies Renouvelables Vol. 11 N°1, 2008, pag. 95–106.
- [8] www.wikipedia.com.
- [9] The Photoelectric Effect MIT Department of Physics, 2013.
- [10] Skoplaki, E., Palyvos, J.A.: On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations
- [11] M. A. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta, Solar cell efficiency tables, Prog. Photovolt: Res. Appl. 2010; 18: pag. 144–150.
- [12] Govindasamy T.M., Liang J., Yingtang T., Petacci L., (2003), Photovoltaic module thermal/wind performance: Long- Term Monitoring and Model Development For Energy Rating, NCPV and Solar Program Review Meeting, pag. 936-939.
- [13] www.pveducation.org.



VINO LA ACI CLUJ!

Peste 60 de ani de experienta in constructii!

Activitatea companiei cuprinde construcții civile, industriale, hidrotehnice, instalații, lucrări de infrastructura și lucrări de restaurare și reabilitare a clădirilor și producție industrială.

La ora actuală compania detine peste 400 de angajați și își desfășoară activitatea atât în țară cât și în străinătate.

ACI CLUJ SA

Vino sa lucrezi la noi!

Compania ACI CLUJ SA angajeaza:

Dulgheri
Zidari
Zugravii-vopsitori
Mozaicari-faiantari
Lacalusi
Sudori
Instalatori instalatii
sanitare
Electricieni in
constructii
Fierari betonisti
Macaragii
Mecanici utilaje
constructii

Care sunt conditiile de angajare?

Pentru a te putea angaja in compania noastra, candidatii trebuie sa detina:

Calificare profesionala in domeniul constructiilor;
Experienta profesionala in constructii de cel puțin 2 ani;
Seriozitate, profesionalism si spirit de echipa.

Cum te angajezi la ACI CLUJ SA?

CV-urile se depun la sediul societății de pe Calea Dorobanților, nr. 70, din Cluj-Napoca, jud. Cluj, la Biroul de Resurse Umane, Etajul 1 sau se trimite prin

fax: 0264-412 412.

email: hr_aci@acicluj.com

sau pe site www.acicluj.com la secțiunea Cariere.

Aspecte utile în evaluarea performanțelor energetice ale sistemelor neconvenționale de utilizare a surselor regenerabile



Prof. dr. ing. FLORIN IORDACHE

Rezumat

Lucrarea se referă la sistemele care utilizează energia solară și energia mediului ambiant prin intermediul instalațiilor solare termice și respectiv pompe de caldură cu compresie mecanică de vapori. Informațiile la care poate avea acces un auditor energetic pot fi de cele mai multe ori curba randamentului captatorilor solari și respectiv coeficientul de performanță nominal, COP_0 . În consecință, în lucrare se prezintă cum se pot utiliza aceste informații în cadrul metodologiei de evaluare a performanței energetice a sistemelor care integrează aceste componente.

Abstract

The paper refers to the systems using solar energy and the energy of the environment through solar thermal installations and heat pumps with mechanical vapor compression respectively. The information that can be accessed by an energy auditor can most often be the yield curve of the solar collectors and the nominal performance coefficient, COP_0 , respectively. Consequently, the paper presents how this information can be used within the methodology of evaluating the energy performance of the systems that integrate these components.

1. Introducere

Sistemele neconvenționale care utilizează energia solară conțin ca și componente principale suprafața de captare solară și rezervorul de acumulare cu schimbător de căldură. Procedura de evaluare a performanțelor energetice face apel la coeficientul global de transfer termic al captatoarelor solare, k_c și în continuare la modulul termic al suprafeței de captare solară, E_c .

În prima parte a lucrării se prezintă stabilirea modulului termic al suprafeței de captare, E_c , și a coeficientului global de transfer termic pe baza graficului randamentului captatoarelor solare.

În a doua parte a lucrării se prezintă o posibilitate de stabilire a coeficientului de performanță energetică a unei pompe de căldură în regim curent de exploatare, COP , pe baza cunoașterii valorii nominale a coeficientului de performanță energetică al pompei de căldură, COP_0 .

Determinarea modulului termic al suprafeței de captare

După cum este cunoscut, curba caracteristică a randamentului unui captator solar are forma prezentată în fig. 1 cu titlu de exemplu.

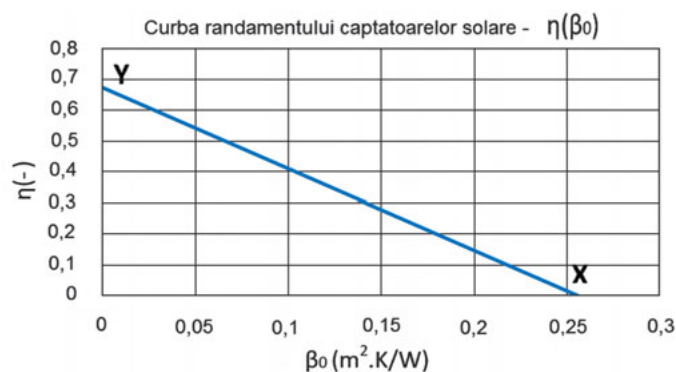


Fig. 1 Ecuația dreptei randamentului are expresia [1], [2]

$$\eta = F_R \cdot (\alpha \cdot \tau) - k_C \cdot \beta_0$$

și are intersecțiile cu axele de coordonate:

$$Y = F_R \cdot (\alpha \cdot \tau) \quad X = \frac{(\alpha \cdot \tau)}{k_C}$$

Dacă împărțim (2a) la (2b) se obține:

$$F_R \cdot k_C = \frac{Y}{X}$$

unde:

$$F_R = F' \cdot F_C$$

$$F_C = \frac{1 - E_C}{-\ln(E_C)}$$

$$E_C = \exp\left(-\frac{F' \cdot k_C}{1.163 \cdot a}\right)$$

și:

$$-\ln(E_C) = \frac{F' \cdot k_C}{1.163 \cdot a}$$

Înlocuind cele stabilite în relațiile (4) și (5) în relația (3) se obține:

$$F' \cdot k_C \cdot \frac{1 - E_C}{\frac{F' \cdot k_C}{1.163 \cdot a}} = \frac{Y}{X}$$

de unde:

$$1 - E_C = \frac{1}{1.163 \cdot a} \cdot \frac{Y}{X}$$

Și modulul termic al suprafeței de captare E_C se obține ca fiind:

$$E_C = 1 - \frac{1}{1.163 \cdot a} \cdot \frac{Y}{X}$$

În continuare pentru determinarea coeficientului global de transfer termic k_C , rezultă:

$$\exp\left(-\frac{F' \cdot k_C}{1.163 \cdot a}\right) = 1 - \frac{1}{1.163 \cdot a} \cdot \frac{Y}{X}$$

Sau:

$$\frac{F' \cdot k_C}{1.163 \cdot a} = \ln \frac{1}{1 - \frac{1}{1.163 \cdot a} \cdot \frac{Y}{X}}$$

De unde coeficientul global de transfer termic al suprafeței de captare, k_C , este:

$$k_C = \frac{1.163 \cdot a}{F'} \cdot \ln \frac{1}{1 - \frac{1}{1.163 \cdot a} \cdot \frac{Y}{X}}$$

- (1) Deci, în concluzie, dacă se cunoaște graficul randamentului atunci se poate determina k_C dacă se consideră pentru $a = 50 \dots 70 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2$ și pentru $F' = 0.88 \dots 0.92$; Valorile Y și X se vor citi după grafic.

- (2a) (2b) În abscisă este:

$$\beta_0 = \frac{t_0 - t_e}{I} \quad (12)$$

- (3) Elementul de bază de interes a fi determinat este modulul termic, E_C , al suprafeței de captare solară care se determină cu relația (8). Valoarea lui este preluată mai departe în procedura de evaluare a performanței energetice a sistemului neconvențional de utilizare a energiei solare. Un al doilea modul termic important este cel referitor la schimbătorul de caldură din cadrul buclei solare, E_S . Acesta se poate evalua aproximativ pe baza celui referitor la suprafața de captare, E_C , conform relației:

$$E_S = E_C \left(\frac{1}{F'} \cdot \frac{k_S}{k_C} \cdot \frac{S_S}{S_C} \right) \quad (13)$$

- (5) În relația (13) coeficientul global de transfer termic aferent schimbătorului de caldură din rezervorul de acumulare, k_S , are valori de cca. $400 \dots 600 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, iar suprafața acestuia este aproximativ $1/10$ din suprafața de captare solară. În continuare se stabilește modulul termic al buclei de captare solară și se urmează cursul procedurii de evaluare.

(6)

2. Determinarea coeficientului de performanță al pompei de caldură în condiții curente de exploatare

- (8) Obiectivul acestui capitol este de a stabili o procedură aproximativă de evaluare a COP pentru o pompă termică care lucrează în condiții diferite de cele nominale cu care a fost livrată pompa de caldură și care are valoarea cunoscută COP_0 . Stabilirea acestei proceduri se bazează pe lucrările [3] și [4]. Conform acestora:

$$COP = \left[1 + \left(M \cdot \frac{1}{f-1} - N \right) \cdot \eta_{iz} \right] \cdot \eta_{EL} \quad (14)$$

- (9) unde :

$$f = \frac{T_{CD}}{T_{VP}} \quad (15)$$

- (10) Raportând expresia COP la expresia COP_0 se obține după câteva prelucrări:

$$\frac{COP}{COP_0} = \frac{1 + (M \cdot \varepsilon_{VP}^C - N) \cdot \eta_{iz}}{1 + (M \cdot \varepsilon_{VP0}^C - N) \cdot \eta_{iz}} \quad (16)$$

sau :

$$(11) \quad \frac{COP}{COP_0} = \frac{1 - N \cdot \eta_{iz} + M \cdot \varepsilon_{VP}^C \cdot \eta_{iz}}{1 - N \cdot \eta_{iz} + M \cdot \varepsilon_{VP0}^C \cdot \eta_{iz}} \quad (17)$$

Unde:

$$\varepsilon_{VP}^C = \frac{1}{f-1} = \frac{T_{VP}}{T_{CD} - T_{VP}} = \frac{\theta_{VP} - \Delta t + 273,15}{\theta_{CD} - \theta_{VP} + 2 \cdot \Delta t} \quad (18)$$

Rezultă în consecință:

$$COP = \frac{1 - N \cdot \eta_{iz} + M \cdot \varepsilon_{VP}^C \cdot \eta_{iz}}{1 - N \cdot \eta_{iz} + M \cdot \varepsilon_{VP0}^C \cdot \eta_{iz}} \cdot COP_0 = f_{COP} \cdot COP_0 \quad (19)$$

Deci factorul de corecție al coeficientului de performanță nominală COP_0 este:

$$f_{COP} = \frac{1 - N \cdot \eta_{iz} + M \cdot \varepsilon_{VP}^C \cdot \eta_{iz}}{1 - N \cdot \eta_{iz} + M \cdot \varepsilon_{VP0}^C \cdot \eta_{iz}} \quad (20)$$

S-au testat o serie de situații funcționale și rezultatele obținute pentru factorul de corecție f_{COP} s-au corelat cu raportul diferențelor de temperatură absolută la condensatorul și vaporizatorul pompei de căldură în situație curentă de exploatare și în condiții normale:

$$r_{dT} = \frac{T_{CD} - T_{VP}}{T_{CD0} - T_{VP0}} = \frac{\theta_{CD} - \theta_{VP} + 2 \cdot \Delta t}{\theta_{CD0} - \theta_{VP0} + 2 \cdot \Delta t} \quad (21)$$

În fig. 2 se prezintă grafic corelația rezultată:

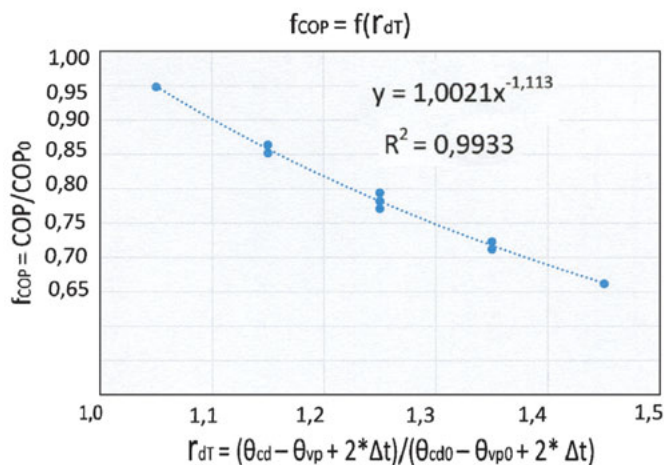


Fig. 2

Corelația prezentată în fig. 2 are deci forma:

$$f_{COP} = \frac{1,0021}{r_{dT}^{1,113}} \quad (22)$$

Practic, factorul de corecție al valorii nominale al coeficientului de performanță energetică al pompei de căldură, COP_0 , este funcție de valorile curente ale mediilor unde se află vaporizatorul și condensatorul pompei de căldură, și poate fi determinat rapid în vederea stabilirii valorii efective a COP conform relației (19).

4. Concluzii

În cadrul lucrării se prezintă justificarea teoretică a procedurii de determinare a modului termic, E_C și coeficientului global de transfer termic aferent unei suprafețe de captare a energiei solare, k_C , pentru care se cunoaște graficul randamentului captatorului solar utilizat. Se prezintă și o propunere de evaluare a modului termic aferent schimbătorului de căldură din cadrul buclei solare.

În partea a doua a lucrării se stabilește o procedură simplificată de evaluare a coeficientului de performanță energetică a unei pompei de căldură, în condiții curente de exploatare, COP, pe baza valorii nominale a acestuia, COP_0 . Se stabilește un factor de corecție a valorii nominale a coeficientului de performanță, f_{COP} , funcție de valorile temperaturilor efective ale mediilor din care se extrage și în care se livrează puterea termică r_{dT} .

Lista de notații

Bucula solară

- t_0 - temperatura agentului termic la intrarea în suprafața de captare solară, °C;
- t_e - temperatura exterioară, °C;
- I - intensitatea radiației solare, W/m²;
- S_C - suprafața de captare solară, m²;
- S_S - suprafața schimbătorului de căldură din bucla solară, m²;
- a - debit specific de agent termic, l/h·m²;
- k_C - coeficientul global de transfer termic al captatorilor solari, W/m²·K;
- k_S - coeficientul global de transfer termic al schimbătorului de căldură, W/m²·K;
- β_0 - indicatorul sintetic al parametrilor de intrare în suprafața de captare, m²·K/W;
- X - valoarea randamentului de captare la intersecția curbei randamentului cu abscisa, m²·K/W;
- η - randamentul de captare solară;
- Y - valoarea randamentului de captare la intersecția curbei randamentului cu ordonata;
- α - coeficientul de absorbție al radiației solare pe placa captatoarelor;
- τ - transparența elementului vitrat al captatoarelor solare;
- F' - factor de corecție constructiv al fluxului termic;
- F_R - factor de corecție al fluxului termic;
- E_C - modulul termic al suprafeței de captare solară;
- F_C - modulul termic derivat al suprafeței de captare solară;
- E_S - modulul termic al schimbătorului de căldură din bucla solară.

Pompa de căldură

- θ_{VP} – temperatura mediului în care se află vaporizatorul pompei de căldură, °C;
 θ_{CD} – temperatura mediului în care se află condensatorul pompei de căldură, °C;
 T_{VP} – temperatura absolută de vaporizare a agentului frigorific, K;
 T_{CD} – temperatura absolută de condensare a agentului frigorific, K;
 Δt – diferența medie de temperatură la vaporizator sau la condensator, °C;
 M, N – coeficienți numerici în expresia eficienței izentropice a pompei de căldură;
 ϵ_{VP}^C – eficiența Carnot la vaporizator;
 η_{IZ} – randamentul izentropic al compresorului;
 COP – coeficientul de performanță energetică al pompei de căldură;
 f_{COP} – factor de corecție al valorii nominale a COP;
 r_{dT} – raport al diferențelor de temperatură absolută, curent/nominal, la pompa de căldură;
 o – indice utilizat pentru valorile nominale.

Bibliografie

- [1] – Florin Lordache – Energetica echipamentelor și sistemelor termice din instalații – editura Conspress, București, 2010;
[2] – Florin Lordache - Analiza energetică privind dimensionarea și evaluarea performanțelor energetice ale instalațiilor utilizând captatoarele solare termice – Revista Română de Inginerie Civilă, volumul 10 (2019) nr.4, editura Matrixrom, București, 2019;
[3] – Florin Lordache, Alexandru Drăghici – Procedura de evaluare a indicatorilor de performanță pentru mașini frigorifice sau pompe de căldură - Revista Română de Inginerie Civilă, volumul 10 (2019) nr.4, editura Matrixrom, București, 2019;
[4] – Florin Lordache, Alexandru Drăghici, Mugurel Talpiga – Comportamentul termic dinamic al unei pompe de căldură funcționând între 2 rezervoare de acumulare - Revista Română de Inginerie Civilă, volumul 10 (2019) nr.4, editura Matrixrom, București, 2019;



ACI CLUJ S.A.



The way to build on!

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

ELI-NP MĂGURELE ROMÂNIA - cel mai mare sistem geotermal de mică adâncime din Europa, funcțional din 2017



ROBERT GAVRILUIC
Romanian Geoexchange Society



CUCUȚEANU DOINIȚA IULIANA
Romanian Geoexchange Society



ȘTEFAN RĂZVAN-SILVIU
"Horia Hulubei" National Institute for Nuclear Physics and Engineering - Măgurele – Bucharest, România

Laboratorul se întinde pe o suprafață de cca. 33.000 m² de clădiri noi, eficiente energetic. Sarcinile de răcire și încălzire pentru clădirile de cercetare și clădirile civile - în valoare de 6 MW și, respectiv, 4,5 MW, sunt acoperite în întregime cu ajutorul energiei geotermale de mică adâncime. Sistemul de pompe de căldură geotermale (GSHP) - care a fost proiectat și construit de către specialiștii români - este alcătuit din 1080 foraje, cu adâncimea de 125 m, care alimentează 43 pompe de căldură apă-aer, 123 pompe de căldură apă-apă și 10 unități de tratare a aerului. Lucrarea prezintă rezultatele monitorizării funcționării sistemului pompe de căldură geotermale în perioada de timp de la 1 ianuarie 2017 până la 2 februarie 2018, și prezintă, de asemenea, răspunsul sistemului superficial geotermal la sarcini parțiale.

Cuvinte cheie: energie geotermală, Pompă de căldură cu Sursa solul, Schimbătoare de căldură geotermale, sistem de încălzire-răcire cu sursă geotermală, ELI-NP

Scurtă prezentare

Extreme Light Infrastructure - Nuclear Physics Laboratory - acronim ELI-NP - situat în Măgurele (lângă București, România) este cel mai avansat laborator de cercetare din lume, concentrându-se pe studiul fizicii fotonucleare și aplicațiile sale, care cuprinde un laser de foarte mare intensitate și două lasere de 10PW impulsuri ultracurte și fasciculul de raze gamma. Acesta poate acoperi o gamă largă de subiecte de cercetare în fizica fundamentală, fizica nucleară și astrofizică, știința materialelor, managementul materialelor nucleare și științele vieții. Investiția - care cuprinde atât instalațiile de

cercetare cât și sistemele de alimentare cu energie - a fost finanțată de Uniunea Europeană și de Guvernul România, și a fost finalizată în septembrie 2016.

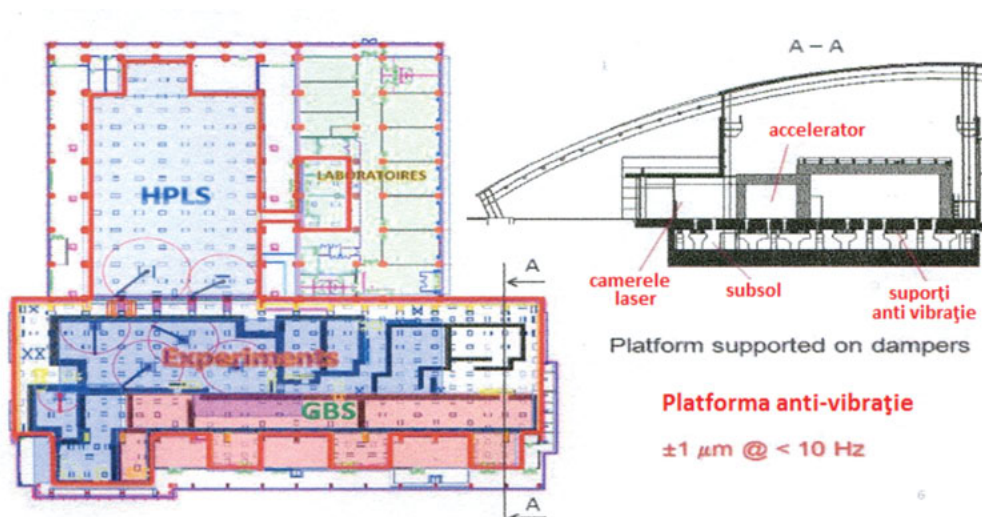


Fig.1. Aspect general al clădirii de cercetare ELI-NP

1. Scurtă prezentare generală a proiectului ELI-NP

CLĂDIRILE	Suprafața Parterului m ²	Suprafața Construită m ²
CLĂDIRILE DE CERCETARE		
CLĂDIREA GAMA (subsol și parter)	7,130.25	12,738.70
CLĂDIREA LASER (subsol, parter, etaj)	4,448.10	8,659.00
CLĂDIREA LABORATOR (parter)	2,593.60	2,884.40
TOTAL	14,643.73	24,753.88
CLĂDIRI CIVILE		
CLĂDIRI DE BIROURI (subsol, parter + cinci etaje)	738.94	4,528.33
CASA DE OASPEȚI - PENSIUNEA (subsol, parter + două etaje)	735.51	2,290.78
CAFETERIA (parter)	277.62	277.62
	123.70	123.70
TOTAL	1,875.77	7,220.43

2. Parametri climatici interiori, utilități și cerințe speciale

Laser și Clădirea Laboratoarelor

- Temperatura în camera High Power Laser System (HPLS): $22 \pm 0,5$ °C
- Umiditatea relativă a aerului în camera HPLS: 35-50 %
- Ventilație supra-presiune în camera HPLS: 40 Pa
- Cerințele de cameră curată HPLS: clasa 7 - ISO 14644
- Protecție împotriva vibrațiilor pardoseli: $\leq 1 \times 10^{-10}$ g 2 / Hz la mai puțin de 200 Hz
- Temperatura în laboratoare: $20 \pm 0,5$ °C
- Umiditatea relativă a aerului în laboratoare: 30 ± 10 %
- Ventilație supra presiune în laboratoare: 40 Pa
- Cerințele de cameră curată la laboratoare: clasa 6 și clasa 7 - ISO 14644.

Clădirea gama

- Temperatura în zona acceleratorului: $22 \pm 0,5$ °C
- Umiditatea relativă a aerului în zona acceleratorului: 35-50% fără condens
- Presiunea în zona acceleratorului: 14 Pa
- Protecție împotriva vibrațiilor pardoselii: ± 1 mm la mai puțin de 10 Hz.

Energia electrică este asigurată de:

- 5 posturi electrice de transformare
- 2 linii de distribuție separate
- Sistem de distribuție a energiei de tip "Bus-bar"
- Puterea absorbită: 5.625 kW (la un factor de simultaneitate de 0,7)
- Puterea instalată: 10.016 kW (încărcare 100%)
8,013 kW (80% încărcare).

Puterea termică

- Puterea termică pentru încălzire: 4.5 MW (HVAC)
- Puterea termică de răcire: 6.0 MW
- Apa de răcire Tehnologică: 2,2 MW

- Puterea termică instalată: mai mare de 6,10 MW

Sistemul de schimbătoare de căldură cu pământul

- Schimbător de căldură pământ - circuit închis, cuprinde 1080 foraje, adâncime 125 m
- Fiecare ramură conține un colector și un distribuitor
- Forajele sunt grupate câte 60 la o ramură
- De la fiecare din cele 18 distribuitoare / colectoare, pleacă câte o pereche de țevi geotermale principale (tur / retur) către stație de pompare
- De la stația de pompare, energia este distribuită la fiecare din cele 9 centrale termice geotermale ale infrastructurii ELI-NP (instalații de condiționare a aerului și instalații de răcire a apei tehnologice)

Pompele de căldură

Pompe de căldură apă - aer: 43 bucăți
Pompe de căldură apă - apă: 123 bucăți.

Unitățile de tratare a aerului

Clădirea Gamma: $2 \times 80,000$ m³/h
Laser și Clădirea Laboratoarelor: 8×54.000 m³/h

Ventiloconvectoare: 192 bucăți

Recuperatoare de căldură cu plăci: 26 bucăți
Ventilatoare pentru de-stratificare: 16 bucăți.

Sistemul de condiționare a aerului este complet automatizat prin intermediul unui „Building Management System”, care stochează informațiile, monitorizează întregul sistem de condiționare a aerului și identifică zonele cu probleme în ceea ce privește:

- Siguranța vieții
- Protecția împotriva incendiilor
- Securitatea
- Managementul energiei
- Programe pentru Iluminat
- Echipament de monitorizare și întreținere

3. Situația actuală a investiției de cercetare ELI-NP

- Sistemul de pompe de căldură geotermale este complet și funcțional, adică: forajele, sistemele hidraulice, unitățile de pompe de căldură, ventiloconvectoare, unitățile de tartare a aerului.
- Clădirile „civile” (clădirea de birouri, casa de oaspeți și cafeteria) sunt operaționale.
- Spațiile adiacente la instalațiile de laborator (holuri de acces, birouri) sunt finalizate și funcționale.
- Spațiile de laborator - echipamente sunt în prezent în curs de instalare, sistemul pentru producerea aerului condiționat este finalizat.
- Sistemul de management al clădirii a permis obținerea de date de funcționare pentru sistemul de alimentare cu energie pe baza pompelor de căldură geotermale a clădirilor civile, în cursul anului operațional 2017. Rezultatele acestei monitorizări pentru anul 2017 sunt prezentate în secțiunea următoare.

4. Rezultatele monitorizării sistemului de pompe de căldură geotermale pentru anul 2017

Rezultatele monitorizării sistemului de pompe de căldură geotermale pentru anul 2017 sunt prezentate sintetic în următoarele diagrame.

Condițiile climatice pentru care au fost calculați indicatorii de performanță energetică sunt prezentate în Fig. 2.

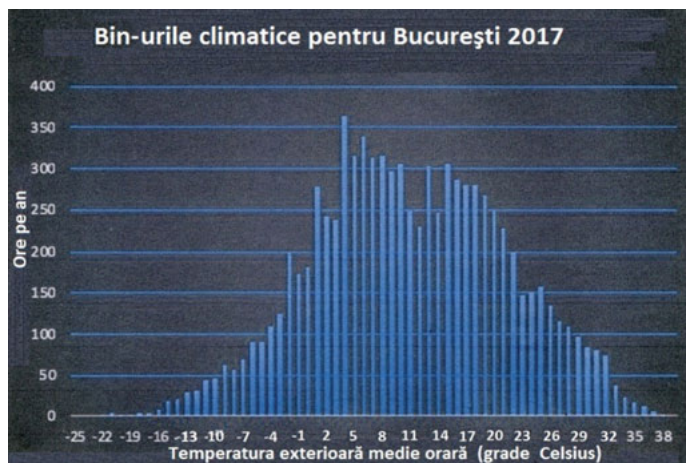


Fig.2. Bin-urile climatice pentru București în anul 2017

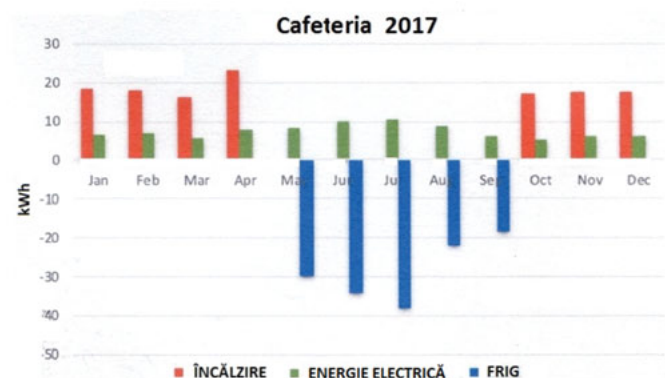


Fig. 3. Consumul mediu de energie pentru Cafeteria

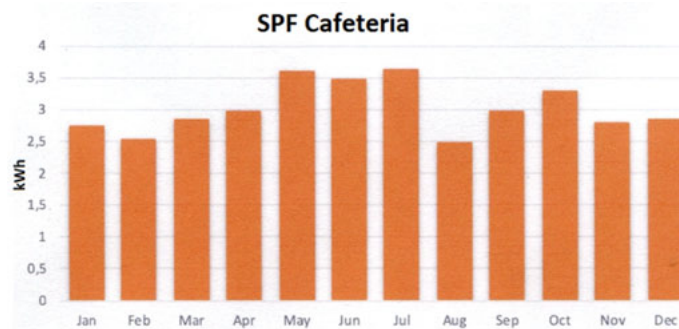


Fig.4. Factorul sezonier de performanță (SPF) mediu pentru Cafeteria

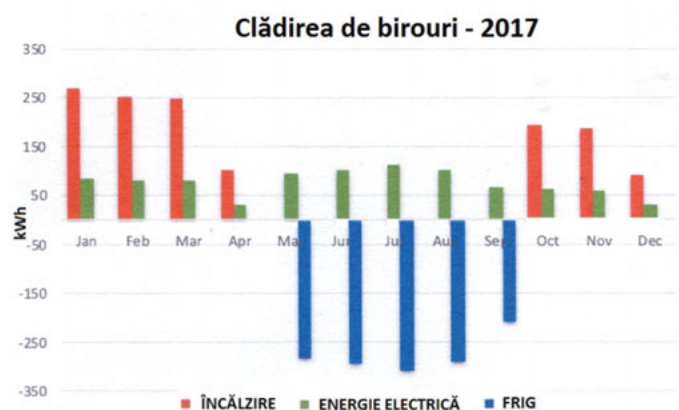


Fig.5. Consumul mediu de energie pentru Clădirea de birouri

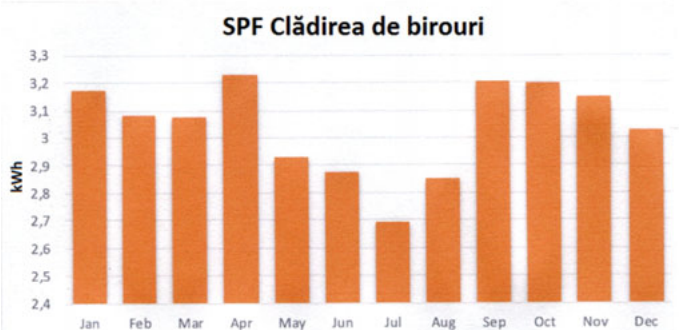


Fig. 6. Factorul sezonier de performanță (SPF) mediu pentru clădirea de birouri

Valorile pentru consumurile de energie pentru încălzire, răcire și pentru energia electrică reprezintă valori medii orare pentru fiecare lună în parte - acestea au fost obținute prin intermediul sistemului BMS pentru fiecare clădire analizată.

4. Concluzii

Rezultatele monitorizării sunt rezultatele preliminare numai pentru clădirile „civile”, înainte de pornirea și funcționarea laserului de mare putere și a laboratoarelor gamma. Consumurilor de energie electrică luate în considerare sunt consumurile totale atât pentru pompele de căldură, cât și pentru pompele de circulație.

Valorile medii ale factorului sezonier de performanță (SPF - Seasonal Performance Factor) sunt în jurul valorii

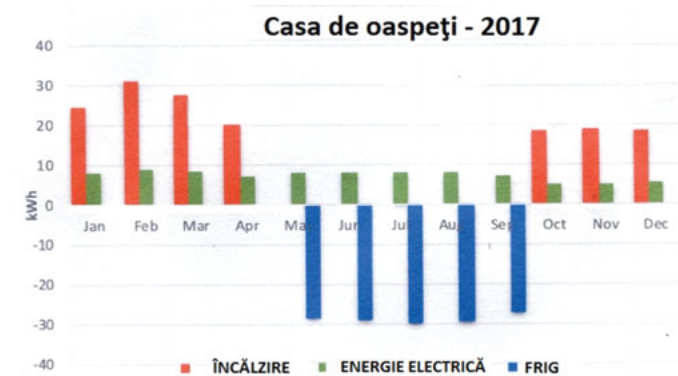


Fig.7. Consumul mediu de energie pentru Casa de oaspeți

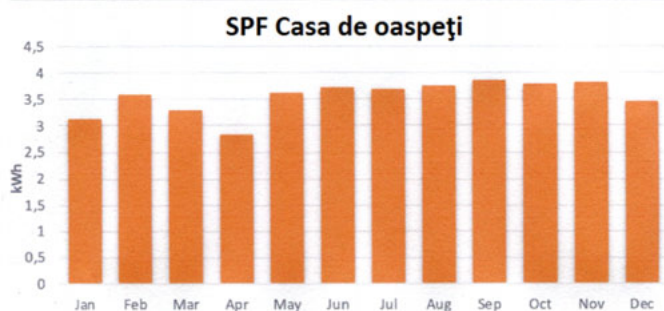


Fig. 8. Factorul sezonier de performanță (SPF) mediu pentru Casa de oaspeți

de 3 - valori care cu siguranță pot fi îmbunătățite după o analiză completă a sistemului hidraulic.

Se preconizează realizarea unei monitorizări suplimentare, în scopul de a:

- Diferența consumului de energie electrică pentru pompele de căldură și consumul de energie electrică pentru pompele de circulație, permițând astfel optimizarea performanței rețelei hidraulice;

- Evidențierea performanței energetice a sistemului de pompe de căldură geotermale dedicate în mod special echipamentele de cercetare - laboratoarele pentru laser și raze gama.

- Având în vedere faptul că consumurile energetice sunt evaluate pentru clădirile „civile”, sistemul pompe de căldură geotermale este încărcat 40%. Toți indicatorii de performanță sunt calculați pentru această situație.

- Pentru a obține o imagine completă a performanței energetice a întregului sistem se preconizează instalarea unui sistem suplimentar de monitorizare pentru a face diferența între performanța surselor și performanța rețelilor hidraulice de transport. Pentru a obține aceste informații, trebuie să se monteze instrumente specifice de măsurare a energiei electrice la nivelul surselor.

- În prezent, există anumite valori de referință setate pentru temperatura interioară din casa de oaspeți și de la cafeterie, dar, în scopul optimizării sarcinilor termice, se vor aplica pentru aceste spații statutul de “ocupat”/ “neocupat”. În prezent se implementează la ELI-NP o strategie pentru sarcini termice variabile.

5. Bibliografie

- [1] R.S. Stefan, European Union Energy Day – Clean energy solutions for the buildings of the future, Astana World Exhibition, July 24th, 2017
- [2] J.D. Spitler, L.E. Southard, Xiaobing Liu, Performance of the HVAC systems at the ASHRAE Headquarters building – Final report, ASHRAE 2014
- [3] GEOTRAINET Training manual for designers of shallow geothermal systems, 2011
- [4] GEOTRAINET Training manual for drillers of shallow geothermal systems, 2011
- [5] Cheap-GSHPs Project Training manual, 2019.

S.C. PROIECT INVEST AMB S.R.L.

SC PROIECT INVEST AMB SRL

Director General, ing. MARIA BERCAN

CUI: RO36017984; Nr. Reg. Com. J12 /1740/2016

Str. Teleorman nr. 61, Cluj-Napoca, email: civitasproiectare@gmail.com

Tel: +4 0728-325061; +4 0735-777779

Contul IBAN: RO56BTRLRONCRT0346978901

FIRMA NOASTRA ASIGURA SERVICII PENTRU URMATOARELE:
VERIFICARI PROIECTE IN DOMENIILE INSTALATII SANITARE(IS),
GAZE (IG), SISTEME DE DISTRIBUTIE A GAZELOR NATURALE (VGD).
PROIECTARE ARHITECTURA, CIVILE

Câteva considerații privind utilizarea centralelor termice cu condensatie



CORNEL MUNTEA

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA



ANCUȚA ABRUDAN

Lucrarea prezintă câteva considerații privind funcționarea centralelor termice cu condensatie, utilizând gazul metan. Se analizează randamentul unui cazan când ne raportăm la puterea calorifică superioară și la puterea calorifică inferioară a combustibililor. Se analizează modul de calcul al elementelor unei instalații de încălzire utilizând cazane cu condensare.

The paper presents some considerations about the functioning of the boilers with condensation, using methane gas. The efficiency of a boiler is analyzed when we refer to the higher calorific power value and the lower calorific power value of the fuels. We analyze the calculation of the elements of a heating system using condensing boilers.

1. Introducere

Pentru creșterea eficienței centralelor termice se utilizează principiul condensării. La cazanele cu condensare, vaporii de apă conținuți în gazele de ardere condensează la suprafața schimbătorului de căldură al aparatului și căldura latentă de condensare este utilizată în cadrul sistemului de încălzire. Cu alte cuvinte, simplificând, putem spune că centralele termice cu condensare utilizează și valorifică și acea parte a energiei care la centralele termice tradiționale s-ar pierde odată cu evacuarea gazelor arse pe coșul de fum, sau altfel spus, centralele cu condensare preiau și folosesc - datorită suprafețelor mari destinate schimbului de căldură - și o mare parte din căldura rămasă în gazele de ardere.

2. Principiul condensării

Principiul de funcționare al centralelor termice cu condensare este simplu: în timpul combustiei se formează vapori de apă care, la cazanele fără condensare, sunt evacuați odată cu gazele arse.

Centralele cu condensare sunt echipate cu schimbătoare de căldură cu suprafețe mai mari față de centralele termice tradiționale, ceea ce conduce la îmbunătățirea transferului de căldură, în acest fel vaporii de apă din gazele de ardere condensează pe suprafețele schimbătorului de căldură. Căldura latentă de condensare în timpul acestui proces este utilizată din nou către circuitul de încălzire, contribuind astfel cu o cantitate suplimentară de energie. Apa rezultată în timpul procesului de condensare este eliminată de aparat către țeava de ape reziduale.

În acest fel, centralele termice cu condensare utilizează mai bine energia termică obținută prin combustia gazului metan, vaporii de apă conținuți în gazele de ardere condensând într-o proporție însemnată pe suprafața schimbătorului de căldură. Aceasta se întâmplă, desigur, prin coborârea temperaturii gazelor de ardere sub va-

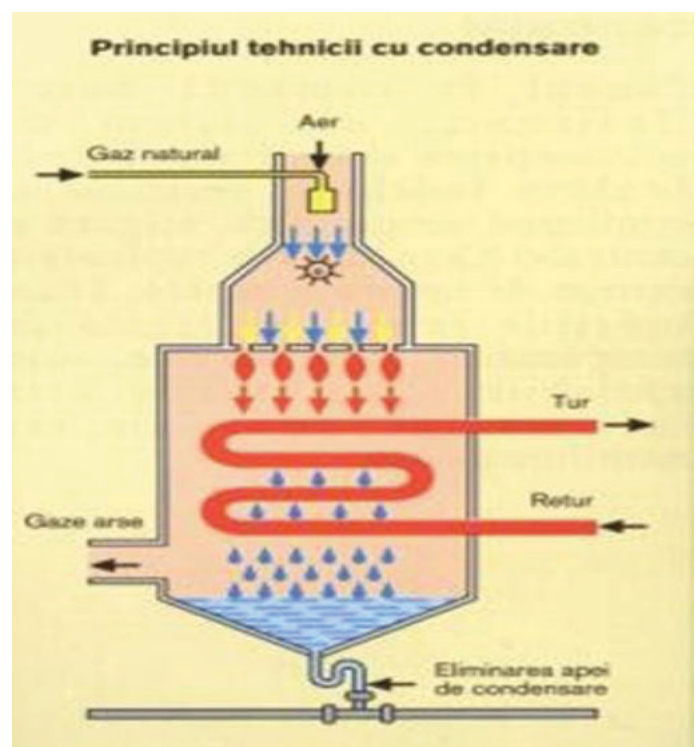
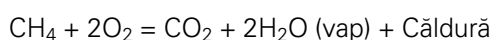


Fig. 1 Principiul cazanului cu condensare [1]

loarea temperaturii de condensare a vaporilor. Cu alte cuvinte, simplificând, putem spune că centralele termice cu condensare utilizează și valorifică și acea parte de energie care la centralele termice tradiționale se pierde odată cu evacuarea gazelor arse și a vaporilor, pe coșul de fum.

Gradul înalt de utilizare a energiei folosite pentru încălzire la centralele cu condensare, permite ca acestea să ofere utilizatorilor o reducere importantă a cantității de combustibil consumat. Comparativ cu centralele fără condensare, cele cu condensare au consumuri de combustibil mai reduse. Implicit, emisiile poluante ale centralelor cu condensare sunt corespunzător mai reduse.

Într-un cazan pe gaz metan, are loc în mod normal, în procesul de ardere, următoarea reacție chimică:



Adică dintr-un normal metru cub de metan, prin reacția cu 2 normal metri cubi de oxigen, rezultă un normal metru cub de bioxid de carbon și 2 normal metri cubi de vaporii de apă, plus căldură.

Aceasta este o reacție chimică ideală (numită teoretică și completă) având loc în condiții de presiune atmosferică, dar nu este realizabilă în condiții reale, din cauza spațiului și timpului de combustie limitate în focarele cazanelor.

Se definește drept necesar de aer stoechiometric, volumul de aer teoretic necesar pentru arderea unității de masă sau de volum de combustibil. În realitate, în condiții normale, metanul reacționează cu oxigenul pentru a forma bioxid de carbon și vaporii de apă, dar nu se folosește drept carburant oxigenul pur ci aerul din mediul ambiant, format în cea mai mare parte din azot. În realitate, este dificil să se amestece oxigenul din aer cu metanul, în această ipoteză, în camera de combustie ar apărea o anumită cantitate de metan pur nears ce ar putea crea mici explozii dăunătoare atât pentru aparat cât și pentru instalație.

Pentru a se evita acest inconvenient, trebuie să se furnizeze oxigen peste valoarea stoechiometrică, ceea ce se realizează prin crearea unui exces de aer. În combustia reală avem și alte molecule, produse de reacții chimice secundare. La temperaturi mari, azotul prezent în aer reacționează cu oxigenul pentru a forma monoxid de azot (NO) și bioxid de azot (NO₂), care formează așa numitele NOx.

Bioxidul de azot reacționează la rândul său cu apa sub formă de vaporii și, în condiții particulare, precum cele din jurul flăcării produse, generează acid azotic, o substanță foarte corozivă care constituie una dintre principalele cauze ale ploilor acide.

Dacă în cursul combustiei oxigenul este insuficient, combustia devine incompletă, ceea ce face să nu se formeze bioxid de carbon, ci monoxid de carbon (CO), o substanță inodoră și incoloră, foarte toxică și periculoasă. Prezența CO în gazele de ardere indică o combustie incorectă și cu randament redus. În unii combustibili este prezentă și o anumită cantitate de sulf. Acesta poate reacționa parțial cu oxigenul, generând SO₂, sau poate să

nu reacționeze și să rămână în stare pură, condensându-se pe coș (pulbere de pucioasă).

Reacția de combustie pe care am analizat-o pentru metan se poate considera similară și altor combustibili ce conțin hidrogen (hidrocarburi).

În general, randamentele cazanelor se dau funcție de puterea calorifică inferioară (P.C.I.). În momentul utilizării cazanelor în condensatie, din motive comerciale s-a menținut raportarea tot la P.C.I.

Căldura disponibilă utilizând tehnologia condensării este egală cu puterea calorifică inferioară cu adaos de căldură latentă de condensare, și se vorbește despre putere calorifică superioară (PCS).

Pentru exemplificare, prezentăm cele două puteri calorifice pentru gaz metan:

P.C.S. 39,9 MJ/Nm³

P.C.I. 35,9 MJ/Nm³

Acest exemplu numeric pune în evidență cât de importantă este diferența între PCS și PCI, deci cât de semnificativă este economia de energie care rezultă din utilizarea căldurii obținută din condensare, justificându-se astfel interesul acordat acestui subiect.

Continuă căutare a unei utilizări mai raționale a energiei și a tehnicilor de utilizare cât mai compatibile cu mediul a dus la analizarea oportunității extragerii energiei maxime cuprinse într-un combustibil, prin urmare la valorificarea PCS mai mult decât a PCI.

Un cazan va produce căldură, care trebuie să fie transferată în cea mai mare parte agentului termic primar. Cu cât este mai mică temperatura gazelor de ardere la ieșirea din cazan, cu atât mai mare este căldura transferată agentului termic, adică randamentul termic al cazanului crește cu scăderea temperaturii gazelor de ardere evacuate în atmosferă.

Dacă avem un cazan cu randamentul de 100% (raportat la P.C.S. – puterea calorifică superioară), acest lucru înseamnă că întreaga căldură produsă prin combustie este transmisă instalației termice și acest lucru are loc dacă temperatura gazelor de ardere este egală cu temperatura mediului.

În realitate, s-a observat că într-un cazan, mare parte din pierderile de căldură sunt generate prin gazele de ardere, astfel încât, cu cât temperatura gazelor de ardere este mai mare, cu atât randamentul este mai mic.

Folosind cea mai bună aproximare, randamentul este exprimat cu formula:

RANDAMENT: 100% - Qs [%]

(randament indirect)

Qs = pierderile din căldură.

Pierderile de căldură ale cazanului reprezintă, în cea mai mare parte, puterea termică pierdută pe coș ca urmare a energiei termice conținute în gazele de ardere evacuate.

Puterea termică Qs ține cont de diferiți parametri. După cum am văzut anterior, este foarte importantă temperatura gazelor de ardere care ies pe coș (Tf); un alt parametru de care avem nevoie pentru a ști cu cât am încălzit gazele de ardere este temperatura aerului de com-

bustie (T_a). Se măsoară și valoarea oxigenului rezidual din gazele de ardere – cantitatea de oxigen care nu intră în reacția de combustie și care este eliberată în mediu.

Formula care exprimă procentul puterii termice pierdute prin coș (formula lui Hassestein) este următoarea:

$$Q_s = [A1/(21 - O_2) + B] \times (T_f - T_a)$$

Q_s : pierderi prin coș

$A1$, B : valori tipice ale combustibilului (tabel)

O_2 : O_2 măsurat

T_f : temperatură gaze de ardere

T_a : temperatură aer carburant

• Valori ale lui $A1$ și B

Combustibilul	A1	B
gaz natural	0.66	0.01
GPL	0.63	0.008
motorină	0.68	0.007
uleiuri combustibile	0.68	0.007

Vaporii de apă conținuți în gazele de ardere conțin o mare cantitate de căldură, deoarece căldura latentă de vaporizare a apei are valoare foarte mare; astfel, dacă din apa în stare gazoasă se trece în starea lichidă (condensare), acest lucru se poate face numai cu cedare de căldură.

Această căldură (căldură latentă de condensare) este o valoare cunoscută, funcție de presiunea parțială și temperatura la care are loc condensarea.

Având în vedere această diferență între PCS și PCI, de ce în analiza proceselor de combustie se face referire doar la cea mai scăzută dintre cele două valori, și anume PCI?

În primul rând, prin acest calcul, la cazanele care funcționează cu tehnica condensării se obțin „randamente” mai mari de 100%, părând că sunt perpetuum mobile.

Motivele sunt în primul rând comerciale, niciodată furnizorii de echipamente nu vor reface calculele pentru cazanele fără condensare funcție de PCS.

Trebuie să se țină cont de faptul că se poate recupera căldura latentă numai prin condensarea vaporilor de apă conținuți în gazele de ardere. Dacă în aceștia sunt prezenți compuși ai sulfului (situație destul de comună la hidrocarburi), rezultă formarea de substanțe foarte agresive (acid sulfuric) în raport cu materialele folosite în mod normal la realizarea grupurilor termice.

În al doilea rând, condensarea vaporilor de apă necesită răcirea gazelor de ardere sub valoarea denumită temperatura punctului de rouă. Reducerea temperaturii gaze-

lor de ardere semnifică în principal reducerea greutatei specifice a acestora, ceea ce diminuează semnificativ tirajul natural al coșurilor, de aceea este necesar să se recurgă la un sistem de evacuare forțată.

Se amintește că temperatura punctului de rouă este temperatura la care presiunea parțială a vaporilor conținuți în gazele de ardere este egală cu presiunea de saturatie: pentru gazul natural, această valoare este în jur de 59°C.

Este foarte dificil să se obțină rezultate apreciable cu arzătoare atmosferice, arzătoarele cu aer insuflat reprezentând cea mai bună soluție în acest sens.

La 59°C, conținutul de vaporii de apă în gazele de ardere este maxim și, la o temperatură imediat inferioară, acești vaporii încep să treacă în formă lichidă, făcând disponibilă propria căldură latentă.

De exemplu, la 40°C, conținutul de vaporii în gazele de ardere se reduce la 50 g/(kg gaze ardere) din valoarea inițială de 140 g/(kg gaze ardere) în starea de saturatie. În acest mod, este posibilă recuperarea unei cantități de căldură (vezi fig. 2):

$$Q = 2260 \cdot (140 - 50)/1000 = 203,4 \text{ kJ/(kg gaze ardere)},$$

căldura latentă de evaporare a apei fiind 2.260 kJ/kg.

Prezența unui exces de aer, indispensabil în practică pentru a permite o combustie într-adevăr completă, implică o reducere a vaporilor conținuți în gazele de ardere, drept pentru care presiunea parțială a acestora se reduce, deci și temperatura punctului de rouă. În concluzie, cu cât este mai mic excesul de aer, cu atât posibilitatea valorificării condensării vaporilor din gazele de ardere este mai mare, deoarece fenomenul începe la temperaturi mai ridicate pe retur.

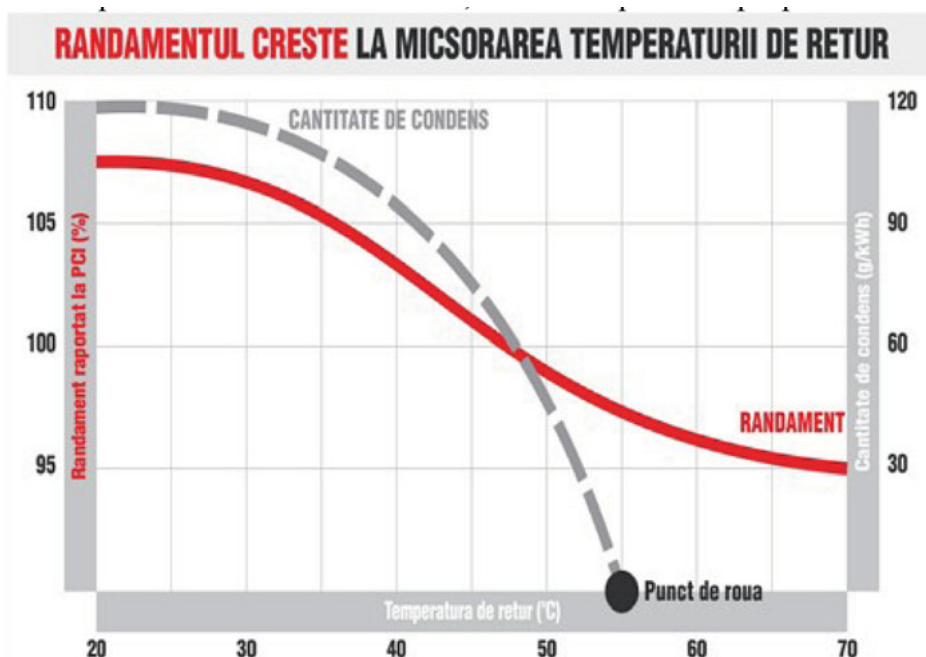


Fig. 2 Randamentul cazanului cu condensare [2]

3. Randamentul cazanelor cu condensare

În limbajul tehnic, prin randamentul unui generator de căldură se înțelege raportul dintre energia utilă furnizată de acesta și cea disponibilă teoretic: această referință este PCI-ul combustibilului folosit, astfel încât să fie posibilă utilizarea la cazanele tradiționale.

Este paradoxal faptul că, în cazul cazanelor ce folosesc căldura latentă a gazelor de ardere, se întâlnește un randament mai mare de 100% (dându-se impresia că se pune la dispoziție mai multă energie decât cea care-i revine combustibilului) și acest lucru necesită o corecție normativă astfel încât termenul randament să recapete semnificația corectă, deci utilizarea PCS pentru orice tip de generator.

În cazul gazului metan, căldura latentă recuperabilă este egală cu 11% din PCI, în timp ce pentru combustibilii lichizi (precum motorina) acest procent este de circa 6% și același lucru este valabil și pentru GPL (3-4%).

Acesta este motivul pentru care tehnica condensării se adresează aproape exclusiv utilizării gazului metan, a cărui limită superioară teoretică ajunge la 111% din PCI.

Pentru ceilalți combustibili menționați, precum GPL, chiar dacă este posibilă funcționarea arzătorului cu tehnica condensării, nu se obțin economii importante față de costul mai mare al aparatului în raport cu un generator termic tradițional. Este evident că numai coborând sub temperatura punctului de rouă se ajunge la condensarea gazelor de ardere evacuate, prin urmare la valorificarea căldurii latente. Cu cât se condensează mai mulți vapori, cu atât randamentul grupului termic va fi mai mare, de aceea un factor de importanță esențială în instalațiile care valorifică tehnica condensării este temperatura de retur a agentului termic în cazan: **cu cât este mai redusă această temperatură, cu atât va fi mai mare căldura schimbată de gazele de ardere evacuate cu returul agentului termic.**

Pentru a se menține randamentele ridicate, temperaturile tur/retur ale instalației trebuie să fie destul de coborâte, de exemplu 30/40°C, astfel încât să se garanteze condensarea gazelor de ardere pentru întregul sezon de funcționare, rezultând că sunt avantajoase în special instalațiile cu încălzire prin pardoseală.

Și în sistemele clasice, cu radiatoare, tehnica condensării poate permite realizarea de avantaje importante: în aceste instalații, chiar dacă temperatura de proiectare este destul de ridicată, este necesar ca agentului termic să necesite adesea o temperatură net inferioară, deoarece dimensionarea se face ținându-se cont de temperatura exterioară de calcul, care se atinge rar de-a lungul sezonului de încălzire.

În timpul zilei, atât iarna cât și toamna și primavara, corpurile de încălzire sunt supradimensionate în raport cu necesarul de căldură efectiv, de aceea pot fi alimentate cu agent termic la temperatură joasă, astfel încât să se permită valorificarea condensării. În definitiv, sarcina termică medie a unei centrale termice de-a lungul sezonului de încălzire se menține în jur de 50% din capacitatea sa maximă.

Condensul, adică apa care se formează în urma con-

densării gazelor de ardere, are un grad mare de aciditate, în jur de 3-4 pH. Această valoare este mai mică decât gradul de aciditate al apelor de ploaie poluate (ploi acide), dar se menționează faptul că trebuie efectuată întotdeauna neutralizarea, conform normelor locale și generale în vigoare (PT-C2-2010-ISCIR, Legea 137/1995-Legea protecției mediului).

4. Dimensionarea echipamentelor

4.1 Radiatoarele la instalațiile utilizând cazane cu condensare

Cu cât temperatura pe tur, respectiv pe retur cu care funcționează o centrală cu condensare este mai mică, cu atât condensează o cantitate mai mare de vapori de apă și cu atât randamentul ei este mai bun. Prin arderea a 1 mc de gaz se formează ~1,6 kg de apă sub formă de vapori (în practică, se obține ~1 litru de apă ușor acidă). Temperatura punctului de rouă în cazul gazelor provenite din arderea gazului natural este în jur de 59°C. Dacă temperatura gazelor de ardere nu va scădea sub această valoare, atunci NU va avea loc fenomenul condensării vaporilor de apă din aceste gaze. Centrala va funcționa ca și una clasică. Dar chiar și așa, randamentul ei va fi cu câteva procente mai mare decât la una clasică, însă sub 100%, departe de potențialul (și costul) ei. Deci temperatura apei din returul centralei, cu care se răcește amestecul de gaze de ardere, va trebui să fie sub 55°C, pentru a ÎNCEPE măcar condensarea. Iar această condensare nu este de tipul on-off, sau nimic complet, adică nu se petrece ba deloc, ba integral. Este un proces care de cele mai multe ori are loc parțial, mai mult sau mai puțin, în funcție de temperatura apei pe retur (vezi fig. 2).

Relația de calcul pentru dimensionarea radiatoarelor:

- varianta corpurilor de încălzire din elemente, W/element:

$$N = \Phi / \Phi_N \cdot a \cdot c_t \cdot c_r \cdot c_m \cdot c_h \cdot c_v$$

- varianta puterii termice pe unitatea de lungime, W/m:

$$L = \Phi / \Phi_N \cdot c_t \cdot c_r \cdot c_m \cdot c_h \cdot c_v$$

- varianta cunoașterii puterii termice nominale a fiecărei tipodimensiuni, W/corp:

$$\Phi_N = \Phi / c_t \cdot c_r \cdot c_m \cdot c_h \cdot c_v$$

La fiecare relație de calcul, apare coeficientul de corecție pentru diferite temperaturi medii. Pentru o instalație de încălzire de 90/70°C și temperatura interioară de 20°C, $c_t = 1,00$. Pentru corpuri de încălzire din elemente, cu regim de funcționare 55/45°C, la aceeași temperatură interioară, $c_t = 0,40$. Adică suprafața radiantă va fi de 2,5 ori mai mare decât în situația nominală, pentru aceeași putere termică.

Ținând cont de faptul că, la o valoare medie a temperaturii exterioare pe perioada de încălzire care necesită un necesar de căldură pentru încălzire egal cu 50% din valoarea de calcul, ar însemna că temperatura medie a

suprafeței radiatoarelor ar trebui să fie de 50°C. Înseamnă că putem să mărim suprafețele corpurilor de încălzire cu 50% pentru a avea o exploatare rațională a instalației de încălzire. Desigur, în cazul încălzirii prin pardoseli radiante, calculul termic nu se schimbă.

4.2 Calculul hidraulic la cazanele cu condensare

Debitul care circulă prin instalație se calculează cu relația:

$$G = \Phi / c(t_D - t_f) \text{ [kg/s]}$$

În situația în care, instalația funcționează la parametri reduși, datorită cazanelor în condensare (de exemplu, 55/45°C), debitul vehiculat va fi dublu față de situația nominală (90/70°C), datorită ecartului de temperatură ($t_D - t_f$). La calculul hidraulic, pentru dimensionarea conductelor și alegerea pompelor de circulație, trebuie să se țină cont de acest fapt.

4.3 Coșul și canalul de fum

La alegerea coșului de fum trebuie să se țină cont de faptul că gazele de ardere au temperatura mai redusă decât la cazanele fără condensare.

Se utilizează o tubulatură pentru evacuarea gazelor de

ardere din oțel inoxidabil sau din material plastic, rezistent în timp la solicitări mecanice normale, la căldură (< 120°C) și la acțiunea produselor de ardere și a condensului.

Important: traseele orizontale trebuie să aibă o pantă spre cazan de 3°, pentru scurgerea condensului format.

5. Concluzii

Centralele termice în condensare au fost impuse de Uniunea Europeană în anul 2015 prin directiva ErP (Energy related Products), atât pentru randamentul lor superior comparativ cu cel al centralelor clasice, cât și pentru reducerea cantității de bioxid de carbon emis în atmosferă. Acestea sunt obligatorii la această oră pe teritoriul Uniunii Europene pentru cazanele care utilizează gazul metan drept combustibil. Proiectanții de instalații de încălzire utilizând gazul metan trebuie să înțeleagă foarte bine principiile condensării, pentru a calcula corect fiecare component al acestora.

Bibliografie

1. Despus.ro-2 nov. 2017 "Iarna a venit mai devreme decât era prognozat. Încălzirea în locuințe va fi mai bună cu centralele termice în condensare".
2. Centrale în condensare - funcționare și randament - Youtube.

În perioada 14 - 16 octombrie 2020

va avea loc la SINAIA

A 55-a CONFERINȚĂ NAȚIONALĂ DE INSTALAȚII CU PARTICIPARE INTERNAȚIONALĂ

Performanța în mediul construit al mileniului trei: eficiență, siguranță, sănătate

organizată de: ASOCIAȚIA INGINERILOR DE INSTALAȚII DIN ROMÂNIA,
în colaborare cu SOCIETATEA DE INSTALAȚII ELECTRICE ȘI AUTOMATIZĂRI
DIN ROMÂNIA

Deschiderea și lucrările Conferinței vor avea loc la Cazinoul din Sinaia.

În cadrul acestei conferințe se vor prezenta referate de sinteză referitoare la creșterea performanței energetice a clădirilor și a instalațiilor aferente.

- Modificarea sistemului profesional de inginerie în România
- Acțiunile Clusterului Construcțiilor în domeniul legislativ
- Legislația europeană în domeniul construcțiilor, în fața revoluției informatice
- Clădirile viitorului: implementarea inteligenței artificiale în mediul construit
- Principiile noii Metodologii de calcul al performanței clădirilor
- Ce ne dorim de la regulamentul de Certificare a operatorilor economici din proiectare, consultanță și execuție

În cadrul conferinței se vor organiza mese rotunde cu teme de importanță deosebită, la care vor participa personalități din domeniul instalațiilor din țară și din străinătate.

Firmele participante vor putea prezenta referate privind echipamentele, materialele, sistemele și serviciile oferite.

Cu ocazia Conferinței de Instalații se va organiza la Cazinoul din Sinaia o expoziție de materiale și echipamente pentru instalații.



Asociația Inginerilor de Instalații din România,
Bd. Pache Protopopescu nr. 66, sector 2, București
Tel: 0722/370.729; 0722/259.310;
e-mail: sburchiu@gmail.com; vcublesan@gmail.com
Președinte: Prof. univ. dr. ing. Sorin BURCHIU
Director executiv: Ș.I. dr. ing. Valentin CUBLEȘAN

Societatea de Instalații Electrice și Automatizări
din România
Tel: 021-252.48.34; 252.42.80/160;
e-mail: siear@instal.utcb.ro;
Președinte executiv SIEAR:
Prof. univ. dr. ing. Niculae MIRA

Studiul amplasării perimetrale a tuburilor radiante de joasă temperatură în hale cu obstacole înalte



Dr. ing. ec. IOAN CĂLDARE
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Introducere

Încălzirea halelor înalte cu tuburi radiante prezintă dezavantajul, semnalat în cercetările noastre anterioare, că suprafețele verticale ale corpurilor interpuase primesc un flux relativ mic de căldură, ceea ce poate duce la senzații de inconfort și la neuniformități relativ mari de temperaturi. Pentru compensarea acestui dezavantaj s-a studiat o soluție de amplasare perimetrală a tuburilor radiante, favorizând în acest fel fluxul de căldură primit de suprafețele verticale ale corpurilor.

În această comunicare se prezintă corelarea între amplasarea perimetrală a tuburilor radiante și configurația obstacolelor verticale amplasate în incinta industrială. Diagramele de lucru, fluxuri specifice de căldură, pot da o imagine fizică sugestivă asupra fenomenului de transfer de căldură radiativ de la tuburi radiante perimetrale la obstacole înalte unice sau multiple amplasate în suprafața de încălzire.

Încălzirea perimetrală cu tuburi radiante de joasă temperatură a halelor cu corpuri interpuase înalte

Amplasarea perimetrală a tuburilor radiante nu dezavantajează prea mult nici fluxul de căldură primit de suprafețele orizontale deoarece, având în vedere înălțimile mari de amplasare a tuburilor radiante, unghiul solid de radiație pe suprafețele orizontale este relativ mare, comparabil cu cel al suprafețelor verticale.

Aceste considerente, sesizabile fizic, sunt relativ dificil de cuantificat matematic. Programele noastre de calcul TUBRAD și TEMPOBST, cu adaptări specifice situației

geometrice analizate în programele TEMPVERT, permit trasarea unor diagrame de fluxuri de căldură locale pe suprafețe, suficiente pentru a defini starea de încălzire în fiecare punct.

Din punctul de vedere al cazurilor tipice care trebuie să fie analizate s-au selectat următoarele situații tehnice:

- un tub perimetral și un obstacol vertical, cu diferite amplasamente pe sol
- un obstacol vertical și două tuburi radiante perimetrale
- două obstacole verticale și un tub radiant perimetral.

Ceea ce rezultă din analiza numeroaselor cazuri cercetate prin modelare fizico-matematică este că fiecare caz separat trebuie supus, încă din faza de proiectare, unei modelări fizice pentru precizarea poziției și înălțimii de amplasare a tuburilor radiante. În unele cazuri, cu neuniformități verticale mici (de ordinul sub 20% din înălțimea halei), amplasarea superioară a tuburilor radiante este adecvată. În alte cazuri, cu corpuri interpuase înalte, amplasarea superioară creează neuniformități prea mari de fluxuri de căldură și singura soluție corectă de amplasare a tuburilor radiante este amplasarea perimetrală.

Chiar și amplasarea perimetrală duce la o neuniformitate ridicată a fluxurilor de căldură în cazul obstacolelor care se umbresc reciproc în raport cu tubul radiant. În astfel de cazuri se studiază o soluție de amplasare a tuburilor radiante pe mai multe nivele, fiecare rând de tuburi având anumite zone spre care emit fluxuri de căldură mai intense.

Așa cum a fost precizat în studiul de bază, problema încălzirii cu tuburi radiante, ca de altfel toate problemele de

Încălzire cu orice corpuri, prezintă particularități care trebuie studiate pentru fiecare caz și fiecare caz are o soluție optimă de realizare a instalației. În această comunicare se prezintă corelarea între amplasarea perimetrală a tuburilor radiante și configurația obstacolelor verticale amplasate în incinta industrială. Diagramele de lucru, fluxuri specifice de căldură, pot da o imagine fizică sugestivă asupra fenomenului de transfer de căldură radiativ de la tuburi radiante perimetrale la obstacole înalte unice sau multiple amplasate în suprafața de încălzire.

Pentru prima situație analizată, un tub perimetral și un obstacol vertical, cu diferite amplasamente pe sol, se prezintă în diagrama fig. 1 schema halei încălzite.

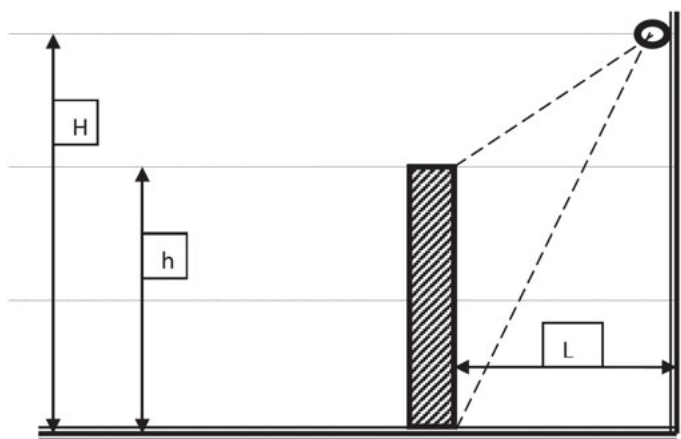


Fig. 1 Schema unei instalații de încălzire cu tub perimetral și un corp vertical interpus

Programul de calcul TEMPOBST a fost adaptat pentru calculul fluxurilor de căldură primite de suprafața verticală a obstacolelor. Codul programului este TEMPVERT1 și se referă la fluxul de căldură pe un obstacol vertical și TEMPVERT2 pentru fluxul de căldură pe două obstacole verticale.

Distanțele de calcul tipice modelate au fost următoarele:

- înălțimea de amplasare a tubului radiant H
- înălțimea obstacolului h
- distanța orizontală a obstacolului L

Pentru generalitatea rezultatelor s-a lucrat cu rapoarte dimensionale, rapoartele fiind astfel alese încât să mențină scara unghiurilor la aceleași valori ale rapoartelor. Unghiurile identice asigură similitudinea modelelor de calcul cu situațiile reale.

În diagrama fig. 2 se prezintă fluxurile de căldură pe suprafața verticală a unui corp interpus funcție de raportul h/H și L/H .

Se remarcă în diagrama prezentată o repartitie relativ bună a fluxurilor de căldură pe suprafața verticală pentru diferitele înălțimi de corpuri interpuse sau la diferite cote de înălțime a unui corp înalt. Fluxurile mai mici de căldură la baza corpului (h/H mic) nu constituie un dezavantaj

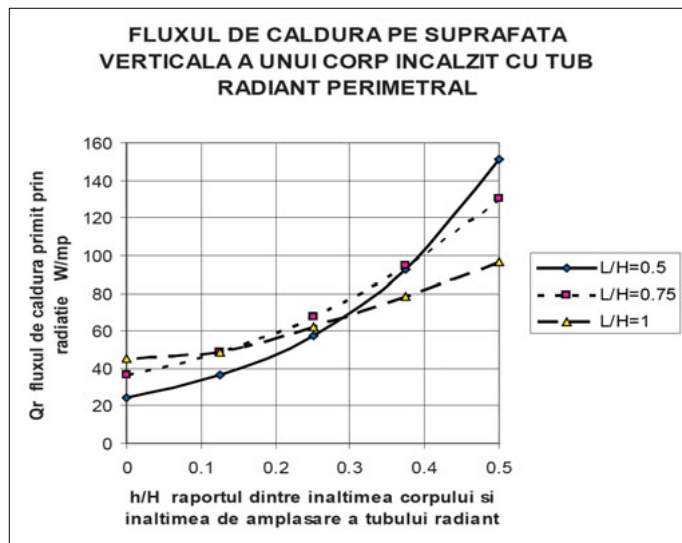


Fig. 2 Fluxurile de căldură pe suprafața verticală a unui corp interpus funcție de raportul h/H și L/H

deoarece în zonele joase, aproape de pardoseală, apare căldura convectivă a pardoselii care încălzește baza obstacolului.

O altă serie de curbe interesante pentru aplicațiile practice sunt curbele de influență asupra intensității de radiație a parametrului h/L , adică a înălțimii obiectului vertical față de distanța pe orizontală a corpului față de tubul radiant. În diagrama fig. 3 se prezintă astfel de curbe pentru același domeniu de variație a parametrilor geometrici și termici.

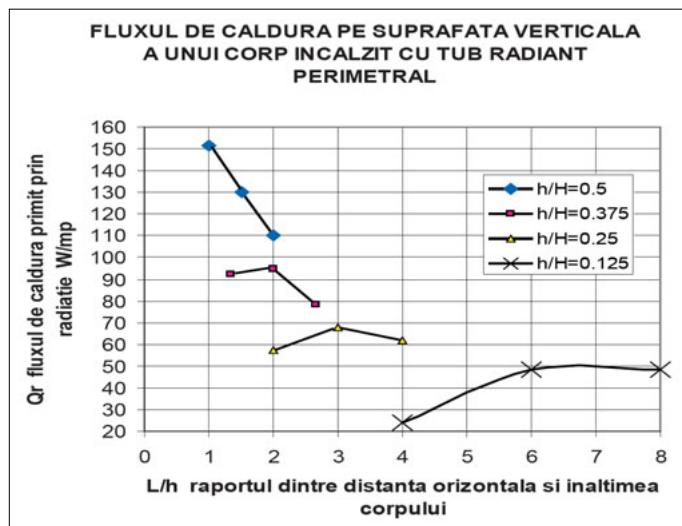


Fig. 3 Curbe de flux termic funcție de variația a parametrilor geometrici

Interpretarea diagramelor este interesantă deoarece pune în evidență, în afară de faptul că la obstacole de înălțime mare (h/H mic) fluxul de căldură este mare, fapt explicat de apropierea de sursa radiantă, dar și faptul că la corpuri de înălțime mică, de exemplu $h/H=0,125$ apare o radiație mărită a fluxurilor incidente la corpurile mai

distanțate de tubul radiant, distanțarea corpurilor față de tubul radiant nefiind însoțită de o scădere pătratică a fluxului de căldură cu distanța.

Variația relativ imprevizibilă a fluxurilor de căldură radiante, expusă în cele două diagrame caracteristice, exprimate în coordonatele adimensionale $Q_r = f(L/h, L/H, h/H)$, arată că în proiectarea hălelor cu corpuri interpusse înalte, încălzite cu tuburi radiante perimetrale, nu se poate apela la cifre caracteristice generale, singura soluție tehnic corectă fiind determinarea câmpurilor de fluxuri de radiație cu programe de modelare fizico-matematică de tipul TEMPVERT.

O altă variantă, care ar prezenta un interes aplicativ pentru hale înalte și chiar platforme semideschise, ar fi instalarea a două tuburi radiante perimetrale. Rândul superior de tuburi radiante cu o temperatură mai ridicată, de ordinul 450 °C și rândul al doilea cu o temperatură mai coborâtă, de ordinul 350 °C. Studiul general economic și energetic al folosirii rândurilor de tuburi radiante cu temperaturi variate a confirmat utilitatea unei astfel de soluții. Prin această soluție este favorizată zona perimetrală de lângă perete și corpurile din această zonă, expuse la mediul de temperatură coborâtă (pereți, deschideri libere).

Pentru cazul prezent se studiază o configurație arătată în fig. 4.

Prin programul de modelare TEMPVERT3 se pot calcula fluxurile de căldură primite de corpul vertical. Rezultatele sunt prezentate în fig. 5.

Se remarcă faptul că, cu toate că temperatura tubului radiant 2 este mai mică decât cea a tubului radiant 1, fluxul de radiație este mai mare și mai uniform repartizat pe înălțimea corpului. Aceasta face ca pe ansamblu distribuția fluxurilor radiante să fie mai uniformă. Reamintim faptul că la primul corp interpus, în zonele joase, aproape de pardoseală, apare căldura convectivă a pardoselii care încălzește baza obstacolului.

Un ultim caz interesant de analizat este cazul a două obstacole verticale înalte și un tub radiant perimetral. Schema fizică este prezentată în fig. 6 comparativ cu încălzirea cu tub radiant superior.

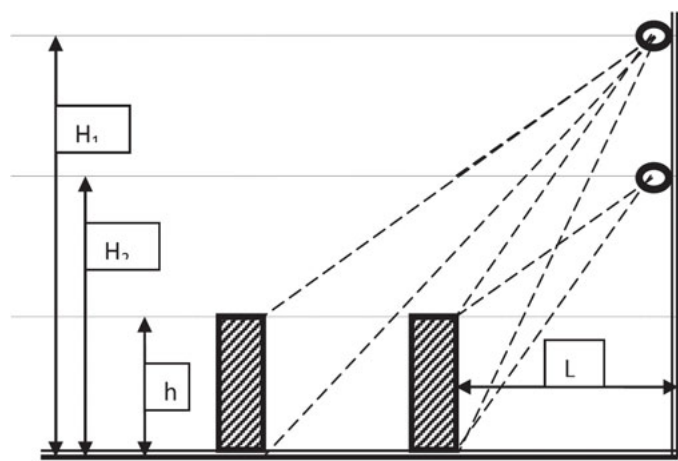


Fig. 4 Sistem de încălzire cu două tuburi radiante perimetrale de temperaturi diferite

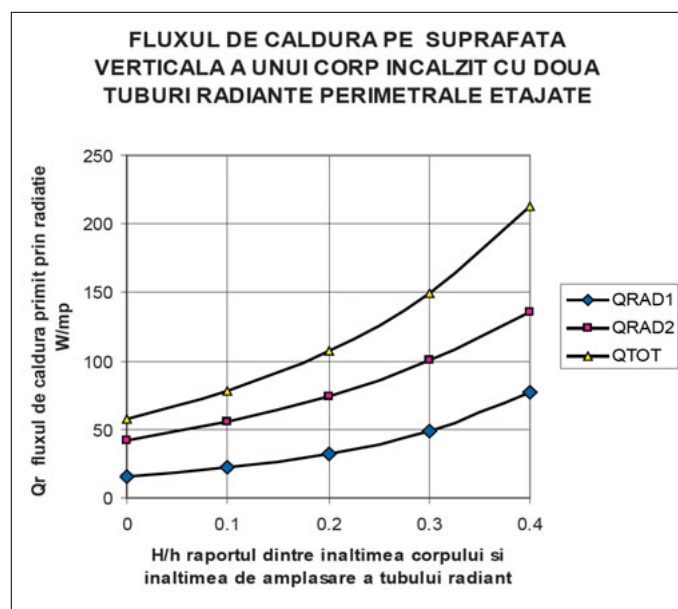


Fig. 5 Fluxurile de căldură primite de corpul vertical cu două tuburi radiante etajate

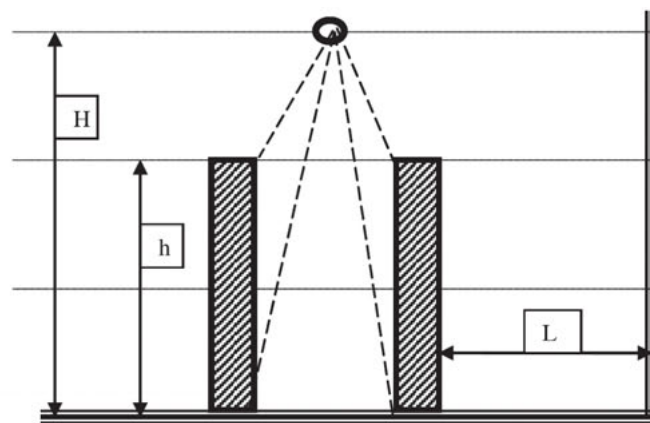
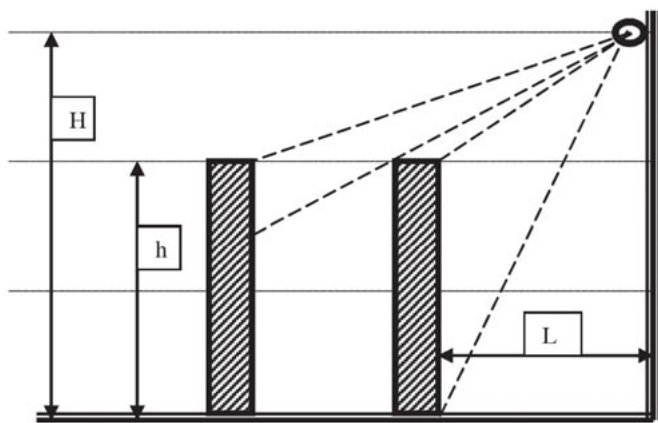


Fig. 6 Schema fizică a două obstacole verticale încălzite cu un tub radiant perimetral sau un tub radiant superior

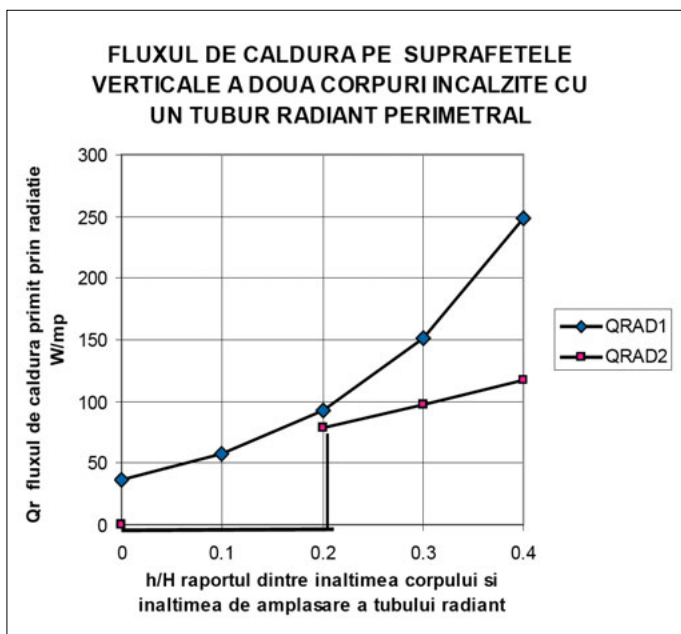


Fig. 7 Fluxurile de căldură primite de cele două corpuri verticale de la un tub radiant perimetral

Fluxul de căldură primit de primul corp se încadrează în modelul general de calcul TEMPVERT1. Pentru corpul al doilea apare efectul de umbră al primului corp. Efectul de umbră este cu atât mai pregnant cu cât înălțimea primului corp este mai mare.

Efectul de umbră poate atinge valori importante și să creeze un culoar de disconfort între cele două obstacole, mai ales în condițiile unor hale semiînchise unde convecția pardoselii este atenuată de mișcarea aerului. Pentru aceste cazuri este mai avantajoasă amplasarea superioară centrală a tuburilor radiante, cu dezavantajele inerente ale unei neuniformități mai mari pe înălțime a fluxului radiant.

În fig. 7 se prezintă diagrame ilustrative de calcul pentru acest caz.

Efectul de umbră, ca în toate cazurile de corpuri verticale, este atenuat de radiația venită prin zona de dincolo de laturile primului corp și de convecția primită de la pardoseală.

Concluzii

Încălzirea hălelor înalte cu tuburi radiante, la care suprafețele verticale ale corpurilor interpușe primesc un flux relativ mic de căldură, poate fi corectată prin compensarea acestui dezavantaj printr-o soluție de amplasare perimetrală a tuburilor radiante, favorizând în acest fel fluxul de căldură primit de suprafețele verticale ale corpurilor.

Amplasarea perimetrală a tuburilor radiante nu dezavantajează prea mult nici fluxul de căldură primit de suprafețele orizontale deoarece, având în vedere înălțimile mari de amplasare a tuburilor radiante, unghiul solid de radiație pe suprafețele orizontale este relativ mare,

comparabil cu cel al suprafețelor verticale. De asemenea, corpurile verticale primesc fluxuri de căldură convective de la pardoseala hălei.

Programele de calcul TUBRAD și TEMPOBST, cu adaptări specifice situației geometrice analizate în programele TEMPVERT, permit trasarea unor diagrame de fluxuri de căldură locale pe suprafețe astfel încât se poate defini starea de încălzire în fiecare punct.

Soluțiile de încălzire a hălelor cu tuburi perimetrale este un domeniu nou de cercetare în încălzirea cu tuburi radiante și urmează să fie dezvoltat cu studii de optimizare energetică.

Încălzirea cu tuburi radiante amplasate perimetral este o soluție alternativă foarte eficientă energetic și din punct de vedere al realizării confortului termic la încălzirea perimetrală cu corpuri încălzitoare (GP 060/2000 - Ghid pentru proiectarea instalațiilor de încălzire perimetrală la clădiri).

Bibliografie

- [1] Andjulovici A. „Încălzirea hălelor cu panouri radiante” ET., București 1964;
- [2] Andjulovici A. „Încălzirea cu radianți cu gaze în industrie” ET., București 1962
- [3] Căldare I., „Contribuții la studiul regimului de temperatură a suprafeței tubului radiant și a fluxului termic transmis pe suprafețe în condițiile unui corp interpus”, Cluj-Napoca, 2003, referat doctorat;
- [4] Căldare I., „Instalație de modelare a tubului radiant; prezentarea instalației, a modului de lucru, prelucrarea și interpretarea rezultatelor măsurărilor”, referat doctorat, Cluj-Napoca 2004;
- [5] Căldare I., „Fluxul termic al tuburilor radiante pe suprafețe cu obiecte interpușe”, Conferința „Instalații pentru începutul mileniului trei”, Sinaia, 2004;
- [6] Căldare I., „Contribuții la studiul regimului de temperatură a suprafeței tubului radiant”, Conferința „Instalații pentru construcții și confort ambiental, Timișoara, 2005;
- [7] Căldare I., „Cercetări experimentale privind transferul de căldură prin radiație pe obstacole”, Conferința SRT, Craiova 2005;
- [8] Căldare I., „Cercetări teoretice și experimentale privind transferul de căldură prin radiație pe obstacole în instalațiile de încălzire cu tuburi radiante”, Revista Instalatorul nr. 4/2005;

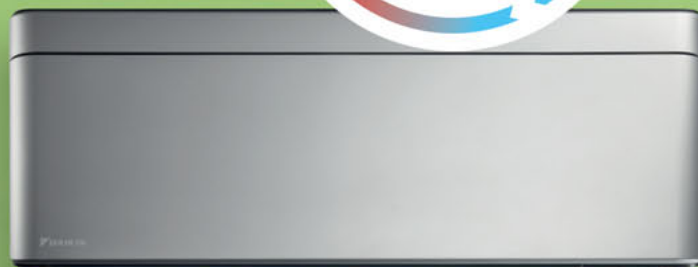
Petru

Vreau să fie
răcoaaaaare

18°C



Confortul interior perfect.
Perfect pentru tine.



Partener Premium Daikin

Climatherm

www.climatizareonline.ro

Be sure. **testo**



Vedeți mai mult știți mai multe.

Pierderile de căldură și alte anomalii determină o schimbare a temperaturii și pot fi vizualizate rapid și ușor utilizând camerele de termoviziune Testo.

mai multe detalii pe: www.testo.ro

BREVET ROMÂNESC

CONSTRUCȚIE DE CANALIZARE CU
LĂȚIMEA MINIMĂ DE NUMAI: **55 CM**

TEHNOLOGIA ROBOTERR:

- NIVELEAZĂ PATUL DE NISIP, ASISTAT DE **LASER**
- MONTEAZĂ ȚEVILE
- NIVELEAZĂ NISIPUL PESTE ȚEVI

AVANTAJELE TEHNOLOGIEI:

- SIGURANȚA MUNCII
- REDUCEREA LĂȚIMII ȘANȚULUI: **90 > 55 cm**
- REDUCE CANTITATEA DE PAMÂNT EXCAVAT CU: **30-50%**
- PRECIZIE DE NIVELARE / MONTARE DE: **±1 CM**
- VITEZĂ DE EXECUȚIE RIDICATĂ
- CONSUM SCĂZUT DE ENERGIE: **1 EURO / ZI**
- NU MAI SUNT NECESARE PANOURILE DE SPRIJIN
- REDUCEREA ERORILOR UMANE: PANTĂ SINUSOIDALĂ...

ȚEVI CE POT FI MONTATE:

- ȚEVI PVC
- ȚEVI POLIETILENĂ
- ȚEVI POLIPROPILENĂ
- ȚEVI PAFSIN
- ȚEVI CORUGATE
- ȚEVI CERAMICĂ

**TOTAL
INOX**

**TOTAL
ELECTRIC**

MAI MULTE DETALII + VIDEO PE: **ROBOTERR.RO**

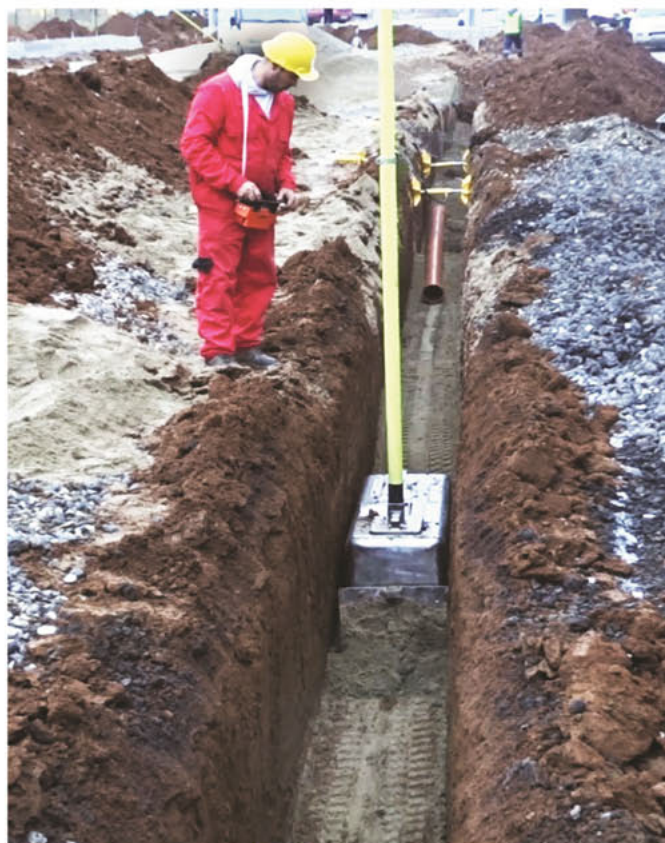
CONTROLAT CU
TELECOMANDĂ

+12 ORE
AUTONOMIE

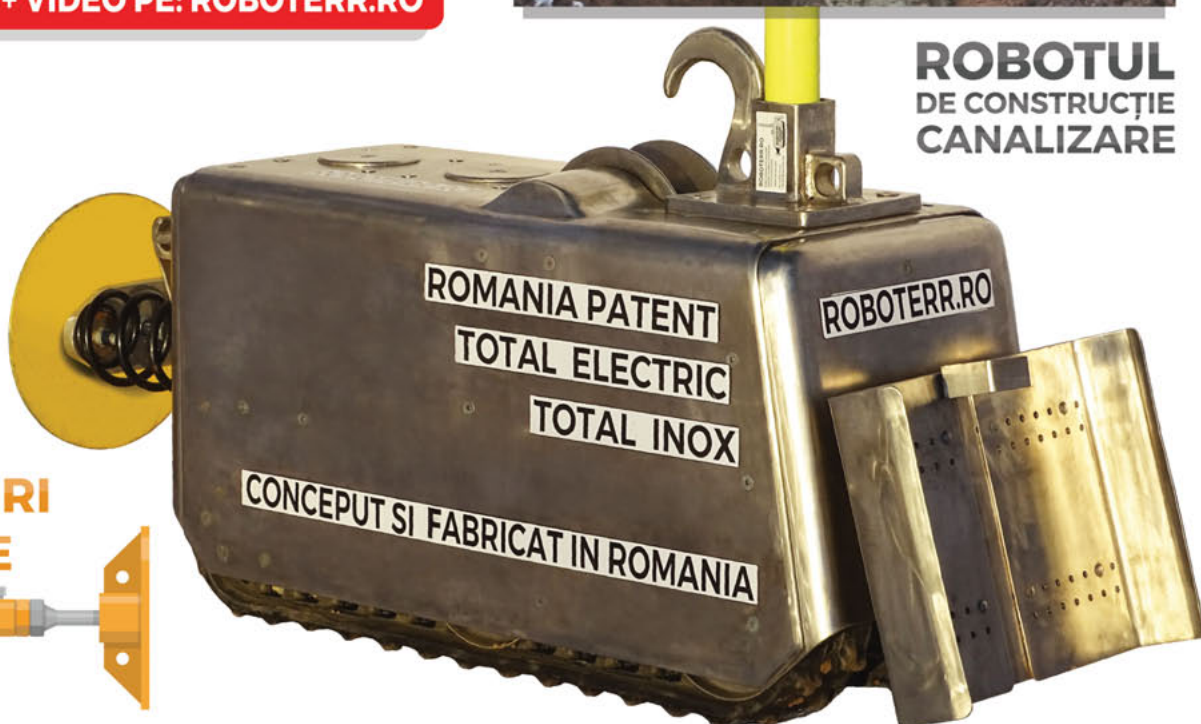
SPRIJINIRI
ACTIVE



CONCEPUT & FABRICAT ÎN
ROMANIA



**ROBOTUL
DE CONSTRUCȚIE
CANALIZARE**





VICTRIX ZEUS 25/32

**Confort,
design,
ușor de instalat**

A



VICTRIX ZEUS 25/32 este o nouă gamă de centrale cu condensare compacte, dotate cu boiler din oțel inoxidabil și având un design modern. Aceste echipamente sunt excelente pentru instalațiile noi. Datorită modului de condensare din oțel inoxidabil cu pasaje largi pentru apă și racordurilor hidraulice identice cu cele ale modelelor anterioare sunt, de asemenea, **ideale pentru înlocuirile de centrale vechi. Capacitatea de 45 de litri a boilerului** încorporat și excelența termoreglare îi conferă utilizatorului un **maxim de confort în timpul folosirii apei calde de consum**. La fel ca toate centralele cu condensare Immergas, VICTRIX ZEUS se încadrează în **clasa A** de eficiență energetică.



immergas.com



IMMERGAS