

Nr. 6/2019



ANUL V/XLI

ASOCIAȚIA INGINERILOR DE INSTALAȚII DIN ROMÂNIA

REVISTA DE INSTALAȚII

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

 **CLIMA 2019**

Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress

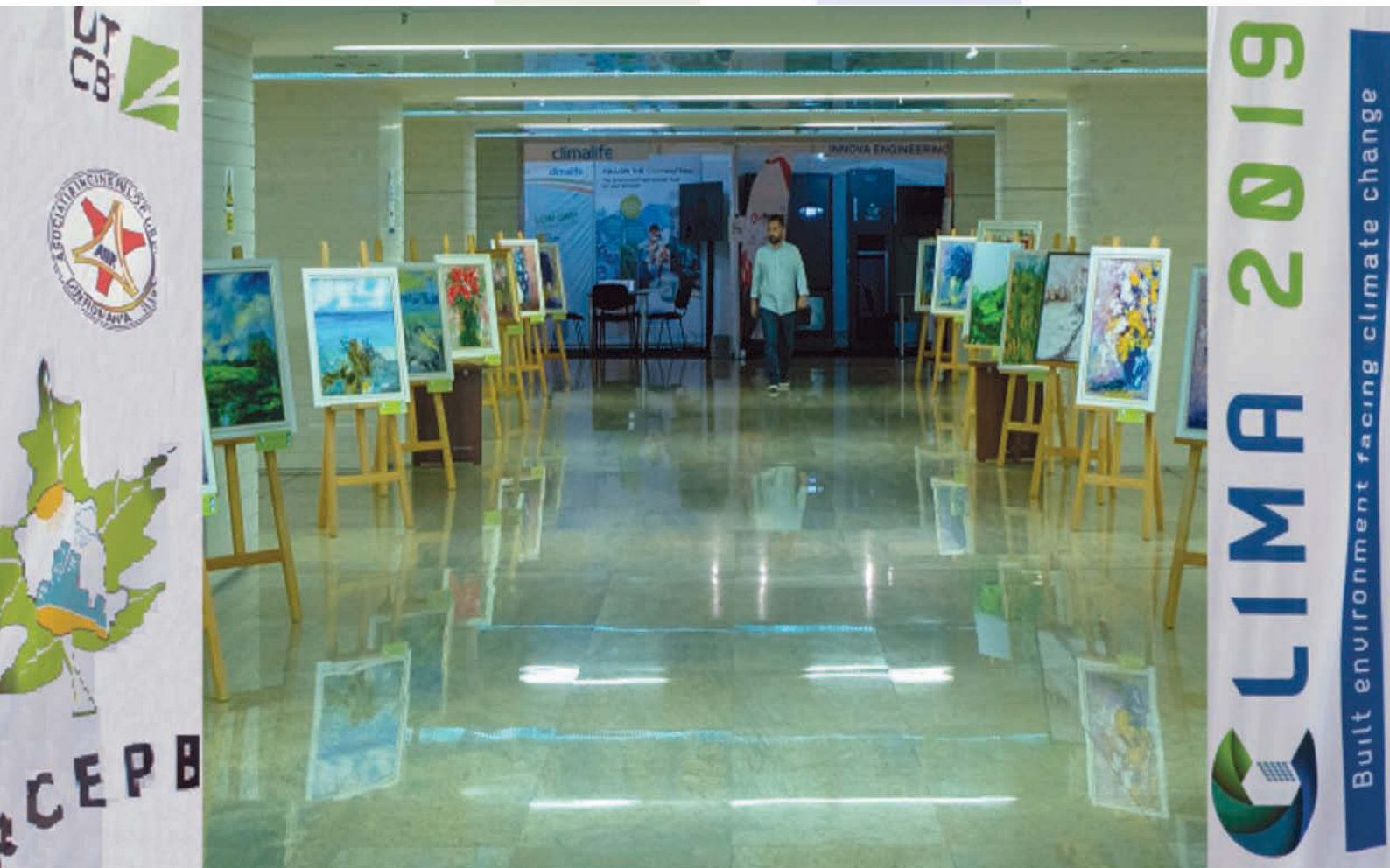
26 - 29 May, Bucharest, Romania

ORGANIZERS

BE REHVA
Federation of
European Heating,
Ventilation and
Air Conditioning
Associations


Romanian Association of Building
Services Engineers (AIIR)

**UT
CB** 
TECHNICAL UNIVERSITY FOR CIVIL
ENGINEERING FROM BUCHAREST





**mitsubishi
electric**

CLIMATIZARE



Simți arta japoneză în aer.



SERIA DE SOLUȚII DE LA MITSUBISHI ELECTRIC DEDICATĂ CLĂDIRILOR MARI

Spații de calitate cu tehnologie de vârf și economie de energie. Descoperă oferta completă **Mitsubishi Electric** pentru încălzire, răcire și producere de apă caldă menajeră, cu soluții ideale pentru hoteluri, apartamente, clădiri pentru activități terțiare. O serie de clădiri cu impact redus asupra mediului și economii mari de energie, cu gestionare și monitorizare de la distanță, datorită serviciului cloud. Inovație, durabilitate ecologică și experiență pentru un confort de neegalat.

<https://les.mitsubishielectric.it/ro>

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

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

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

**EDITOR:
MATRIX ROM**

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

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

REDACTOR ȘEF ADJUNCT:
ing. CEZAR RIZZOLI

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

CLIMA 2019

- 4 Congresul CLIMA 2019 (IV) București 26 – 29 MAI 2019



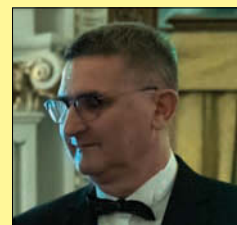
EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

- 14 Beton activat termic cu dale integrate cu materiale cu schimbare de fază



ÎNCĂLZIRE

- 20 Analiza confortului termic asigurat de suprafețele radiante



VENTILAȚIE

- 24 5 D 4 Combined radiant ceiling panels with diffuse ventilation – a numerical parametric study of thermal performance



REABILITARE ENERGETICĂ

- 30 Conservarea energiei prin reabilitarea termică a locuințelor



CONGRESUL CLIMA 2019 BUCUREȘTI 26 – 29 MAI 2019 (IV)



Congresul CLIMA 2019 s-a ținut în București, în perioada 26 – 29 mai 2019 și a fost organizat de către Asociația Inginerilor de Instalații din România-AIIR și Universitatea Tehnică de Inginerie Civilă din București, Facultatea de Inginerie a Instalațiilor.

Congresul CLIMA 2019 a fost cea mai mare și mai prestigioasă manifestare tehnico-științifică organizată vreodată în domeniul construcțiilor și instalațiilor din România.

La Congres s-au înscris 1056 de participanți din 40 de țări, s-au făcut 529 de prezentări, au participat 11 personalități din țară și din străinătate, au fost 15 sponsori, 22 de expozanți și s-au organizat 19 ateliere de lucru.

CLIMA Congress 2019 was held in Bucharest from 26 to 29 May 2019 and was organized by the Association of Installation Engineers from Romania-AIIR and Technical University of Civil Engineering of Bucharest Faculty of Installations Engineering.

CLIMA Congress 2019 was the largest and the most prestigious technical and scientific event ever organised in Romania in the field of building services.

The Congress had 1056 participants from 40 countries, 529 papers were presented, it was attended by 11 personalities from home and abroad, there were 15 sponsors, 22 exhibitors and 19 workshops have been organized.



Marți 28 mai 2019 ora 14:00, Dr. ing. Werner Lutsch, Director General AGFW și Președinte EHP Germania, a prezentat lucrarea: "Energie curate pentru toată Europa - Ce înseamnă pentru DHC/CHP ?

Kavita Sharma, din India a prezentat lucrarea: "ISHRAE acrex și dezvoltarea indiană".

Dr. H.C., R – Departamentul de Inginerie Civilă, Centrul Internațional pentru mediul interior și energie. Universitatea Tehnică a Danemarcei a prezentat lucrarea: "Standardele internaționale pentru calitatea mediului interior: Similitudini și Diferențe".

După o pauză de cafea, în sălile: B-01-25, E-M-02, E-M-03, A-03-10, G-M-04, A-03-09, B-01-26, D-05-10, D-06-10 și D-06-13 s-au prezentat lucrările Congresului CLIMA 2019.

Sala B-01-25 Moderatori: Ilinca Năstase, Alireza Afsahari, Răzvan Calotă



Conf. dr. ing. Cătălin Lungu

Ora 16:00. "Recuperare umidității - o abordare de modelare dinamică", Martin Kremer ș.a., Aachen University, Germania.

Ora 16:15. "Un sistem de răcire bazat pe Materiale cu Schimbare de Fază MSF pentru clădiri de birouri: o revizuire a conceptului", Evdoxia Paroutoglou ș.a. Aalborg University, Danemarca.

Ora 16:30. "Sistemul de încălzire Hidraulic orientat spre cerere și sistemul activ cu o conductă, instrumentul de proiectare", Zlevor Ondrej și Dostál Jirí, Prague, University, Republica Cehă.

Ora 16:45. "Analiza efectelor înainte și înapoi pe un Schimbător de căldură canelat coaxial prin metodologia răspunsului de suprafață", Şahin Güngör ș.a. Izmir, Turcia.

Ora 17:00. "Îmbunătățirea performanței ventilației într-un container cu un sistem de răcire fără extracție", Cem Gulseven, M. Zeki Ylumazoglu, Ankara, Turcia.

Ora 17:15. "Impactul presiunii negative într-o cameră din cauza creșterii etanșării în apartamentele din locuințele rezidențiale", Yoshihiro Toriumi și Takashi Kurabuchi, Tokyo, Japonia.

Ora 17:30. "Studiul climatului urban și al traficului: considerații din cazul Araraquara", Clélia Mendonça de Moraes ș.a., São Carlos, SP, Brazilia.

Ora 17:45. "Analiza numerică a impactului ventilației naturale asupra calității aerului interior și a confortului termic într-o clasă", George-Mădălin Chitaru ș.a. București, România

Sala E-M-02 Moderatori: Angui Li, Guangyu Cao, Hwataik Han

Ora 16:00. "Investigarea performanței mediului termic interior și a unității de tratare a aerului într-un terminal de aeroport", Lin Lin ș.a. Beijing, China.

Ora 16:15. "Dezvoltarea unității de difuzie HVAC pentru sarcini și climatizare ambientală permițând utilizatorului să controleze ventilatorul încorporat — evaluarea modului de furnizare a aerului prin experimentarea subiectivă și măsurarea câmpului în birou", Takashi Akimoto ș.a. Tokyo, Japonia.

Ora 16:30. "Caracteristicile fluxului de aer sub jeturi de ventilare plane opuse într-un mediu interior controlat", Sami Lestinen ș.a. Espoo, Finlanda.

Ora 16:45. "Influența condițiilor interioare asupra diversității și cantității microbiene în școli", Dahae Seong ș.a. Columbia, SC, USA.

Ora 17:00. "Analiza confortului termic în arena de handbal cu ventilație naturală utilizând tehnicile CFD", Ahmed A. Masoudi ș.a. Giza, Egypt.

Ora 17:15. "Relația dintre consumul de energie și mediu termic interior în creșterea animalelor: un studiu de caz", Matteo Bilardo ș.a. Torino, Italia

Ora 17:30. "Investigarea calității mediului interior în zonele de depozitare ale bibliotecii NTNU Gunnerus", Hanna Melsnes Svenneby și Guangyu Cao, Trondheim, Norvegia.

Ora 17:45. "Studiu experimental de confort termic într-o cabină de vehicul în timpul sezonului de vară", Paul Danca ș.a. București, România



Dr. ing. Ioan Silviu Doboși și Conf. dr. ing. Cătălin Lungu

Sala E-M-03 Moderatori: Arsene Melikov, Leonardo Prendin, Martin Thalfeldt

Ora 16:00. *"Transmisie aeropurtată în timpul evenimentelor pe termen scurt sub stratul de ventilare"*, Kaho Hashimoto ș.a. Kongens Lyngby, Danemarca.

Ora 16:15. *"Condițiile de CO₂ din cadrul pătuțurile pentru copii din centre de îngrijire de zi"*, Gert-Jan Braun și Wim Zeiler, Eindhoven, Olanda.

Ora 16:30. *"Post-Gradul de ocupare, evaluarea calității mediului interior într-o sală de sport nZEB într-un climat mediteranean"*, Joana Ortiz ș.a. Barcelona, Spania.

Ora 16:45. *"Despre îmbunătățirea confortului termic în spații interioare condiționate cu sisteme de tip Split"*, Silva Júnior Anastácio ș.a. São José, Brazilia.

Ora 17:00. *"Efectele poluanților atmosferici din interior și exterior asupra productivității lucrătorilor din clădirile de birouri"*, Cristina Becchio ș.a. Torino, Italia.

Ora 17:15. *"Cuplarea unui model cardiovascular cu un model de termoreglare pentru a prezice tensiunea arterială umană în condiții de mediu nestabile"*, Yoshito Takahashi ș.a. Tokio, Japonia.

Ora 17:30. *"O metodă simplificată de dimensionare a puterii pentru integrarea corectă a clădirilor cu sobe cu lemne"*, Martin Thalfeldt ș.a. Trondheim, Norvegia.

Ora 17:45. *"O nouă cameră de testare pentru analiza calității mediului interior"*, Giulia Alessio ș.a. Padova, Italia.

Sala A-03-10 Moderatori: Dusan Petrás, Merve Atmaca, Florin Băltărețu

Ora 16:00. *"KERGRID: o clădire cu emisii scăzute de carbon în vestul Franței"*, Pierrick Mandrou ș.a. Moret sur Loing et Orvanne, Franța.

Ora 16:15. *"Compararea performanței termice între construcția convențională și clădiri cu pereți din pământ și fibre"*, Kaoutar Zeghari ș.a. Saint Lô, Franța.

Ora 16:30. *"Optimizarea performanței energetice a clădirilor utilizând tehnici de exploatare a datelor"*, Kai Corten ș.a. Eindhoven, Olanda.



Stefano Paolo Corgnati, Ex-Președinte REHVA

Ora 16:45. *"Evaluarea energetică și economică a clădirilor rezidențiale din Slovacia"*, Jana Bartosová Kmetková și Dusan Petrás, Bratislava, Slovacia.

Ora 17:00. *"Tehnici speciale de inginerie - școala de treflă"*, Ioan Silviu Doboși ș.a. Timișoara, România.

Ora 17:15. *"Eficiența energetică și de performanță a costurilor la sisteme de alimentare cu energie cu curent continuu în clădirile rezidențiale la nivelul anilor 2030 și 2050"*, Gyuyoung Yoon ș.a. Nagoya Aichi, Japonia.

Ora 17:30. *"De la planurile de mobilare urbană durabilă (SUMP) la politicile și măsurile energetice operaționale pentru orașul de mâine"*, Irina Rotaru și Mihai Husch, București, România.

Sala A-03-10 Moderatori: Cătălin Teodosiu, Touraj Ashrafian, Angel Dogeanu

Ora 16:00. *"O perspectivă industrială asupra simulărilor de clădiri cu umbră solară"*, Helle Foldbjerg Rasmussen și Tobias Skov Pedersen, Taastrup, Danemarca.

Ora 16:15. *"Comportamentul ocupanților și confort termic în clădiri: monitorizarea utilizatorului final"*, Loes Visser ș.a. Eindhoven, Olanda.

Ora 16:30. *"Efectul de utilizare a umbririi solare externe asupra consumului de energie și confort termic în căminul studențesc din Nis"*, Dragana Krstic ș.a. Nis, Serbia.

Ora 16:45. *"Analiza statistică a vârfului de sarcină pentru aerul condiționat la clădiri multifamiliale"*, Tetsushi Ono ș.a. Fukuoka, Japonia.

Ora 17:00. *"Soluții de control solar pentru reducerea riscurilor de supraîncălzire în clădirile de apartamente daneze reabilitate din perioada 1850-1900 - un studiu bazat pe simulare"*, Daria Zukowska ș.a. Lyngby, Danemarca.

Ora 17:15. *"Evaluarea eficienței energetice a diferitelor sisteme de geamuri și umbră într-o clădire de școală"*, Mohammed Khalaf ș.a. Istanbul, Turcia.

Ora 17:30. *"Efectul sistemului de încălzire asupra confortului termic al ocupantului și temperaturii optime a aerului din camera"*, Alzbeta Dederová Kohoutková ș.a. Bustehrad, Republica Cehă.

Ora 17:45. *"Analiza locală a distribuției fluxului de aer în case pasive cu concept deschis"*, Doru Daniel Sabie ș.a. București, România

Sala A-03-10 Moderatori: Birol Kilkis, Sheila Hayter, Nicolae Antonescu

Ora 16:00. *"Evaluarea suprafeței mesei de către copiii de școală în condiții diferite de iluminare testate în SenseLab"*, Marco A. Ortiz ș.a. Delft, Olanda.

Ora 16:15. *"Aplicarea tehnologiei de stocare termică TES în sistemul de încălzire prin cogenerare CHP cu specificul cererii chineze - un studiu de caz tehnico-economic de fezabilitate"*, Ruoyu Zhang ș.a. Dalian University, China.

Ora 16:30. *“Dezvoltarea metodei de control al procesului de temperatură folosind predictorii Smith”*, Nikolajs Bogdanovs ș.a. Riga, Letonia.

Ora 16:45. *“Analiza energetică, economică și de mediu a sursei de apă naturală vindecătoare deschisă”*, Denis Micek și Jirí Hirs, Brno University, Republic Cehă.

Ora 17:00. *“Ipoteza unei dezvoltări mai eficiente și durabile a încălzirii raionale în Padova, integrarea energiilor regenerabile și a centralelor existente de producere”*, Laura Carnieletto ș.a. Padova, Italia.

Ora 17:15. *“Exergie: schimbarea de joc sau autorul de joc”*, Birol Kilkis, Ankara, Turcia.

Ora 17:30. *“Rolul codurilor de construcție și al controalelor în consolidarea rezilienței comunității”*, Sheila J. Hayter¹ și Sherry Stout², ¹ Atlanta, Georgia, ² Denver, Colorado, USA.

Ora 17:45. *“Studiu de simulare parametric pentru acoperișul retrofit verde peste înalta performanță a prototipului de casa solare “EFdeN semnătura”*, Mihai Baiceanu și Tiberiu Catalina, București, România.

Sala B-01-26 Moderatori: Gilles Notton, Andrei Damian, Cristian Croitoru

Ora 16:00. *“Caracteristicile transmisiei aeropurtate sub stratul de ventilare”*, Tao Huang, Zhengtao Ai și Arsen Melikov, Lyngby, Danemarca.

Ora 16:15. *“Utilizarea precipitatoarelor electrostatice pentru medii interioare sănătoase”*, Ayse Fidan Altun și Muhsin Kilic, Bursa, Turcia.

Ora 16:30. *“Sinteza cunoștințelor privind utilizarea filtrelor de adsorbție pentru mediile interioare sănătoase”*, Ayse Fidan Altun și Muhsin Kilic, Bursa, Turcia.

Ora 16:45. *“Efectul ratei de emisie a contaminatului asupra câmpului de viteză și a distribuției contaminatului cu prezența unui obstacol într-un spațiu mare”*, Qianru Zhang ș.a., Shanghai, China.

Ora 17:00. *“Bariera de perdea de aer la ușa camerei de izolare de infectare aeropurtată”*, Bård Venås ș.a. Oslo, Norvegia.

Ora 17:15. *“Studierea influenței vehiculului în mișcare asupra dispersiei poluanților atmosferici prin camera de mediu”*, T.T. Chow ș.a. Hong Kong, China.



Atze Boerstra, Vicepresedinte REHVA

Ora 17:30. *“Aerosolizarea sporilor de Aspergillus Niger din colonii pe diferite poziții ale unui tub circular”*, Xian Li ș.a. Dalian, China

Ora 17:45. *“Calitatea aerului în facilități sportive”*, Morten Saether Grande și Guangyu Cao, Norvegia

Sala D-05-10 Moderatori: Philomena Bluysen, Mariya Bivolarova, Ionuț Sota

Ora 16:00. *“Efectul de colorare a peretelui și pardoselii asupra temperaturii și a senzației de curent a copiilor de școală primară”*, Philomena M. Bluysen ș.a. Delft, Olanda.

Ora 16:15. *“Hue – ipoteza de căldură: un pas înainte pentru o abordare holistică a IEQ”*, Francesca Romana d’Ambrosio Alfano ș.a. Salerno, Italia.

Ora 16:30. *“Efectul tratamentului acustic asupra performanței copiilor de școală primară, percepții sonore și evaluarea influenței”*, Dadi Zhang ș.a. Delft, Olanda.

Ora 16:45. *“Efectele clădirilor asupra bunăstării și confortul lucrătorilor”*, Sosui Nakamura ș.a. Tokyo, Japonia.

Ora 17:00. *“Investigații de confort termic (local) în funcție de asimetria radiațiilor și a diferenței verticale de temperatură a aerului”*, Maximilian Beyer ș.a. Dresden, Germania.

Ora 17:15. *“Controlul pasiv a patului micro-mediu prin pături”*, Mariya Bivolarova ș.a. Lyngby, Danemarca.

Ora 17:30. *“Rentabilitatea clădirilor cu aproape zero energie”*, Heike Erhorn-Kluttig ș.a. Stuttgart, Germania.

Ora 17:45. *“Îmbunătățirea performanței de răcire prin fluctuațiile de temperatură ale fluxului de aer”*, Ziga Lampret ș.a. Ljubljana, Slovenia.

Sala D-06-10 Moderatori: Atze Boerstra, Mihnea Sandu, Andrei Litiu

Ora 16:00. *“Monitorizarea fluxului de aer interior cu un nou senzor bidimensional airflow”*, Yuanchen Wang ș.a. Stuttgart, Germania.

Ora 16:15. *“Extragerea datelor și modelarea lor pentru detectarea defectelor unității de tratare a aerului”*, Tianyun Gao ș.a. Champs-sur-Marne, Franța.

Ora 16:30. *“Modelarea energiei cu rețea neuronală exogenă nonlineară-autoregresivă”*, Syed Asad Hussain ș.a. Hong Kong, China.

Ora 16:45. *“Un studiu de teren de control al încălzirii spațiului folosind mulțimi de punct acceptabil de estimare a temperaturii: experiment de iarnă în birourile din Japonia”*, Toru Yano și Miho Sako Toshiba, Kawasaki, Japonia.

Ora 17:00. *“Tehnici fotocatalitice pentru prevenirea și combaterea infecțiilor asociate asistenței medicale”*, Răzvan Bucureșteanu ș.a. București, România.

Ora 17:15. *“Tehnici fotocatalitice pentru prevenirea și combaterea infecțiilor asociate asistenței medicale”*, Răzvan Bucureșteanu ș.a. București, România

Ora 17:30. *“Unele aspecte ale controlului sistemelor*

de răcire radiante și convective”, Taha Arghand ș.a. Gothenburg, Suedia.

Ora 17:45. “Analiza termică convectivă a sistemelor de pompe de căldură”, Andreea Irina Baran ș.a. Iași, România.



Dusan Petrás, Ex Președinte REHVA

Sala D-06-13 Moderatori: Gyuyoung Yoon, Milos Lain, Horia Petran

Ora 16:00. “Alianța pentru renovarea profundă a clădirilor, un pas înainte către sistemul european comun de certificare voluntară”, Johann Zirngibl ș.a. Champs-sur-Marne, Franța.

Ora 16:15. “Identificarea acțiunilor de reabilitare pentru atingerea nivelurilor optime de cost și NZEB pentru clădirile rezidențiale din Istanbul având în vedere durata de viață a clădirilor”, Neşe Ganiç Saglam ș.a. Istanbul, Turcia.

Ora 16:30. “Renovarea fațadelor pentru economisirea de energie în case multifamiliale, un studiu de caz în Hanoi, Vietnam”, Phan Anh Nguyen ș.a. Delft, Olanda.

Ora 16:45. “Rolul clădirii de referință în evaluarea măsurilor de eficiență energetică pentru stocurile mari de clădiri publice”, Erika Guolo ș.a. Veneția, Italia.

Ora 17:00. “Un cadru pentru evaluarea tehnică a reabilitării energetice a clădirilor rezidențiale”, Annamaria Belleri ș.a. Bolzano, Italia.

Ora 17:15. “Definiția arhetipul pentru analizarea soluțiilor de reabilitare în zonele urbane din Europa”, Michele De Carli ș.a. Padua, Italia.

Ora 17:30. “Clădiri experimentale aproape zero energie cu tehnologia verde pilot de renovare prin expertiza casei pasive”, Horia Petran ș.a. București, România.

La ora 19 în ziua de 28 mai 2019, a avut loc GALA DINER la CLUBUL DIPLOMATIC din București, Șoseaua București – Ploiești 2B.

Miercuri 29 mai 2019 la ora 8:30, în Aula Bibliotecii naționale a avut loc SEZIUNEA PLENARĂ.

Moderatori: Dr. ing. Hui Zhang – Centrul pentru mediul construit, Universitatea Berkely California, USA

Prof. dr. Manuel Gameiro da Silva, vicepreședinte REHVA, Catedra Comitetul de Educație și Instruire, Universitatea Coimbra, Portugalia



Dr. ing. Hui Zhang Universitatea Berkely California, USA



Prof. dr. Manuel Gameiro da Silva

Prezentatori: Prof. dr. William P Bahnfleth, Universitatea de Stat Pensylvania, USA, a prezentat: *Starea actuală și perspectivele de control al infecției cu radiații optice*

OVER 4 ROMÂNIA – Prototipul roman pentru Concursul Solar Decathlon Europa în 2019



Conf. dr. ing. Ovidiu Noran, Școala de Informație și tehnologii de comunicare, Universitatea Griffith, Australia, a prezentat: *Tranziția energetică efektivă: o viziune adaptivă a arhitecturii pentru gestionarea durabilă pe termen lung.*

În continuare în sălile: A-03.09, E-M-02, G-M-10, G-M-04, B-01.25, A-03.10, B-01.26, D-05-10, D-06-10 ȘI D-06-13 s-au prezentat lucrările Congresului CLIMA 2019.



Mariya Bivolarova

Sala A-03-09 Moderatori: Wermer Lutsch, Natașa Nord, Rodica Frunzulică

Ora 10:30. *“Compararea performanței operaționale și a modelului analitic al sistemului termal cu concentrator înalt cu raportul 2000 de concentrație”*, Emmanuel Shittu ș.a. Brunel University London, UK.

Ora 10:45. *“Reducerea consumului de energie electrică a sistemelor de răcire și încălzire centralizată, utilizând partea de control coordonată a cererii-ofertă 2-efectul de economisire a energiei al sistemului de control coordonat al cererii de aprovizionare”*, Osamu Kunitomo, Isao Satoh și Masanori Hiroshima, Tokyo, Japonia.



Ora 11:00. *“Analiza semnăturilor energetice și planificarea energiei termice și a consumului intern de apă caldă în clădirile din Norvegia”*, Tymofii Tereshchenko ș.a. Trondheim, Norvegia.

Ora 11:15. *“O platformă de testare multifuncțională pentru stații de încălzire centralizată: pregătirea pentru apă caldă menajeră și compararea funcției de a menține căldura”*, Jad Al Koussa ș.a. University of Leuven, Belgia.

Ora 11:30. *“Aspecte privind utilizarea energiei recuperate pentru aer condiționat”*, Răzvan Calotă, Valentin Cubleșan ș.a. UTCB, București, România.

Ora 11:45. *“O metodologie pentru proiectarea sistemelor energetice descentralizate cu control predictiv*

pentru pompe de căldură și stocarea termică”, Andrew Lyden și Paul Tuohy, Glasgow, UK.

Ora 12:00. *“Optimizarea sistemului inovator de Tri-Generare pentru aplicații de distribuite a puterii”*, T.T. Chow, Guangya Zhu și C.K. Lee, Hong Kong, China.

Sala E-M-02 Moderatori: Pawel Wargocki, Silvi, Cristian Croitoru

Ora 10:30. *“Investigarea performanței unui nou proces hibrid de dezumidificare folosind desiccant lichid”*, Bowen Guan ș.a. Xiaoyang Chen.

Ora 10:45. *“Model termic al dispersiilor deasupra mașinii de gătit cu aragaz pentru proiectarea ventilației”*, Yuki Shimanuki ș.a. Tokyo, Japonia.

Ora 11:00. *“Influența înălțimii plafonului asupra fluxul de aer și distribuția particulelor într-o cameră de operație”*, Aleyna Agirman ș.a. Trabzon, Turcia.

Ora 11:15. *“Efectul ratei schimbului de aer asupra descompunerii particulelor într-o cameră curată: un studiu numeric”*, Yunus Emre Cetin ș.a. Trabzon, Turcia.

Ora 11:30. *“Putem satisface cerința pentru camera de operații ultra-curate (10CFU/m³) cu ventilație de diluare?”*, Christoffer Pedersen ș.a. Trondheim, Norvegia.

Ora 11:45. *“Evaluarea performanței termice a unui centru de date de înaltă densitate pentru sistemul de răcire în condiții de defect”*, Jinkyun Cho ș.a. Jincheon, Korea de Sud.

Ora 12:00. *“Proiectarea unui model experimental la scară mică a unui sfert de echipaj din stații spațiale internaționale pentru un studiu a câmpului de flux PIV”*, Matei-Răzvan Georgescu ș.a. UTCB București, România.

Ora 12:15. *“Evaluarea confortului aeronavei pentru pasageri: pasagerii care stau în cabina comercială”*, Clélia Moraes, Araraquara, Brazilia.

Sala G-M-10 Moderatori: William Bahnfleth, Mustafa Mutlu, Florin Bode



William Bahnfleth

Ora 10:30. *“Efectul ratei zero de schimbare de aer pe dispersia particulelor într-o cameră cu încălzire prin pardoseală”*, Mustafa Mutlu, Bursa, Turcia.

Ora 10:45. *“Investigarea numerică a poziției unității de control a aerului condiționat privind distribuția temperaturii și consumurile de energie ale unei camere”*, Mustafa Mutlu și Emre Çalışkan, Bursa, Istanbul, Turcia.

Ora 11:00. *“O anchetă privind potențialul de certificare al mediilor construite”*, Ardeshir Mahdavi și Christiane Berger, Vienna, Austria.

Ora 11:15. *“Analiza experimentală și numerică a condițiilor de mediu intern în două centre de fizioterapie din nordul Italiei”*, Luca Zaniboni ș.a. Bolzano, Italia.

Ora 11:30. *“Validarea și îmbunătățirea modelului PHS pe baza răspunsurilor termofiziologice ale lucrătorului chinez în mediile fierbinți”*, Chenqiu Du, Yongqiang Li, Mengnan Xu și Runming Yao.

Ora 11:45. *“Includerea obiceiurilor de deschidere a ferestrelor într-un model de fereastră bazat pe activități și modele de ocupare”*, Silke Verbruggen, Marc Delghust, Jelle Laverge și Arnold Janssens.

Ora 12:00. *“Noțiunea de confort, de la cuvânt la concept”*, Ștefan Dună, Ioan Silviu Doboși ș.a. Dosetimpex SRL, Timișoara, România.



Dr. ing. Ștefan Dună

Ora 12:15. *“Soluție optimă de eficiență a costurilor de tratament acustic pentru o sală de ședințe complex”*, Cătălin Bailescu, Vlad Iordache și Tiberiu Catalina, UTCB, București, România.

Sala G-M-14 Moderatori: Ralph Krausa, Chadi Maalouf, Mihnea Sandu

Ora 10:30. *“Standardizarea tehnologiei clădirii la cerere prin robotizare”*, Andreas Henne și Nina Kloster, Köln, Germania.

Ora 10:45. *“Investigații privind sursele de zgomot pe un ventilator axial contra-rotatie cu diferite modificări”*, Ralph Krause ș.a. Drasda, Germania.

Ora 11:00. *“Creșterea coeficientului de performanță a ferestrei cu aer condiționat folosind conducte termice”*, Nitish Perisetla, Purushothaman G, Raghuvardhan Vijayakumar și Suresh Kumar Ramasamy.



Ora 11:15. *“Panouri de plafon radiante combinate cu ventilație difuză – un studiu parametric numeric al performanței termice”*, Marie Rugholm Krusaa ș.a. Copenhagen S, Danemarca.

Ora 11:30. *“Evaluarea performanței de economisire a energiei pentru proiectarea modulară a chillerelor centrifugale”*, YoonJei Hwang ș.a. Changwon, Coreea de Sud.

Ora 11:45. *“Proiectarea unui punct de rouă la un frigider evaporativ pentru clădiri în climat mediteranean”*, Djallel Abada ș.a., Oum El Bouaghi, Algeria.

Ora 12:00. *“Recuperarea căldurii reziduale din sistemul de canalizare”*, Dominika Juhosová și Jana Perácková, Bratislava, Slovacia.

Ora 12:15. *“Metoda simplificată de predicție a distribuției temperaturii verticale pentru sistemul de ventilație cu jet insuflat”*, Tomohiro Kobayashi, Toshiya Nishiumi și Noriko Umemiya, Osaka, Japonia.



Milos Lain

Sala G-M-14 Moderatori: Nicolay Ivanov, Tobias Zimmer, Vlad Iordache

Ora 10:30. *“Comfort IAQ – un nou instrument de simulare a poluării cu particule de interior în raport cu calitatea filtrului de aer de alimentare ales”*, Tobias Zimmer, Camfil AB, Product Management, Germania.

Ora 10:45. *“Probleme de miros în toalete cu grad de ventilație redus”*, Madoka Kimura ș.a. Tokyo, Japonia

Ora 11:00. *“Utilizarea senzorilor PM cu cost redus pentru a determina infiltrarea particulelor exterioare în mediul interior”*, Jan Drzymalla și Andreas Henne, Cologne, Germania.

Ora 11:15. *“Evaluarea performanței ventilației controlate a cererii privind expunerea la Componente Organice Volatile COV în interior pe baza unui model dinamic de emisii de COV”*, Klaas De Jonge, Arnold Janssens și Jelle Laverge, Ghent University, Belgia.

Ora 11:30. *“Măsurarea frecvenței de atingere a feței într-un tren simulat”*, Kentaro Morita ș.a. Tokyo, Japonia.

Ora 11:45. *“Evaluarea riscului de infectare din aer la distanță mică folosind un generator de tuse”*, Wei Ling ș.a. Tokyo, Japonia.

Ora 12:00. *“Test pe machetă pentru reducerea NOx la vopsirea fotocatalitică pentru uz interior”*, Yong Woo Song, Min Young, Kim și Jin Chul, Chung-Ang University, Coreea de Sud.

Ora 12:15. *“Predicția pe baza rețelei neuronale artificiale a nivelului local de poluare cu particule”*, Jie Xiong, Runming Yao și Baizhan Li, Chongqing University, China.

Sala A-03-10 Moderatori: Ovidiu Noran, Atze Boerstra, Dragoș Ion Bogdan



Dr. ing. Ovidiu Noran

Ora 10:30. *“Extragerea datelor și modelarea lor pe baza datelor pentru detectarea defectelor unității de tratare a aerului”*, Tianyun Gao ș.a. Champs-sur-Marne, Franța.

Ora 10:45. *“Analizor de sensibilitate și evaluare potențială folosind masa termică în construcție combinată cu strategiile de gestionare lateral DSM”*, MCarmen Pavón ș.a. Seville, Spania.

Ora 11:00. *“O analiză preliminară a potențialului de răcire nocturnă a panourilor fotovoltaice/termice (PVT) pentru orașele europene”*, Dragoș-Ioan Bogatu, Ongun Berk Kazanci și Bjarne W. Olesen, Technical University, Danemarca.

Ora 11:15. *“Influența zonării termice și controlul radiatorului electric asupra potențialului de flexibilitate energetică al caselor norvegiene”*, Thea Johnsen ș.a. Norwegian University of Science and Technology.

Ora 11:30. *“Unele aspecte ale monumentelor istorice, clădiri cu încălzire centrală”*, Cornel Muntea, Universitatea Tehnică Cluj Napoca.

Ora 11:45. *“Efectul anvelopei clădirilor reflectorizante asupra temperaturii mediului în aer liber și a încărcăturilor termice interioare folosind Dinamica Fluidelor Compuționale CFD și analize numerice”*, Jihui Yuan ș.a. Osaka, Japonia.

Ora 12:00. *“Monitorizarea varului cu câneapă la izolare externă a clădirilor”*, Georges Costantine ș.a. Reims, Franța.

Ora 12:15. *“Reabilitarea spațiilor de utilitate și a cazanelor-Teatrul Regal Monnaie”*, Laura Troi, Ioan Silviu Doboși ș.a. Dosetimpex SRL, Timișoara, România.

Sala B-01-26 Moderatori: Ivo Martinac, Kwang Ho Lee, Andreas Hantsch



Ivo Martinac

Ora 10:30. *“ANN (Rețea neurală artificială) pentru optimizarea AHU (unității de tratare a aerului) de evacuare a temperaturii aerului de control al sistemului convențional VAV pentru minimizarea energie de răcire într-o clădire de birouri”*, Jong Man Lee, Won Hee Kang și Kwang Ho Lee, Yuseong-Gu, Coreea de Sud.

Ora 10:45. *“Propunerea și evaluarea unei metode de operare a echipamentelor folosind predicția radiațiilor solare într-o casă de energie zero”*, Reina Oki, Shin-ichi Tanabe ș.a. Tokyo, Japonia.

Ora 11:00. *“Detectarea defecțiunilor în sistemele HVAC utilizând o distribuție având în vedere incertitudinile”*, Shohei Miyata ș.a. Tokyo, Japonia.

Ora 11:15. *“Prognozarea consumului rezidențial de gaz cu algoritmi de învățare automată a datelor meteorologice”*, Brian de Keijzer ș.a. Delft, Olanda.

Ora 11:30. *“O metodă NILM pentru dezagregarea sarcinii de răcire bazată pe rețele neuronale artificiale”*, Ziwei Xiao, ș.a. Huazhong University of Science and Technology, China.

Ora 11:45. *“Analiza parțială a eficienței sarcinii unei instalații CCHP cu chiller de absorbție RICE și H2O-LiBr”*, Gabriel Mărcuș și Cătălin Ioan Lungu, UTCB, București, România.

Ora 12:00 *“Cartografierea transformării digitale în evaluarea și gestionarea performanței clădirilor – activități*



Expoziția de la Congresul CLIMA 2019

comerciale pentru faza de funcționare”, Andrei Vladimir Lițiu ș.a. Stockholm, Suedia.

Sala D-05-10 Moderatori: Timothy Wentz, Enrico Fabrizio, Adrian Ciutină

Ora 10:30. *“Investigarea numerică a flexibilității energetice a diferitelor sisteme de încălzire și răcire”, Evangelia Loukou ș.a. Aalborg, Danemarca.*

Ora 10:45. *“Dezvoltarea unei unități flexibile de energie zero fără infrastructură pentru un răspuns în caz de dezastre”, Beungyong Park ș.a. Jincheon, Coreea de Sud.*



Jaap Hogeling

Ora 11:00. *“Proiectarea optimă și rezistență a clădirilor multifamiliale în viitoarele scenarii climatice”, Matteo Bilardo, Maria Ferrara și Enrico Fabrizio, Torino, Italia.*

Ora 11:15. *“Tehnologia grilă-explorarea potențialului și flexibilității unei pompe de căldură și al unui sistem de stocare a energiei termice”, Christoph Schellenberg, Laurențiu Dimache și John Lohan, Galway, Irlanda.*

Ora 11:30. *“Influența efectului combinat al curentului și asimetriei radiației termice asupra performanței umane”, Balázs András-Tövissi, László Kajtár și Pawel Wargocki, Budapesta, Ungaria.*

Ora 11:45. *“Decarbonizare: efortul de salvare”, Birol Kilic, Ankara Turcia*

Ora 12:00. *“Transferul termic și impactul asupra mediului a sistemelor moderne de fațade”, Adrian Ciutina ș.a. Timișoara, România*

Sala D-06-10 Moderatori: Raluca Teodosiu, Elina Himpe, Silvana Brata

Ora 10:30. *“Evaluarea eficienței energetice a unei clădiri universitare publice din sudul Braziliei”, Jayne Garcia, Layane Santos de Souza, Manuela Bazzani Kretzer, Marina Rupp da Silva, și Ana Mirthes Hackenberg.*

Ora 10:45. *“Interacțiunea GEOTABS și a sistemelor de încălzire și răcire secundară în clădirile hybridGEOTABS: către o metodologie de dimensionare”, Mohsen Sharifi ș.a. Ghent University, Belgia.*

Ora 11:00. *“Parametrii care influențează probabilitatea economiilor mai mici de energie decât cele așteptate - o analiză a consumului de energie pre- și post-renovare a 90.000 de case renovate în Olanda”, Paula van den Brom, Arjen Meijer și Henk Visscher, Delft, Olanda.*

Ora 11:15. *“Forme și materiale de construcție tradiționale și contemporane pentru temperaturi de aer în interior și în aer liber pentru dezvoltare durabilă în Okigwe, Nigeria”, Marcellinus Okafor și Ikechukwu Onyegiri, Owerri, Nigeria.*

Ora 11:30. *“Proiectul H2020 GEO4CIVHIC (cele mai ușoare, eficiente și cu cost redus sisteme geotermale pentru modernizarea clădirilor civile și istorice)”, Michele De Carli ș.a., University of Padua, Italia.*

Ora 11:45. *“Elaborarea chestionarului și aplicarea lui la contribuția de cunoaștere a certificatului LEED de aplicare în Brazilia, pe baza studiilor de caz”, Clélia Mendonça de Moraes, Araraquara, Brazilia.*

Ora 12:00. *“Noua metoda de creștere a eficienței clădirii”, Andrei Preda și Răzvan-Ștefan Popescu, Constanța, România.*

Sala D-06-13 Moderatori: Targo Kalamees, Margherita FinMORE, Ioan Silviu Doboși



Dr. ing. Ioan Silviu Doboși

Ora 10:30. *“Anvelopă dublă potrivită pentru clima mediteraneană în clădiri de școală - sala de gimnastică”*, Margherita Finamore, Pesaro, Italia.

Ora 10:45. *“Strategia optimă de operare pentru sistemul HVAC de metrou în sezoanele de tranziție”*, Yue Zhang ș.a., Wuxi, China.

Ora 11:00. *“Reabilitarea energetică al unei singure case familiale”*, Imrich și Dusan Petrás, Bratislava, Slovacia.

Ora 11:15. *“Conservarea energiei prin reabilitarea termică a clădirilor”*, Imrich Sánka și Dusan Petrás, Bratislava, Slovacia.

Ora 11:30. *“Proprietarii de case “deciziile pentru renovări de energie - etapele critice și sursele de informații”*, Shima Ebrahimigharehbaghi ș.a. Delft, Olanda.

Ora 11:45. *“Un studiu de caz pe scară largă pentru clădirii de birouri existente în Beijing, aproape zero energie”*, Fei Lu ș.a. Beijing, China.

Ora 12:00. *“Renovarea clădirilor de apartamente cu panouri modulare prefabricate”*, Kalle Kuusk, Peep Pihelo și Targo Kalamees, Tallinn, Estonia.

Ora 12:15. *“Un algoritm de luare a deciziilor pentru durabilitatea energo-economică și eficiență în clădiri: un*

studiu de caz în Turcia”, Derya Kışla Tekin, Levent Çolak și Birol Kılık, Ankara, Turcia.

La ora 14:00 a avut loc Sesiunea Planară în Aula Bibliotecii Naționale.

Moderatori: Sorin Burchiu, Președinte CLIMA 2019 & AIIR, Ioan Silviu Doboși, Sponsor CLIMA 2019 & Președintele Comitetului Expoziției, Ilinca Năstase, Președintele Comitetului Științific CLIMA 2019, Cătălin Lungu, Vicepreședinte RHVA & Președintele Comitetului de Organizare CLIMA 2019, Frank Hovorka, Președinte REHVA.

A avut loc ceremonia de **PREZENTARE și ACORDARE A PREMIILOR DAIKIN;**

- Ceremonia de acordare a premiilor la **CONCURSUL STUDENȚESC REHVA;**

- Ceremonia de acordare a premiilor la **CONCURSUL STUDENȚESC HEVAC;**

- Acordarea de diplome și distincții a **ASOCIAȚIEI INGINERILOR DE INSTALAȚII DIN ROMÂNIA.**

- Cuvinte de salut și de felicitare din partea personalităților din țară și străinătate.

La sfârșitul **CONGRESULUI CLIMA 2019** a avut loc un concert de închidere a Lucrărilor CONGRESULUI.

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. Nicolae MIRA

Beton activat termic cu dale integrate cu materiale cu schimbare de fază

Renars Millers, renars.millers@gmail.com; Arturs Lesinskis, Institute of Heat, Gas and Water Technology, Riga Technical University, Kalku street 1, Riga, LV-1658, Latvia

Aleksandrs Korjakins, Institute of Materials and Structures, Riga Technical University, Kalku street 1, Riga, LV-1658, Latvia

As building codes are pushing towards higher energy efficiency and the arrival of nearly Zero Energy Building (nZEB) requirements for all new buildings are just around the corner the need for alternative, high efficiency heating and cooling solutions for nZEB's is greater than ever. Also as experience with renewable energy sources has proven the energy demand and energy generation rarely overlaps and it does not allow to fully utilise some renewable energy sources. This is a simulation study that focuses on integrated cooling and energy storage system utilising phase-change materials (PCM). Several types of thermally activated slabs with different PCM thicknesses were simulated in order to find the most optimal PCM thickness with melting point temperature that can support passive cooling methods based on adiabatic cooling principles. Two calculation tools were used for the study – IDA ICE 4.8 and U-NORM 2012-2 to calculate the properties of the slabs and potential of application in well insulated residential building in Baltic climate. The results showed that the optimal thickness for thermally activated PCM layer (large flat containers) range from 25 mm to 90 mm, and for layers with no thermal activation – 180 mm and more. Moreover the results show that apart from energy storage the thermally activated panel can increase thermal comfort conditions.

Coduri de construcție impun o eficiență energetică mai mare și atingerea cerinței de aproape Zero Energy Building (nZEB) pentru toate clădirile noi sunt doar în jurul valorii de colt, nevoia alternativă, de încălzire și de răcire de înaltă eficiență este mai mare ca oricând pentru soluțiile de nZEB. De asemenea, ca urmare a experienței cu sursele regenerabile de energie sa dovedit că rareori se suprapune cererea de energie și generarea de energie și nu permite utilizarea pe deplin a unelor surse regenerabile de energie. Acesta este un studiu de simulare, care se concentrează pe sisteme integrate de răcire și de stocare a energiei care utilizează materiale cu schimbare de fază (PCM). Au fost simulate mai multe tipuri de dale activate termic, cu grosimi diferite de PCM pentru a găsi grosimea optimă cu temperatura punctului de topire, care poate suporta metode de răcire pasivă bazate pe principii de răcire adiabatică. Două instrumente de calcul au fost utilizate pentru studiu - IDA ICE 4.8 și U-Norm 2012-2 pentru a calcula proprietățile dalelor și potențialul de aplicare în clădiri rezidențiale bine izolată în clima Baltică. Rezultatele au aratat ca grosimea optima pentru stratul de PCM activat termic (containere mari plane) variază de la 25 mm până la 90 mm, iar pentru straturi fără activare termică - 180 mm și mai mult. Mai mult, rezultatele arată că în afară de stocare a energiei panoul activat termic poate mări condiții de confort termic.

1 Introducere

În zilele noastre, sistemele de răcire sunt din ce în ce mai răspândite în sectorul clădirilor rezidențiale din Europa Centrală, precum și din Europa de Nord [1].

În prezent, echipamentele de răcire conduc la un consum de energie de aproximativ 20% la nivel mondial din consumul total de energie pentru construcții. Capacitatea de răcire instalată în lume s-a triplat din 1990, iar energia consumată de echipamentele de răcire se va tripla până în 2050. Cea mai mare creștere a capacității de răcire a fost în sectorul rezidențial [2]. Acest fenomen poate fi explicat prin creșterea cererii pentru un confort termic sporit datorita standardelor de viață, în cele mai multe părți ale lumii [2]. Un alt factor care ar putea crește capacitatea de răcire instalată în viitor este izolarea foarte bună a clădirilor, etanșarea față de aer și schimbările climatice [3].

S-a raportat că clădirile reabilitate și nou construite foarte bine izolate conduc la supraîncălzire chiar și în țările nordice, datorită aporturilor de căldură interne și externe [4]. Supraîncălzirea poate avea loc în zilele însorite aproape independent de temperatura aerului exterior. Elemente de construcții activate termic din clădiri cum ar fi plăci cu materiale cu schimbare de fază integrate (MSF)

pot ajuta pentru a rezolva această problemă într-un mod inteligent prin compensarea acumulării de căldură în camere, de preferință, prin acumularea de energie spre a fi utilizată mai târziu sau extrasă din clădire prin mijloace pasive. Același sistem de dală activată termic poate fi folosit pentru a sprijini sistemele de încălzire pasive sau să stocheze energia termică, cu scopul de a utiliza rate mai mici de energie electrică în timpul nopții sau la vârfurile de producție a energiei fotovoltaice (PV).

Numeroase studii au arătat eficacitatea punerii în aplicare a diferitelor structuri MSF. Eficacitatea raportată a implementării MSF în diferite structuri de reducere a temperaturii maxime de la 1 ° C până la 4 ° C [5, 6, 7, 8]. Cu toate acestea cele mai multe studii se concentrează asupra MSF micro-capsulate și macro-capsulat cu nici o activare termică. De asemenea, multe dintre studii au menționat probleme cu solidificarea straturilor de MSF după perioade calde [9, 5, 10].

Temperaturile optime de topire pentru MSF integrate în construcție sunt cuprinse în intervalul de la 21 ° C până la 26 ° C pentru sistemele pasive [7, 11, 12].

Acest studiu se concentrează pe opțiunile de utilizare a plăcilor prefabricate din beton activate termic cu integrare

de MSF (panou prefabricat din beton de forma container plat) pentru creșterea confortului termic și a eficienței energetice în clădiri rezidențiale bine izolate în clima Baltică. Scopul studiului este punerea în aplicare a MSF, mai degrabă decât materialele în sine, astfel, că nu a fost ales un MSF specific pentru acest studiu.

Scopul principal al studiului este de a utiliza MSF pentru a sprijini tehnici de răcire pasivă, cum ar fi de răcire liberă și răcire adiabetică. Acest studiu s-a axat pe următoarele obiective:

- Pentru a investiga aplicarea unui MSF cu temperatura ~ 23 ° C, la schimbarea de fază care poate susține răcirea pasivă la temperaturi ridicate bazate pe principiile de răcire adiabetică;
- Pentru a găsi grosimea optimă a stratului de MSF pentru a uniformiza aporturile de căldură interne și externe;
- Pentru a modela distribuția temperaturii și a fluxului de căldură în panoul de beton activat termic.

2 Metodologie

2.1 Software

A fost utilizat IDA ICE 4.8 pentru modelarea echilibrului energetic și interacțiunea cu construcțiile activate termic și a sistemelor mecanice. U-NORM 2012 a fost utilizată pentru a modela distribuția temperaturii și a fluxului de căldură în dale activate termic pentru calibrarea modelului de simulare.

2.1.1 Modelul de simulare

A fost utilizat un model de simulare pentru o singură zonă pentru a genera mai multe cazuri de simulare cu diferite opțiuni de plăci și orientări de fațadă. Reprezentarea vizuală a modelului de simulare este prezentat în Figura 1. Datele de intrare de simulare generalizată este ilustrată în tabelul 1.

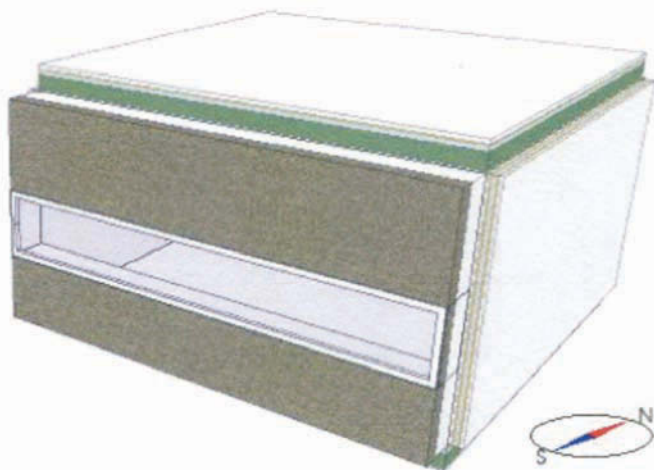
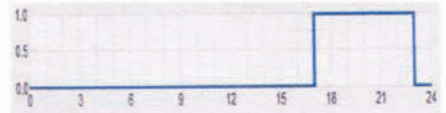
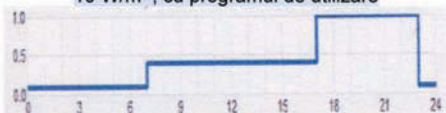


Fig. 1. Modelul de simulare pentru o singură zonă, utilizat pentru studiu


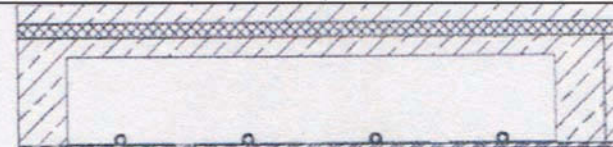
Table 1. Simulation input data




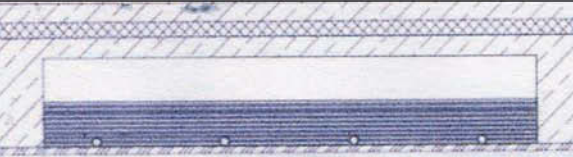
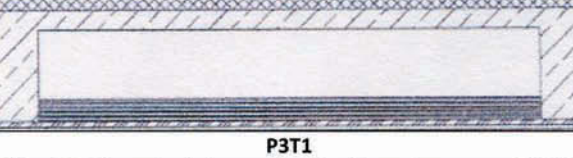
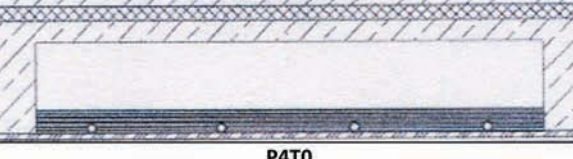

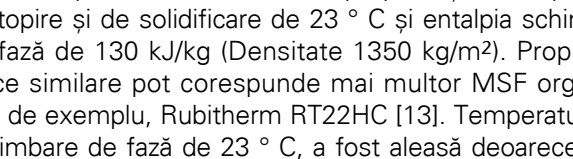
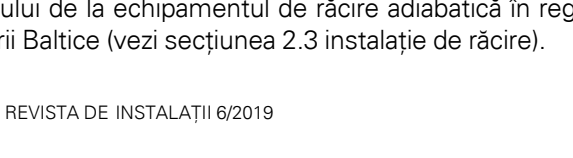
Locația	56.97 N 24.07 E
Dimensiuni Zonă	5,0 x 5,0 x 2,6 m (L x l x h)
Suprafața	25 m ²
Orientare	N,S,V,E (4 scenarii de orientare)
Valoarea U perete exterior	0,13 W/m ² ·K
Vitrare	30% din suprafața fațadei
Valoarea U pentru vitrare	1,0 W/m ² ·K
Valoarea G pentru vitrare	0,5
Rata de ventilare	45 m ³ /h (1,8 m ³ /h·m ² suprafața pardoselii)
Infiltrația	0,05 l/n
Date climatice	Vremea internațională pentru calculul energiei (IWEK 2,264220; Riga)
Aportul de căldură de la iluminat	7 W/m ² , cu programul de utilizare 
Aportul de căldură de la ocupanți și echipamente	10 W/m ² , cu programul de utilizare 

2.1.2 Scenariile de plăci modulate

Pentru fiecare scenariu de orientare au fost generate diferite sub-scenarii conținând diferite opțiuni de plăci cu sau fără activare termică precum și cu și fără straturi de MSF de grosimi variind de la 15 mm la 180 mm. Sa presupus că MSF ar fi un container cu un circuit hidraulic încorporat. A se vedea tabelul 2 pentru diferite opțiuni de plăci.

Tabel 2. Subscenarii ale diferitelor opțiuni de date

POTO
Cazul de bază – panou obișnuit fără MSF și activare termică (Straturi începând de sus: 40 mm șapă, 30 mm izolație, panou prefabricat din beton, 180 mm strat de aer, placă de ghips 13 mm)

POT1
La fel ca POTO dar cu circuit integrat de răcire dimensionat pentru 100 W/m ²

P1TO
Straturi începând de sus 40 mm șapă, 30 mm izolație, panou prefabricat din beton, 180 mm container cu MSF, placă de ghips 13 mm


P1T1
La fel ca P1T0 dar cu circuit integrat de răcire dimensionat pentru 100 W/m ²

P2T0
Straturi începând de sus: 40 mm șapă, 30 mm izolație, panou prefabricat din beton, 90 mm strat de aer, 90 mm container cu MSF, placă de ghips 13 mm

P2T1
La fel ca P2T0 dar cu circuit integrat de răcire dimensionat pentru 100 W/m ²

P3T0
Straturi începând de sus: 40 mm șapă, 30 mm izolație, panou prefabricat din beton, 135 mm strat de aer, 45 mm container cu MSF, placă de ghips 13 mm

P3T1
La fel ca P3T0 dar cu circuit integrat de răcire dimensionat pentru 100 W/m ²

P4T0
La fel ca P3T0 dar cu 25 mm container cu MSF

P4T1
La fel ca P4T0 dar cu circuit integrat de răcire dimensionat pentru 100 W/m ²

P5T0
La fel ca P4T0 dar cu 15 mm container cu MSF

P5T1
La fel ca P4T0 dar cu circuit integrat de răcire dimensionat pentru 100 W/m ²

MSF aplicat are următoarele proprietăți fizice: punctul de topire și de solidificare de 23 ° C și entalpia schimbării de fază de 130 kJ/kg (Densitate 1350 kg/m²). Proprietăți fizice similare pot corespunde mai multor MSF organice noi, de exemplu, Rubitherm RT22HC [13]. Temperatura de schimbare de fază de 23 ° C, a fost aleasă deoarece este suficientă pentru a susține reducerea temperaturii circuitului de la echipamentul de răcire adiabetică în regiunea Mării Baltice (vezi secțiunea 2.3 instalație de răcire).

2.2 Proprietăți termice ale dalelor

Thermal modelling in U-NORM was used to determine heat transfer coefficients for cooling circuits according to EN 15377-1 [14]. The modelled heat transfer coefficient is 0.32 W/m²K for the upward direction and 4.1 W/m²K for the downward direction in the P1T1 case, for visual representation see Figure 2.

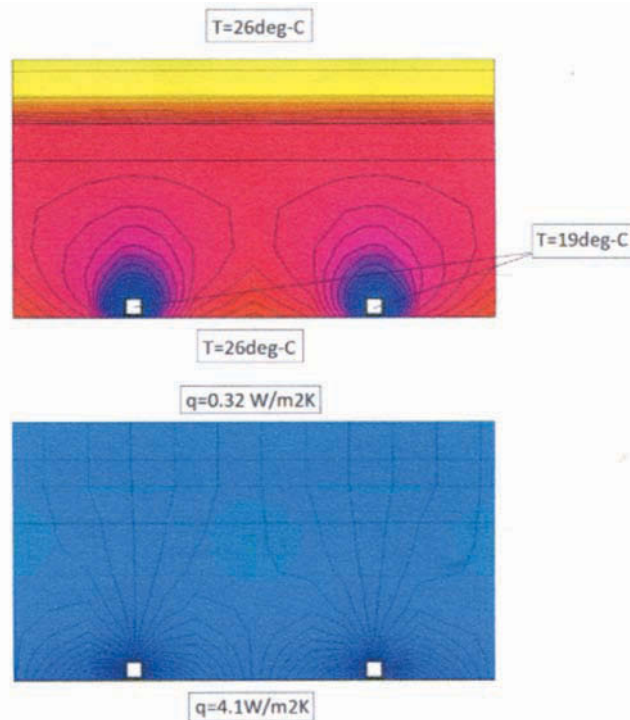


Fig. 2. Reprezentarea vizuală a temperaturii (imaginea de sus) și a fluxului specific de căldură (imaginea de jos) pentru cazul panoului P1T1.

2.3 Instalația de răcire

Deoarece temperatura aerului exterior cu bulb umed în Europa de Nord rareori depășește 20 ° C (vezi Tabelul 3) sistemele de răcire adiabetică au un potențial ridicat atunci când sunt combinate cu răcire la temperatură ridicată și acumulare de căldură de MSF. Pentru acest studiu a fost selectată o instalație de răcire numai cu sistem de răcire adiabetică pentru a raporta rezultatele care pot fi realizate cu mijloace pasive de răcire.

Tabel 3. 1% Depășirea anuală cu 1% a temperaturii ale aerului exterior cu bulb umed în diferite orașe din regiunea Mării Baltice [15]

Orașul	Temperatura aerului exterior cu bulb umed (BU) corespunzătoare depășirii anuală cu 1%
Riga	20,4 °C
Talin	19,0 °C
Helsinki	19,4 °C
Stocholm	18,8 °C

3 Rezultate

3.1 Circuitul de răcire

Simularea cu IDA ICE 4.8 a fost efectuată pe 48 de cazuri pentru diferite zone de orientare și de dale. Rezultatele arată că răcirea adiabatică poate realiza temperatura de tur în circuitul de răcire de 19 ° C timp de 8449 ore pe an și numai 311 ore de răcire mecanică. A se vedea figura 3.

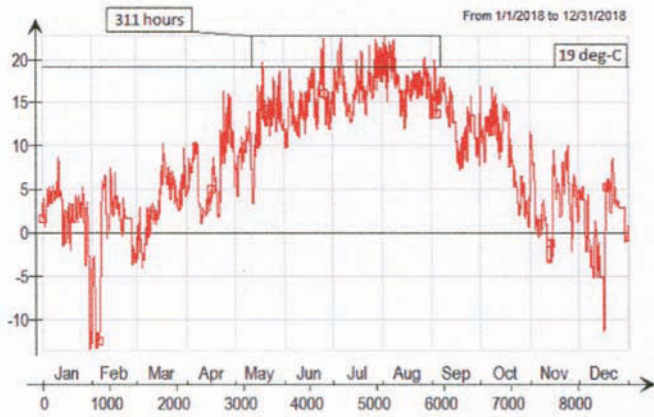


Fig. 3. Temperatura de răcire de alimentare a circuitului de la echipamentul de răcire adiabatică (temperatura de alimentare este cu 2 ° C mai mare decât temperatura aerului exterior BU)

3.2 Grosimea stratului de MSF

Rezultatele arată că clădirile fără niciun circuit de răcire și fără MSF pot să se supraîncălzească (a se vedea figura 4). Prezența stratului de MSF fără niciun circuit de răcire oferă doar o ușoară îmbunătățire de aproximativ 2 ° C (care este în concordanță cu alte studii [7, 8]) temperatura maximă este mai scăzută, deoarece cea mai mare parte a anului MSF este într-o stare lichidă, fără potențial de respingere a energiei termice și se solidifică (a se vedea figura 6). Probleme similare au fost raportate în alte studii [5, 9, 10]

Toate scenariile fără un circuit de răcire, indiferent de grosimea MSF au condus la 2600-5900 ore anuale cu temperatura operativă peste 27 ° C. Acest lucru nu poate fi considerat climat interior confortabil. Introducerea unui circuit de răcire oferă o îmbunătățire benefică. Zonele cu orientare Vest cu un circuit de răcire și fără MSF s-au comportat mai bine prin atingerea temperaturii maximă operativă interioară de ~ 29 ° C față de zonele orientate nord cu strat MSF de 180 mm și fără circuit de răcire, la care temperatura maximă operativă interioară a atins ~ 33 ° C. Pentru zonele cu orientare nord temperaturi operative sub 27 ° C pot fi atins pe tot parcursul anului.

Cele mai bune scenarii performante au fost cele cu un strat de MSF și un circuit de răcire la care temperaturile maxime operative într-o simulare pe un an întreg au variat de la 25,5 ° C la 28,3 ° C. Figura 5 prezintă numărul de ore pe an, în care temperatura operativă depășește 27 ° C (prag categoria III conform EN 15251 [16]) pentru grosimi

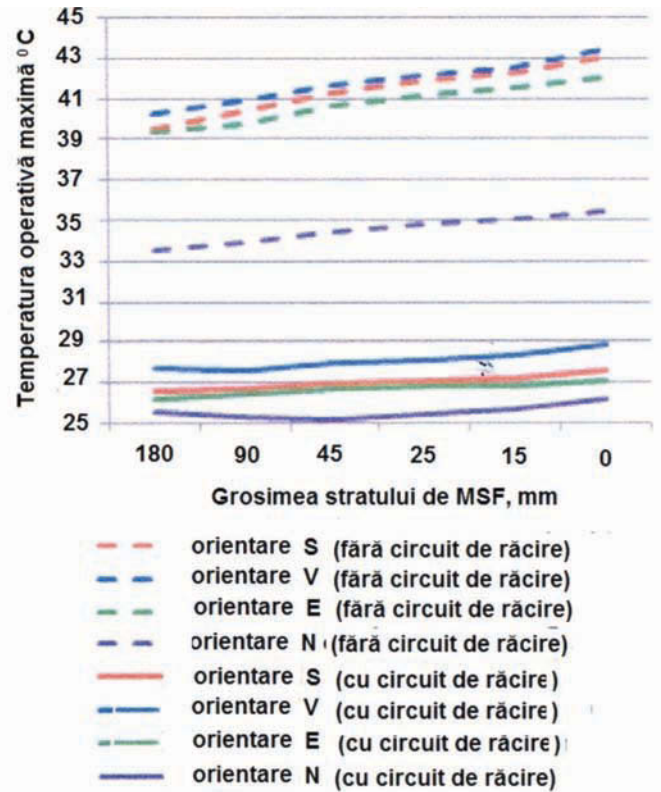


Fig. 4. Temperatura maximă operativă atinsă în timpul unei simulări pe un an întreg

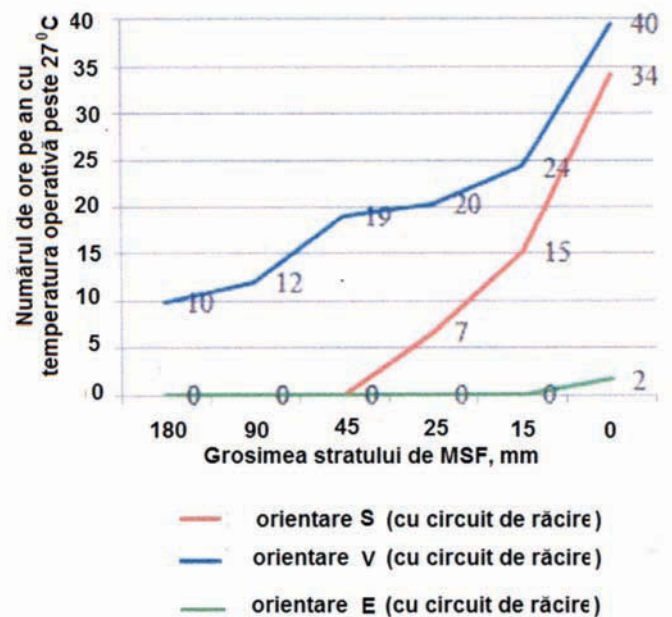


Fig. 5. Number of hours per year with operative temperature exceeding 27°C

diferite de MSF și cu un circuit de răcire. Cu o grosime de 45 mm de MSF și cu un circuit de răcire, temperaturile operative interioare de 27 ° C pot fi atins pe tot parcursul anului pentru toate orientările cu excepția orientării Vest, la care depășirile sunt de ~ 19 ore pe an.

În cazurile în care nu există circuit de răcire, MSF este în stare lichidă pentru mai mult de 5000 de ore pe an. Numărul de ore în care are loc schimbarea de fază (și, de

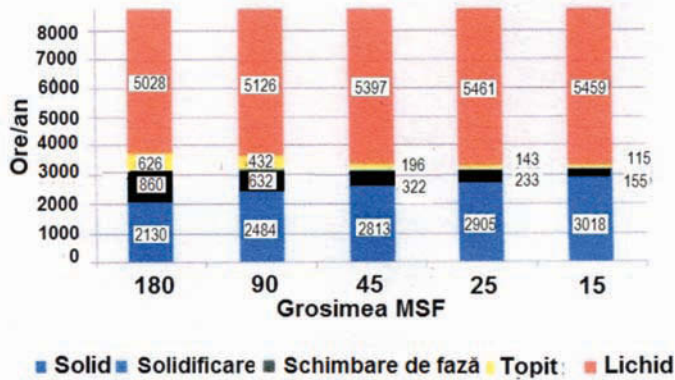


Fig. 6. Pentru orientare S cu MSF de diferite grosimi și fără circuit de răcire

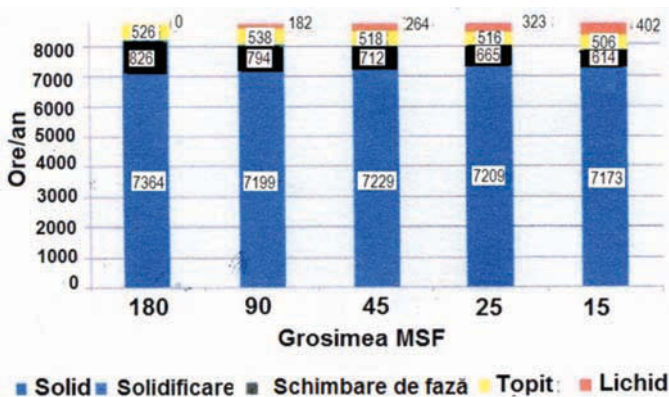


Fig. 7. Pentru orientare S cu MSF de diferite grosimi și cu circuit de răcire

De asemenea, transferul de energie) se produce prin creșterea grosimii de MSF. Acest lucru poate fi observat în Figura 6.

Din figura 7 se poate observa că perioadele de schimbare de fază sunt mult mai severe în cazul unui circuit de răcire. De asemenea, acestea sunt mai puțin dependente de grosimea stratului de pe MSF. În figura 7 și 8 se poate observa că cea mai mare parte a anului MSF este în stare solidă și schimbarea de fază are loc mai ales în sezonul de vară. În jur de 260 de ore pe an MSF este în stare lichidă din cauza temperaturilor exterioare (cu bulb umed) ridicate (vezi Figura 3). Dacă grosimea stratului de MSF este crescută, la 180 mm starea lichidă nu apare deloc. Pentru dale cu straturi MSF dar fără activare termică grosimea optimă nu este cuprinsă între 15 mm și 180 mm, deoarece eficiența procesului continuă să crească chiar și după grosimea de 180 mm.

Se poate trage concluzia că, dacă stratul MSF nu este activat termic, eficiența sistemului este mai dependentă de grosimea MSF. De asemenea, schimbarea de fază are loc numai în

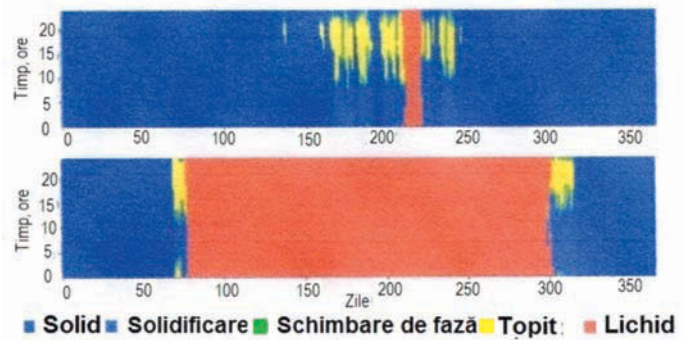


Fig. 8. Pentru orientare S cu 45 mm MSF cu circuit de răcire (imaginea de sus). Fără circuit de răcire (imaginea de jos)

timpul sezonului de toamna și primăvara ceea ce face MSF inutil în sezonul de vară (a se vedea figura 8).

Grosimea optimă a MSF pentru dale activate termic poate varia de la 25 mm până la 90mm în funcție de orientarea. La grosimi MSF dincolo de 90 mm, apare o îmbunătățire relativ mică, având în vedere o creștere semnificativă a grosimii. Pentru orientare S și panoul activat termic scenariul cu MSF de 25 mm grosime s-a dovedit a fi suficientă pentru a obține 8760 de ore pe an categoria III Comfort și 6821 ore de categoria I Comfort conform standardului EN-15251 [16] (a se vedea figura 9).

Concluzii

După lucrările de cercetare efectuate se poate concluziona că, pe baza datelor climatice (în special temperaturile anuale BU) ale diferitelor orașe din regiunea baltică, este potrivit punctul de topire a MSF de 23 ° C pentru utilizarea în sisteme care utilizează răcire adia-

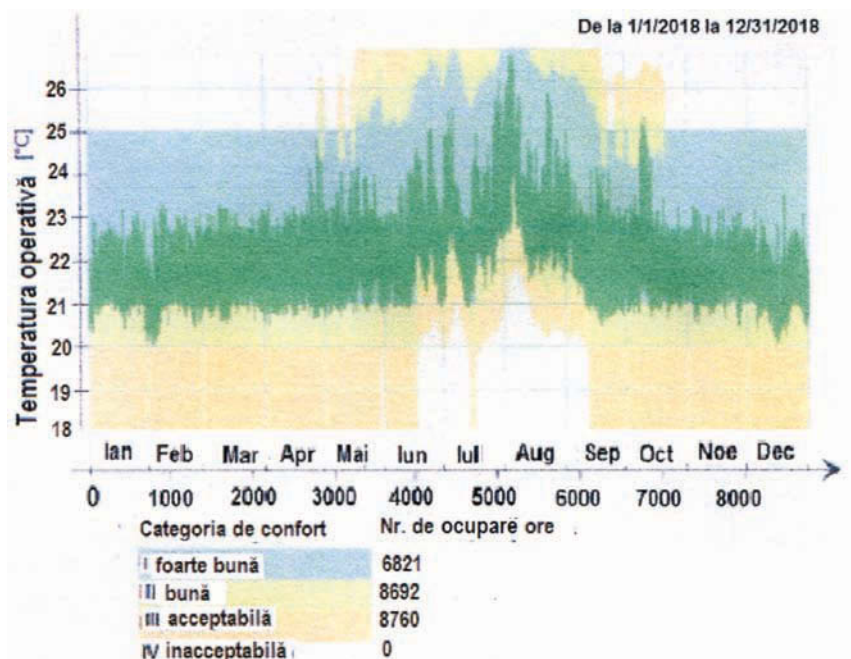


Fig. 9. Distribuția gradului de ocupare oră în funcție de categoria de confort (EN 15251 [16]). Pentru orientare sud în cazul panoului P2T1.

batică pentru răcire de înaltă temperatură și de regenerare a straturilor de MSF, care sunt utilizate în structuri de construcții. Temperatura punctului de topire la aceste MSF este în concordanță cu temperaturile raportate în alte studii [11]. Într-un climat tipic la Riga (Letonia) și sistem de răcire adiabetică se poate ajunge la temperatura de tur sub 19 ° C, timp de aproximativ 8450 de ore pe an existând doar o perioadă de aproximativ 300 ore, unde temperatura apei de alimentare nu poate fi satisfăcută cu mijloace pasive.

Grosimea optimă a stratului de MSF poate varia în funcție de orientare și dacă stratul PCM este activat termic. Grosimea optimă a stratului de MSF activată termic este cuprinsă între 25 mm și 90 mm, un strat de 180 mm oferă o performanță puțin mai bună, dar cu o

cheltuială dublată, care ar fi imposibil de acceptat pentru majoritatea aplicațiilor. Grosimea optimă a straturilor de MSF fără activare termică este de 180 mm și creșterea eficienței care rezultă din mărirea grosimii stratului MSF sunt nepractice.

Fluxul de căldură modelat într-o placă activat termic cu container MSF a fost ~ 4.4 W/m²·K la 26 W/m² putere de răcire pentru o diferență de temperatură medie de 6 K, dar circuitul de răcire trebuie să fie dimensionat pentru o capacitate mai mare pentru a regenera în mod corespunzător MSF.

Srijinul financiar al proiectului a fost Fondul European de Dezvoltare Regională Nr.1.1.1.1 / 16 / A / 007 „Un nou concept pentru clădiri durabile și aproape de zero-energie” isacknowledged

Bibliografie

1. A. Dengel, M. Swainson, D. Ormandy, V. Ezratty, Document de orientare: Supraîncălzirea în locuințe,, Building Research Establishment (2016)
2. Agenția pentru Energie Watford Internațional, Viitorul răcirii (2018)
3. M . Auzeby, S. Wei, C. Underwood, C.Chen, H. Ling, S. Pan, B. Ng, J. Tindall, R. Buswell, Folosind materiale cu schimbare de fază, pentru a reduce problemele de supraîncălzirii clădirilor rezidențiale din Marea Britanie, Energy Procedia , 105, 4072-4077 (2017)
4. B. Aebischer, G. Henderson, M. Jakub, G. Catenzzi, Impactul schimbărilor climatice asupra confortului termic, de încălzire și de răcire □i a cererii de energie în Europa, ECEEE Studiu vara anului 2007, de economisire a energiei -Doar DO IT !, 859-870, (2007)
5. C. Voelker, O. Kornadt, M. Ostr, Reducerea temperaturii ca

urmare a aplicării de materiale cu schimbare de fază, Eneria □i clădirile, 40, 937-944, (2008)

6. X. Shi, SA Memon, W. Tang, H. Cui, F. Xing, Evaluarea experimentală a poziției materialelor cu schimbare de fază încapsulate în pereții de beton la niveluri de temperaturi interioare și de umiditate, Energia și clădirile, 71, 80-87, (2014)

7. G. Zhou, Y. Yang, X. Wang, S. Zhou, Analiza numerică a efectului plăcilor de material cu schimbare de fază într-o clădire combinată cu o ventilație de noapte, Energie aplicată , 86, 52-59, (2009)

8. A. Castell, I. Martorell, M. Medrano, G. Pérez, LF Cabeza. Studiul experimental folosind MSF în pere□i din cărămidă, soluții constructive pentru răcire pasivă, Energie și clădiri, 42 , 534-540, (2010)

9. P. Arce, C. Castellón, A. Castell, LF Cabeza, Utilizarea MSF microîncapsulat în clădiri și efectul adăugării de copertine, Energie și clădiri, 44, 88-93, (2012)

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**

Analiza confortului termic asigurat de suprafețele radiante



Ș. I. dr. ing. George DRAGOMIR, Ș. I. dr. ing. Alin A. BREZEANU,
Universitatea Transilvania din Brașov – Facultatea de Construcții.

The use of heating/cooling systems that use low temperatures for heating that are higher for cooling knows a much broader spread over the last period of time. Their ability to secure thermal comfort is an important factor for a widespread of them.

1. Introducere

În general, crearea unui mediu confortabil în clădiri necesită realizarea confortului termic, confortului vizual, confortului acustic și o calitate bună a aerului [1].

Confortul vizual, acustic și calitatea aerului asigurate de sistemele de încălzire/răcire prin radiație, nu sunt tratate în această lucrare, deși reprezintă probleme importante pentru clădirile dotate cu astfel de sisteme. Confortul termic este o noțiune subiectivă, definită printr-un cumul de senzații și este asigurat de totalitatea factorilor ce influențează starea termică resimțită de ocupantul unei incinte, de aceea o definiție universală a acestei noțiuni este dificil de dat [2]. Definiția prevăzută de standardul american ASHRAE 55 explică confortul termic ca fiind o noțiune subiectivă corelată cu starea de bine fizic și psihologic în acord cu mediul înconjurător.

Pentru proiectarea și evaluarea funcționării clădirilor cu sistemele de răcire/încălzire radiante, pentru care este bine cunoscut faptul că temperatura aerului interior variază pe parcursul unei zile [3] și [4] este important să se stabilească parametri adecvați de evaluare a confortului termic.

2. Metodologia de calcul

În această lucrare confortul termic asigurat de suprafețele radiante de încălzire/răcire a fost evaluat în conformitate cu ASHRAE 55 și ISO 7730 [5] prin intermediul a trei parametri: temperatura operativă, PMV - Votul Mediu Previzibil (Predicted Mean Vote) și PPD - procentul de persoane nemulțumite (Predicted Percent of Dissatisfaction).

PMV este un indice care reprezintă opinia medie a unui grup important de persoane ce își exprimă votul privind senzația termică în raport cu o scală de valori a opțiunilor de senzație termică medie. Această scală are atribuite următoarele valori: pentru senzația de foarte rece -3, de

rece -2, răcoros -1, neutru -0, călduț 1, cald 2 și foarte cald 3.

Determinarea indicelui PMV se poate realiza cu ajutorul relației ecuației din ISO7730 [5]

$$PMV = (0,303 \cdot e^{-0,036M} + 0,028) \cdot \{(M - W) - 3,05 \cdot [5,73 - 0,007 \cdot (M - W) - p_a] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] - 0,0173 \cdot M \cdot (5,87 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) - 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{ci} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_{mr} + 273)^4] - f_{ci} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a)\} \quad (5.2)$$

unde: t_{cl} se calculează cu relația:

$$t_{cl} = 35,7 - 0,0275 \cdot (M - W) - I_{Cl} \cdot \{(M - W) - 3,05 \cdot [5,73 - 0,007 \cdot (M - W) - p_a] - 42,0 \cdot [(M - W) - 58,15] - 0,0173 \cdot M \cdot (5,87 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a)\} \quad (5.3)$$

unde:

M - Căldura produsă prin metabolism [W],

W- Fluxul de energie consumat de om pentru realizarea unei activități [W],

p_a - presiunea vaporilor de apă [mm Hg],

f_{ci} - factorul îmbrăcăminte (indică creșterea relativă de căldură a corpului în raport cu corpul neîmbrăcat),

t_{cl} - temperatura corpului uman [°C],

t_a - temperatura mediului ambiant [°C],

t_{mr} - temperatura radiantă medie [°C],

h_c - coeficientul transferului convectiv de căldură [Wm²/°C],

I_{Cl} - gradul de izolare (rezistența termică) a îmbrăcăminte (indică, în general, capacitatea de a reduce transferul de căldură).

Asociat acestui parametru este indicele PPD (Predicted Percent of Dissatisfaction) ce indică procentul ocupanților unei incinte aflați în disconfort termic (Fig. 1.)

PPD anticipează, pentru un grup important de persoane, procentul celor susceptibili de a avea senzația de prea cald sau prea rece. Acest indice poate fi determinat cu ajutorul relației 5.3.

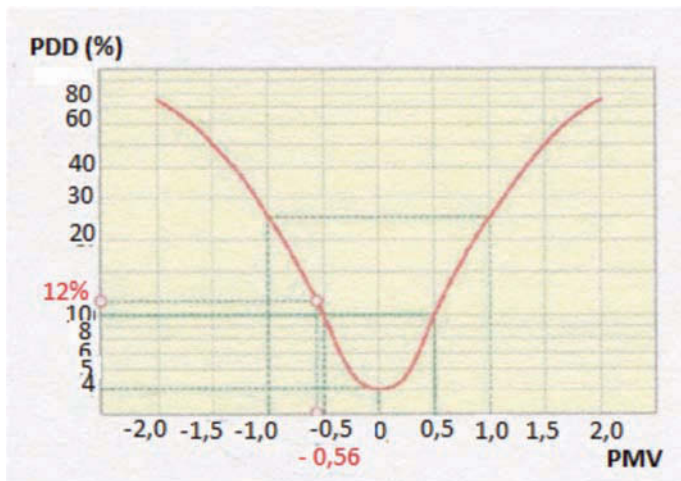


Fig. 1. Relația între procentajul de persoane nemulțumite de ambianță (PPD) și votul mediu previzibil (PMV)

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{(-0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2175 PMV^4)} \quad (5.3)$$

O valoare de 10% a indicelui PPD corespunde unui interval de valori PMV cuprins între -0.5 și +0.5. Chiar și pentru PMV = 0, aproximativ 5% din ocupanții incintei sunt în disconfort (Fig. 1)

Pentru precizarea condițiilor ambientale în termeni de confort termic se folosesc diferiți parametri (factori). Unii dintre aceștia sunt direcți (temperatura termometrului uscat, temperatura punctului de rouă, temperatura termometrului umed, umiditatea relativă sau presiunea parțială a vaporilor de apă, viteza relativă a aerului), alții sunt derivați (temperatura medie de radiație, temperatura operativă sau de lucru, efortul termic, intensitatea turbulenței aerului sau scara de turbulență). Pentru a putea evalua condițiile ambientale din punct de vedere al confortului asigurat de suprafețele radiante, cel mai utilizat termen este temperatura operativă.

Temperatura operativă reprezintă temperatura aerului și cea distribuită uniform pe suprafața unei anvelope imaginare cu care o persoană va schimba aceeași cantitate de căldură prin radiație și convecție ca cea din mediul considerat. Temperatura operativă poate fi determinată cu relația:

$$T_a = (h_r \cdot t_{mr} + h_c \cdot t_a) / h_r + h_c \quad (5.4)$$

unde:

h_r - coeficientul de transfer termic prin radiație [Wm²/°C]

În normativul european EN ISO 7730 [5] se propun trei categorii sau clase de confort, corespunzând unor exigențe ridicate, medii sau minime: A, B, respectiv C. Ținând cont de activitatea uzuală în diverse tipuri de clădire, se pot defini temperaturile interioare de confort, respectiv vitezele de aer maxime, pentru categoriile de confort desemnate (EN ISO 7730), după cum putem vedea în Tabelul 1.

3. Rezultate

Pentru a evalua confortul termic asigurat de sistemele de încălzire/răcire cu suprafețe radiante, s-a analizat evoluția temperaturii operative și a indicelui PMV și PPD atât pentru sezonul cald, cât și pentru cel rece în Laboratorul de Suprafețe Radiante.

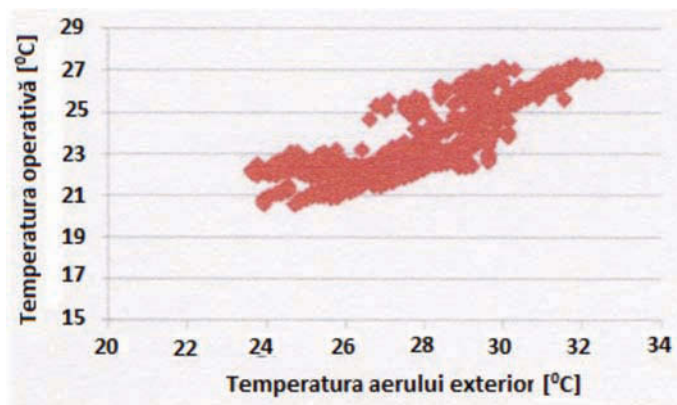


Fig. 2. Valoarea temperaturii operative pe perioada de răcire

Pentru sezonul cald, temperatura operativă a fost menținută în cea mai mare parte a perioadei de funcționare a spațiului, în intervalul de confort termic, după cum reiese și din Figura 2. Valorile temperaturii operative sub 23°C s-au întâlnit în special seara și noaptea, când spațiul nu este utilizat, astfel încât aceste valori nu influențează buna funcționare a acestuia. Doar trei ore din perioada de răcire temperatura operativă a depășit valoarea maximă pentru clădiri de birouri și săli de clasă din categoria C.

Pentru perioada de încălzire sistemele radiante din laboratorul de suprafețe radiante au reușit în cea mai mare parte a timpului să mențină temperatura operativă în limitele recomandate de standardul EN ISO 7730 pentru clădiri de birouri categoria B, după cum se vede și în

Tabel 1. Clase de confort pentru diverse tipuri de clădiri și parametrii interior recomandați

Tip de clădire	Categoria clădirii	Temperatura operativă [°C]		PMV	PPD [%]
		Vară	Iarnă		
Birouri, sala de clasă, sală de conferință	A	24,5± 1,0	22± 1,0	0± 0,2	<6
	B	24,5± 1,5	22± 2,0	0± 0,2	<10
	C	24,5± 2,5	22± 3,0	0± 0,2	<15
Grădinițe	A	23,5± 1,0	22± 1,0	-	-
	B	23,5± 2,0	22± 2,5	-	-
	C	23,5± 2,5	22± 3,5	-	-

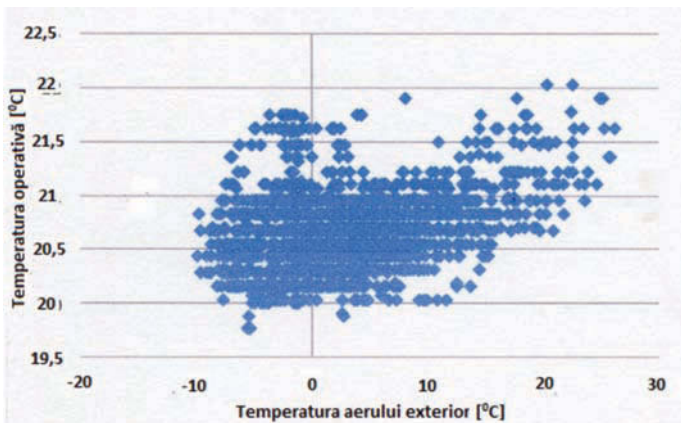


Fig. 3. Valoarea temperaturii operative pe perioada de încălzire

Figura 3. Perioadele de timp când temperatura operativă nu a fost în limitele recomandate a fost foarte mică, doar de câteva ore pe întreg sezonul rece.

Perioada de timp când temperatura operativă a fost mai mică decât cea recomandată este de aproximativ 6 ore și se datorează în special ventilării naturale puternice realizate în acea perioadă.

Pentru calculul indicelui PMV s-a utilizat programul din EN ISO 7730 [5] cât și valorile măsurate în spațiul laboratorului de suprafețe radiante (temperatura aerului interior, temperatura medie de radiație și umiditatea relativă).

Evaluarea evoluției indicelui PMV s-a realizat pentru perioada de timp de la 01.06.2018 până la 24.08.2018 și pentru perioada de funcționare a laboratorului de la ora 7 până la ora 20. S-a considerat că perioadele de timp din afara acestui interval nu sunt relevante pentru studiu. Calculul indicelui PMV și PPD pentru perioada de vară s-a realizat pentru un grad de izolare a îmbrăcăminte cuprins între 0,5 clo și o rată metabolică de 1,2 met.

Scara clo este concepută astfel încât o persoană dezbrăcată are gradul de izolare a îmbrăcăminte de 0 clo, iar una îmbrăcată în costum de haine pentru birou are valoarea de 1 clo (1clo= 0,155 W/m²C).

Rata metabolică are valori cuprinse între 0,8 met (atunci când dormim) până la 10 met în timpul unor activități sportive intense, pentru munca de birou se poate considera valoarea de 1,2 met (1met= 58.15 W/m² de suprafață a corpului uman) [6].

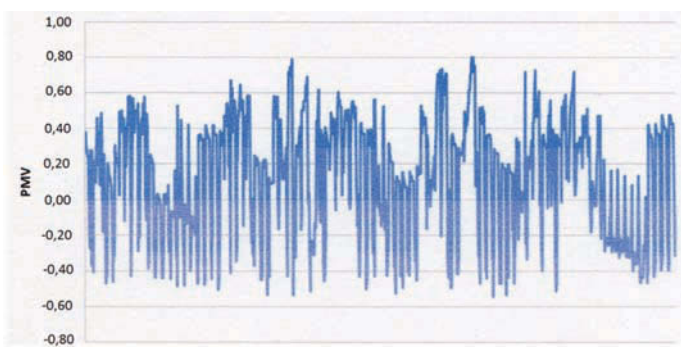


Fig. 4. Variația indicelui PMV pe perioada de răcire (01.06.2018-24.08.2018)

Tendențele, în cazul studierii celor doi indici principali PMV, respectiv PPD, care indică senzația de confort, sunt similare cu rezultatele obținute când s-a analizat evoluția temperaturii operative pe perioada caldă, respectiv rece a anului.

Confortul termic pentru perioada caldă a anului a putut fi menținut în cea mai mare parte a timpului în valorile indicate de normativul EN ISO 7730 pentru săli de clasă categoria B, pentru perioade scurte de timp indicii fiind mai mari.

Conform EN 1521 [7], indicii de confort pot fi depășiți pentru o perioadă de timp mai mică de 5% din totalul timpului de funcționare. Măsurările realizate pe perioada caldă a anului și prezentate în Figura 4., au pus în evidență faptul că, în perioada de timp când indicele PMV a fost în afara intervalului recomandat (-0,5÷0,5), s-au încadrat în condițiile din EN1521.

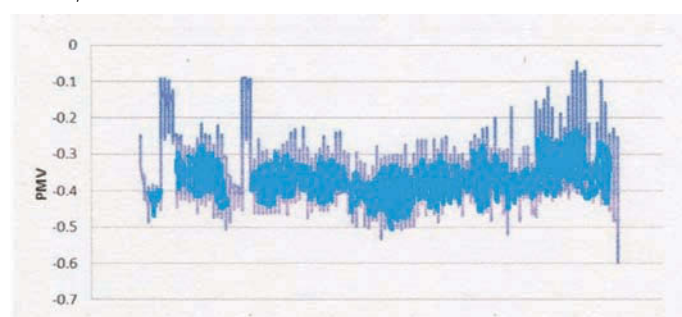


Fig. 5. Variația indicelui PMV pe perioada de încălzire

Analiza evoluției indicelui PMV pentru perioada de încălzire a arătat că acesta s-a menținut în parametrii recomandați de EN ISO 7730 [5] pentru clădiri de birouri și săli de clasă categoria B. Depășirile limitelor maxime și minime impuse de acest standard sunt mult mai rare pentru perioada de iarnă în comparație cu cea de vară.

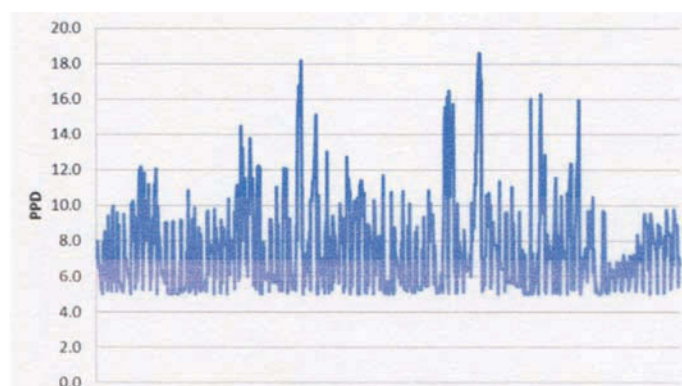


Fig. 6. Variația indicelui PPD pe perioada de răcire

Calculul indicelui PMV s-a realizat pentru o rată metabolică de 1,2 met, și un grad de izolare (rezistența termică) a îmbrăcăminte de 1clo.

Evoluția indicelui PPD pentru perioada de vară este analizată în Figura 6. valoarea indicelui PPD fiind cu două excepții mai mică decât valoarea standardizată pentru săli de clasă categoria C, iar pentru categoria B depășind valoarea standardizată 8% din perioada de funcționare.

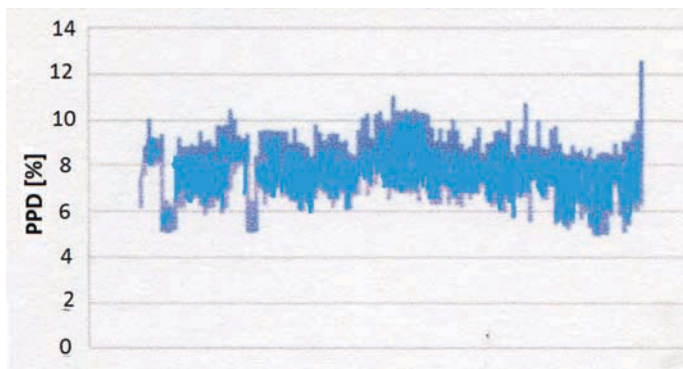


Fig. 7. Variația indicelui PPD pe perioada de încălzire

Pentru perioada de iarnă, fluctuațiile indicelui PPD au fost în intervalul 5-10,35%, cu excepția a trei valori care au depășit acest interval. În această perioadă suprafețele radiante au reușit să mențină indicele PPD în valorile acceptate pentru clădiri de birouri și săli de clasă categoria B. Depășirea valorii maxime acceptată a indicelui PPD (10%) pentru acest tip de clădire a fost de 2% din perioada de încălzire.

4. Concluzii

Sistemul de încălzire/răcire cu suprafețe radiante s-a dovedit a fi eficient pentru temperaturi ale agentului termic de maxim 40 °C pe perioada de încălzire și de

18÷20°C pe perioada de răcire. Temperaturile ridicate ale agentului termic pe perioada de vară pun în evidență faptul că acest sistem poate fi utilizat cu succes împreună cu turnuri de răcire, cu ajutorul schimbătoarelor de căldură amplasate în sol și a pompelor de căldură. Temperaturile scăzute utilizate de sistemul radiant pe perioada de încălzire recomandă acest sistem pentru utilizarea cu energiile regenerabile.

Confortul termic asigurat de sistemul radiant de încălzire/răcire a fost evaluat prin intermediul temperaturii operative și a indicilor PMV și PPD, punându-se în evidență faptul că în cea mai mare perioadă de timp acești parametri au fost în limitele standardelor în vigoare.

Referințe

- [1] Stetiu C, VAV and radiant cooling systems comparison, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2002;
- [5] *** EN ISO 7730 Moderate thermal environments - determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort;
- [6] ***Marketing\Homepage\Gammel%20Homepage\Website\books\therma\ther
- [7] *** EN 15251:2007, Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air



ACI CLUJ S.A.



The way to build on!

5 D 4 Combined radiant ceiling panels with diffuse ventilation – a numerical parametric study of thermal performance

Marie Rugholm Krusaa^{1,2}, Christian Anker Hviid^{1,2}, Jonathan Magnes¹ and Jakub Kolarik¹

¹ Technical University of Denmark, Dept. of Civil Engineering, Brovej building 118, DK-2800 Kgs. Lyngby, Denmark

² Saint-Gobain Nordic and Baltic A/S, Robert Jacobsensvej 62A, DK-2300 Copenhagen S, Denmark

Focus on indoor comfort, energy savings and Near-Zero Energy Buildings (NZEB), and the focus on finding new approaches for heating, cooling and ventilation increases. This paper presents a numerical parametric study of a perforated suspended ceiling with embedded hydronic pipes where the ceiling perforations are used for diffuse ventilation. The investigations focus on the heat transfer coefficient from the ceiling to the room and from the ceiling to the plenum. A suspended gypsum ceiling with embedded pipes was investigated with and without ventilation. The investigations were carried out in the multi-physics simulation program COMSOL with different scenarios of pipe spacing, materials, dimensions, and surface heat transfer coefficients. The objective of the investigations was to identify a number of solutions for a ceiling panel that combines heating, cooling, ventilation and acoustics for future NZEB buildings. The investigations indicate a potential heat transfer increase from the combined ceiling panel of 50-70 %. The increase is mainly due to the increased convective heat transfer in the plenum which heats/cool the ventilation supply air before it enters the occupied zone.

Având în vedere confortul interior, economisirea de energie și de clădirile aproape-Zero Energy (NZEB), crește interesul pe găsirea de noi abordări pentru încălzire, răcire și ventilație. Lucrarea de față prezintă un studiu numeric parametric al unui tavan perforat cu conducte de apă încastrate, în care perforațiile de tavan sunt utilizate pentru ventilația difuză. Anchetele s-a concentrat asupra coeficientului de transfer de căldură de la tavan în cameră și de la tavan la spațiul de deasupra tavanului. A fost investigat un plafon suspendat din gips cu țevi înglobate cu și fără ventilație. Investigațiile au fost efectuate în programul de simulare multi-fizică COMSOL, cu diferite scenarii de distanța dintre conducte, materiale, dimensiuni, și coeficienți de transfer termic de suprafață. Obiectivul investigațiilor a fost de a identifica o serie de soluții pentru un panou de tavan care combină încălzirea, răcirea, ventilația și acustica pentru clădiri viitoare NZEB. Investigațiile indică o creștere potențială a transferului de căldură de 50-70% de la panoul de plafon combinat. Creșterea este, în principal ca urmare a creșterii transferului de căldură convectiv în spațiul de deasupra tavanului care încălzește / răcește aerul de alimentare prin ventilație înainte de a intra în zona ocupată.

1 Introduction.

The international strive to achieve a comfortable indoor environment and increase productivity of building occupants while saving energy has led to increasing demands on novel approaches to heating, cooling and ventilation of buildings. One such novel approach is to combine hydronic radiant ceilings with diffuse ceiling ventilation. Diffuse ceiling ventilation is characterized by using a large perforated surface to supply air to the room. This ventilation concept uses the void between the floor slab and the so-called plenum to create a positive pressure chamber that forces the air through the acoustic perforations and into the room. It allows for air to enter the room at significantly reduced inlet velocity, which seems to impact draught and noise positively [1]. It also simplifies the building process because air terminals and ductwork installation can be disregarded [2]. There are several types of hydronic radiant ceiling systems and they can be separated into three categories [3]: 1. Pipes embedded deep in the main structure (Thermally Active Building Systems, TABS) 2. Pipes isolated from the main structure (radiant surface systems) 3. Radiant heating and cooling panels (pipes suspended from the floor separation slab).

In this paper, the focus will be on the 3 rd option – suspended radiant ceiling system with pipes embedded in the perforated acoustical ceiling panel and suspended from the slab. The radiant ceiling provides a large heat transferring surface in the room that allows heating and cooling to be supplied at temperatures that are close to the room comfort temperature. The hydronic radiant ceiling in combination with diffuse ventilation is a promising option for merging heating, cooling, ventilation and acoustics services in one building component. Previous similar studies have mainly been on combinations with TABS system. One approach of combining TABS with diffuse ventilation was performed by Yu et al. and Zhang et al. [4], [5], but the heat transfer to the room is reduced significantly due to the acoustical perforated ceiling panels covering the TABS slab completely. This has led to the investigation of embedding the pipes in the suspended ceiling, and to start quantifying the thermal performance: can the radiant ceiling provide heating and cooling for the plenum for precooling/heating the ventilation air and for the room below to ensure indoor comfort. Experimental studies by Eriksen & Christiansen [7] and Onsberg & Eriksen [8] showed higher heat transfer from the radiant ceiling

when combined with diffuse ventilation and Krusaa et al. [6] employed the principle in a simulation study that proved adequate indoor comfort and significant energy savings for different room types. However, more thorough investigation of the heat transfers from the ceiling need to be made to confirm the hypothesized superior thermal performance. The objective of the present study was to numerically study a combined ceiling panel for heating, cooling, ventilation and acoustics to disclose the expected thermal performance increase when the suspended radiant ceiling also acts as the air terminal device. The investigation is carried out as a parametric numerical study to help identify the most sensible parameters and understand their effect.

2 Methods

The thermal performance of the combined panel was simulated in the multi-physics numerical tool COMSOL version 5.3, using the 2D model environment with the physics for "Steady-state Heat Transfer in Solids".

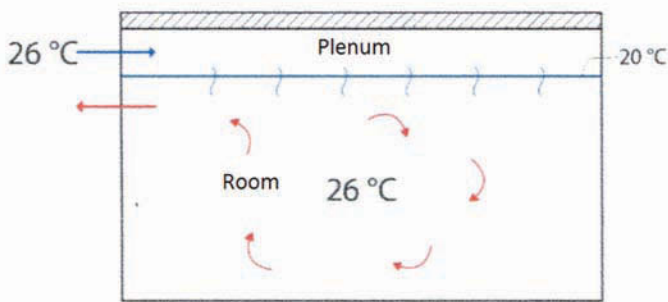


Fig. 1. Reference room with the combination panel in a cooling scenario.

The radiant acoustical ceiling was a sandwich construction consisting of an aluminium heat distribution plate placed between two perforated gypsum tiles (600x600 mm), see Fig. 2 and Fig. 3.

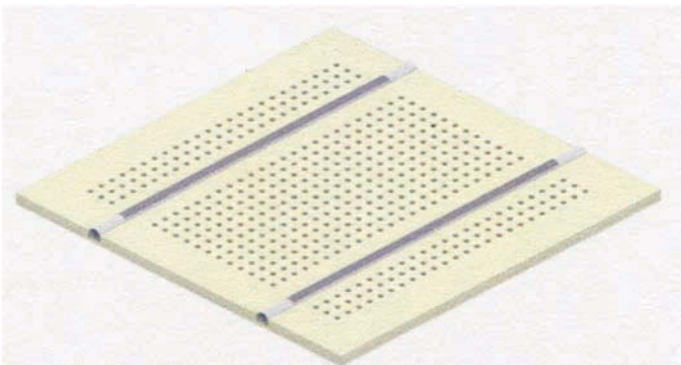


Fig.2. The reference radiant acoustical ceiling panel, depicted with slightly too large pipes.

2.1 Reference model

The reference model forms the basis from where the different scenarios have been tested. A cross-section of the reference model is depicted in Fig. 3.

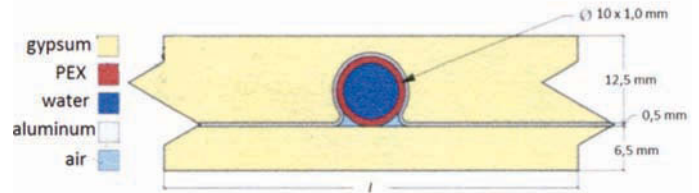


Fig.3. Cross-section of reference model

The reference model had a c-c distance between the pipes (from centre to centre) of 300 mm. The material properties are listed in Table 1.

Table 1. Material properties		
Material	Thickness	Thermal conductivity
Gypsum	12.5 mm	0.25 W/m·K
	6.5mm	
Aluminium	0.5 mm	238 W/m·K
PEX	Ø10x1 mm	0.35 W/m·K

For the reference model without ventilation, the surface heat transfer coefficients from the ceiling to the plenum ($h_{s,p}$) and from the ceiling to the room ($h_{s,r}$) were calculated using the ASHRAE handbook [9] to be $6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ and $10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ [10], respectively, including both radiative and convective heat transfer. For all parametric studies, the air temperature was kept the same in both plenum (T_p) and room (T_r) at $26 \text{ }^\circ\text{C}$ and a temperature of $22 \text{ }^\circ\text{C}$ as a boundary for the water (T_w), i.e. cooling mode.

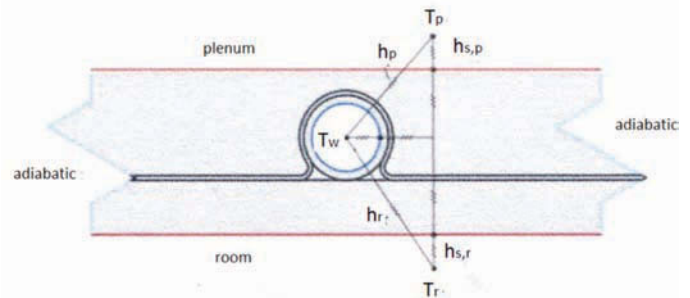


Fig.4. Boundary heat transfer and temperatures used for the calculations.

2.1.1 Preliminary research for heat transfer coefficient in plenum

Building simulation tools often uses fixed heat transfer coefficients for the enclosure surfaces, often ignoring airflow rate and inlet type. With the combined panel proposed in this paper, the upward surface heat transfer coefficient is of crucial importance to the total heat transfer. And the heat transfer coefficient varies with airflow rate and inlet type in the plenum as well as the temperature difference between supply air and mean plenum temperature.

Consequently, preliminary studies of the convective heat transfer coefficient was made in CFD by Eriksen &

Christiansen [7] for heating and cooling scenarios. In order to qualify the results, we plotted them in relation to Spitler [11] and Fisher [12], who made studies of the convective heat transfer coefficients in an enclosure for different air change rates. Spitler and Fisher found that the relation was predominantly determined by the jet momentum J :

$$J = q_v \cdot v / g \cdot V_{\text{room}} \quad (1)$$

Where

q_v = air flow [m^3/s]

v = velocity of supply air [m/s]

$g = 9,82$ [m/s^2]

V_{room} = volume of room (plenum) [m^3]

In Fig. 5 the results are plotted for the resulting jet momentum (J). Spitler found that the jet momentum correlation was valid for $Ar < 0.3$ which is the case for all parametric scenarios in this paper.

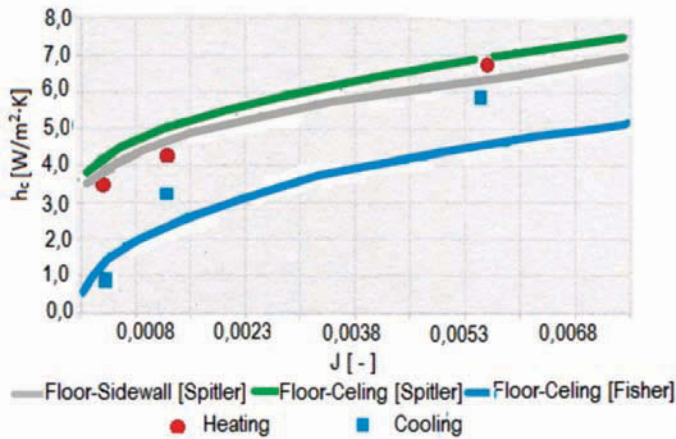


Fig.5. Heat transfer coefficient on floor for different inlet surfaces (sidewall jet and ceiling diffuser). Adapted from Fisher and Spitler (solid lines). CFD results for heated and cooled floor as dots (Eriksen and Christiansen, [7])

Convective $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	Radiant $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	Total $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	
0.5	5.5	6	Without ventilation [9]
3.5	5.5	9	Low diffuse vent. rate [7]
6.5	5.5	12	High diffuse vent. rate [7]

2.2. Parametric study

Table 3 lists the parametric investigations of the combined ceiling panel: the pipe distance, the aluminium thickness, insulation on top of the ceiling, and different surface heat transfer coefficients.

The pipe distance was tested for a c-c of 100, 150 and 300 mm to have as few pipes in the ceiling as possible for maintenance and costs reasons, but still have sufficient capacity for a low-energy building.

Parameter	Values
Pipe distance	100 – 150 – 300 mm
Aluminium thickness	0.5 – 0.7 – 1.0 mm
Insulation on top	0 – 40 mm
Upward surface heat transfer coefficient	6 – 9 – 12 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$
Thermal conductivity: gypsum core	0.25 – 0.52 $\text{W/m}\cdot\text{K}$

The aluminium thickness of the heat distribution plate was changed to 0.7 mm and 1.0 mm, to quantify the impact of a thicker heat conducting layer. The surface heat transfer coefficient was changed on top of the plate to mimic the effect of diffuse ceiling ventilation. The value was changed from 6 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ (stagnant air, no diffuse ventilation) to 9 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ and 12 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ which corresponds to approximate ventilation rates of an open plan office and a meeting room. The influence of the insulation on top of the ceiling was tested because it is important to the acoustic properties of the ceiling panel. In the investigation 40 mm insulation (45 $\text{m}\cdot\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) was placed on the top. The insulation thermal resistance and the upward surface resistance were lumped into one heat transfer coefficient of 1 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$. Also the effect of the gypsum core conductivity was tested, to quantify the impact of using a thermally highconducting gypsum board with a blend of graphite (0.52 $\text{W/m}\cdot\text{K}$).

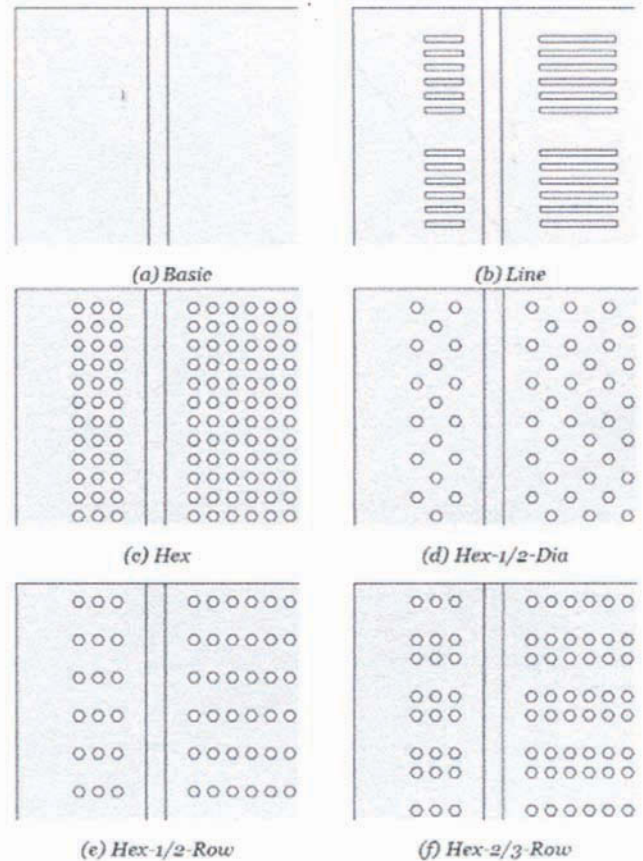


Fig.6. Illustration of the perforations in the combined gypsum and aluminium plates.

2.2.1 Impact of acoustical perforations.

The acoustical perforations of the ceiling panel are essential for both the acoustics and for the ventilation air to pass through. A standard heat distribution plate have no holes to let the air and sound pass through. Therefore, the heat distribution plate has to be perforated in order to ensure the acoustical performance. However, the perforations have a negative impact on the heat transfer of the plate. Consequently 5 different patterns were also tested, Fig 6.

3 Results and analysis

The results show the impact of different design decisions on the thermal performance of radiant ceiling panels combined with diffuse ventilation.

3.1 Impact of acoustical perforations

The results for the acoustical perforation showed that the heat flux for the "Line" perforations are reduced with 7.4 %, where the "Hex" showed a reduction of between 5.6- 13.1% compared to the Basic plate without any perforations. A preliminary 3D-model of line-plate showed only a reduction of 3-4 %. This means that the 2D heat transfer results presented below should be conservatively reduced by the same magnitude.

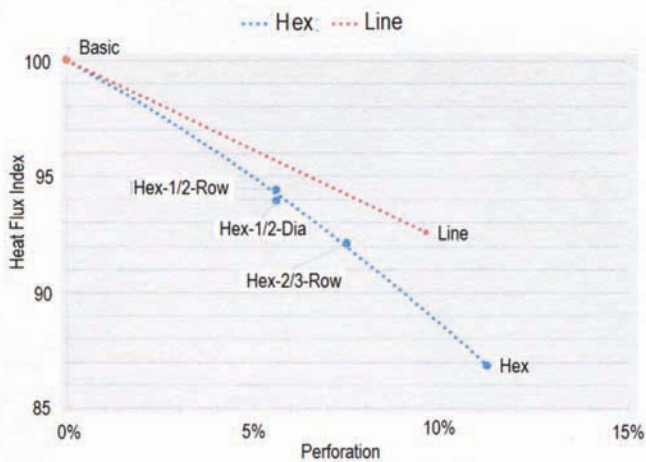


Fig.7. Heat flux of plate vs. perforation percentage

3.2 Parametric study

Fig. 8 show the temperature field of the reference model with different pipe spacing and a comparison with and without the aluminium plate. As it can be seen the effect of adding a heat distribution plate is quite significant on the temperature field.

The surface temperatures for the reference model with aluminium can be found in Fig. 9. Smaller distance between the pipes gives a more even temperature distribution on both upward and downward ceiling panel surfaces.

Fig. 10 shows only a very small performance increase of using thicker aluminium. The impact is almost independent of pipe c-c distance.

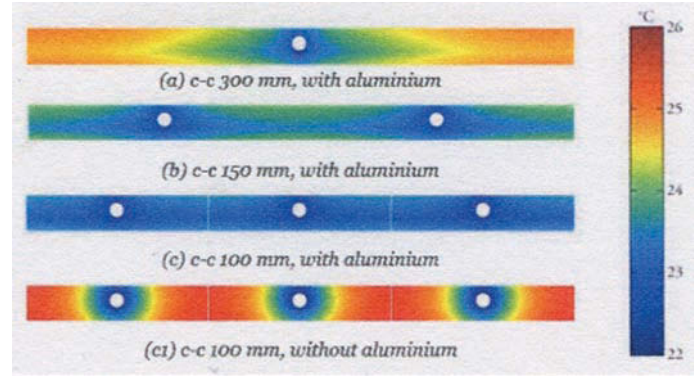


Fig.8. Temperature gradient of the reference model (a) with cc 300 mm, (b) cc 150 mm, (c) cc 100 mm and (c1) cc 100 mm without an aluminium plate.

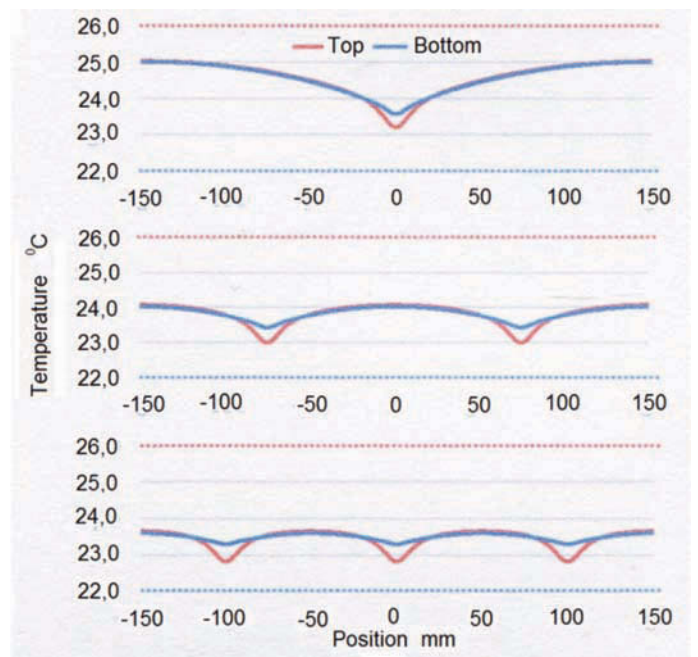


Fig.9. Surface temperatures for Reference model c-c 300, c-c 150 and c-c 100 mm with a water temperature of 22 °C, and plenum and room air temperature of 26 °C

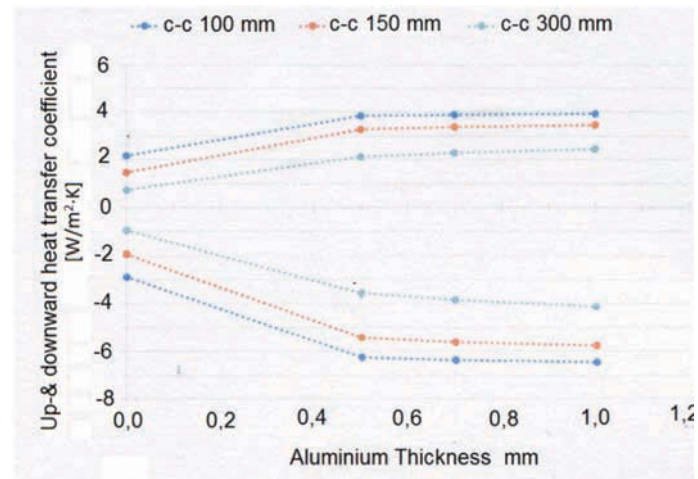


Fig.10. Up- and downward heat transfer coefficient with different heat distribution plate thicknesses.

upward surface heat transfer coefficient, i.e. the rate of diffuse ventilation, is shown in Fig. 11. As expected the effect on the top of the ceiling panel, hence the heat transfer from the ceiling panel to the plenum, is most significantly affected. The heat transfer to the room below is only changed by a small fraction. When the reference gypsum board material is changed to a high-conducting gypsum-graphite blend, the heat transfer increases approx. 7 %. Without the aluminium the effect of graphite board is larger (30-45 %). However, looking at the heat transfer without aluminium but with graphite for the pipe spacing of 100 mm, and comparing with the pipe spacing of 300 mm with aluminium there is a small increase of 13 % from the pipe spacing of 300 to 100 mm

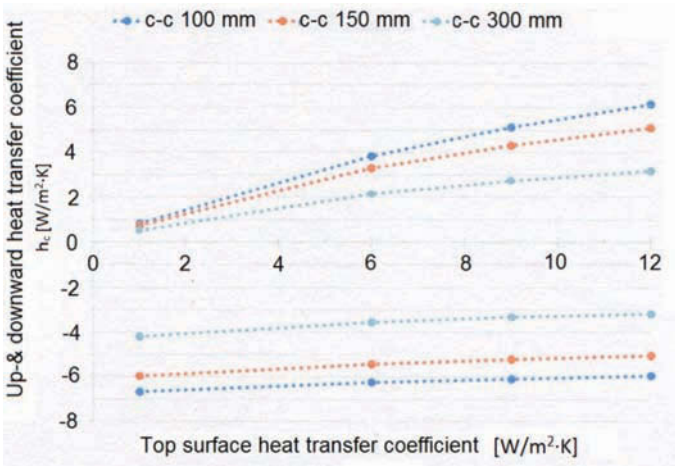


Fig.11. Up- and downward heat transfer coefficient with different top surface heat transfer coefficient.

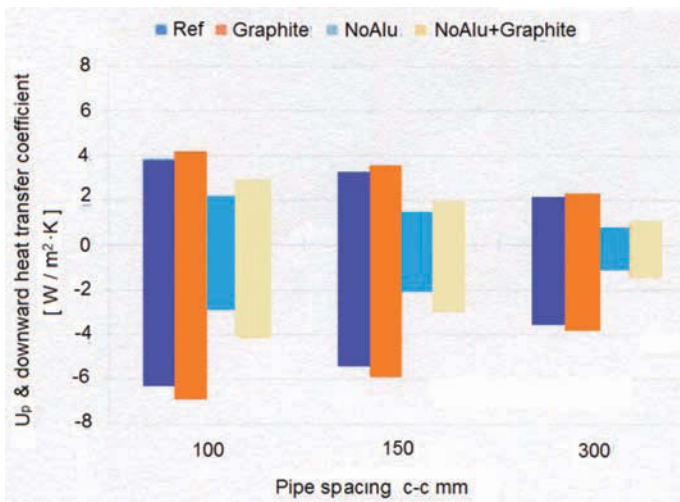


Fig.12. The effect of using a gypsum board material with higher thermal conductivity with and without aluminium plate.

The heat transferred from the ceiling to the plenum re-enters the occupied zone, when the plenum air passes through the ceiling panel. Assuming that 95 percent of the heat initially 'lost' to the plenum is regained by the diffuse ventilation concept. We assume a high regain percentage because the plenum walls and slab are essentially adiabatic except the façade wall. Conseq-

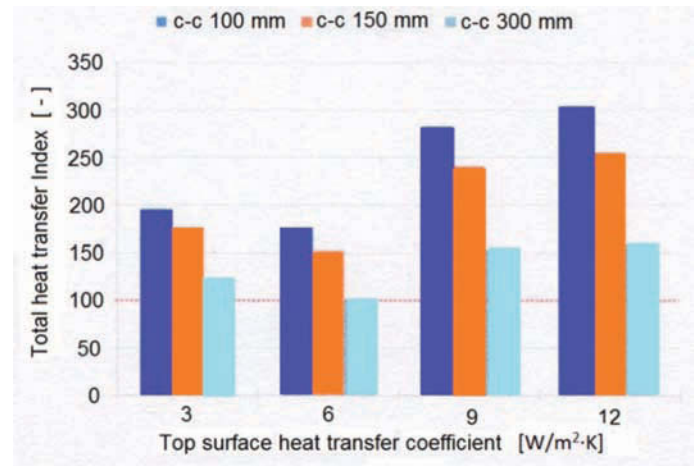


Fig. 13. Total heat transfer index for the different top surface heat transfer coefficients. Index 100 is the reference model with c-c 300 mm with $h_{s,p} = 6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

uently, the room is heated or cooled by direct heat transfer from the ceiling panel and indirect heat transfer by the ventilation supply air. In Fig. 13 scenarios with different surface heat transfer coefficients ($h_{s,p}$) are compared to the reference model with index 100. The direct and indirect heat fluxes are lumped together assuming 95% of the indirect heat is regained. For the pipe spacing c-c 300 mm, the insulation on top of the ceiling ($h_{s,p} = 1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) causes an increase on the total heat transfer from the ceiling of approx. 25%. In comparison the increase caused by adding diffuse ventilation (9 & 12 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) is 50%, but only with a small difference between high and low ventilation rates. For 100 mm c-c spacing, the total heat transfer is increased up to 75%.

4 Discussion

4.1 Impact of acoustical perforations

The perforations influences the total heat transfer. The investigations illustrated in this paper showed that the perforations are important to remember. However, the studies were made in 2D and preliminary studies showed the impact of the perforations is larger in 2D than in 3D. Consequently, further investigations should be carried out with 3D simulations to determine the exact decrease in the heat flux due to the perforations.

4.2 Parametric study

Adding the aluminium plate to the ceiling panel has a significant effect on the temperature field in that the cc300 mm with aluminium outperforms the cc100 mm without aluminium. The thickness of the aluminium plate does not have a significant impact. Adding graphite to the gypsum core has only a small impact when a heat conducting plate is implemented, however, for ceiling panels that rely only on small c-c spacing, the graphite increases the heat flux noticeably. The downward heat transfer is almost not affected by the top surface heat transfer coefficient which is surprising as we expected

insulation placed on top of the ceiling to be a performance increasing measure. The assumption that energy initially 'lost' to the plenum is regained because of the diffuse ventilation concept is uncertain. It is influenced by the radiative and convective heat flux ratio in the plenum and the thermal storage capacity of the materials in the plenum and the daily temperature shift as well. The regain percentage will need further investigations in both steady-state and dynamic situations.

5 Conclusion

overall objective was to quantify the effect of combining radiant ceiling panels with diffuse ventilation.

We hypothesized correctly that the interaction between the ventilation air and the ceiling panel would cause the total heat transfer from water to room air to increase. In the process we studied the impact of a heat distribution plate, the spacing between pipes, gypsum material properties and the effect of the surface heat transfer coefficient in order to identify a number of solutions for a ceiling panel that combines heating, cooling, ventilation and acoustics with the best possible thermal performance. Looking at the impact of adding the diffuse ventilation the heat transfer increases 50-70 % with ventilation where the difference between a low and a high ventilation rate was below 8 %. As a closing remark, we would like to acknowledge SaintGobain

Nordic and Innovation Fund Denmark for financial support of this work.

References

- [1] J. Fan, C.A. Hviid, H. Yang, Energy Build. 59, 73-81 (2013)
- [2] C.A. Hviid, S. Svendsen, Energy Build. 56, pp. 160-168, 2013.
- [3] F. Causone, S.P. Corgnati, M. Filippi, B.W. Olesen, Energy Build. 41, no. 6, 622-628 (2009)
- [4] T. Yu, P. Heiselberg, B. Lei, M. Pomianowski, C. Zhang, R. Jensen, Energy Build. 105, 165-177 (2015)
- [5] C. Zhang, T. Yu, P. Heiselberg, M. Pominaowski, P. Nielsen, DCE Technical Rep. no. 27 (2016)
- [6] M.R. Krusaa, C.A. Hviid, and J. Kolarik, AIVC (Nottingham, U.K., 2017)
- [7] F.V. Eriksen, N.B. Christiansen, DTU Byg, M.Sc. thesis (2017)
- [8] R. Onsberg, M.S. Eriksen, DTU Byg, M.Sc. thesis (2014)
- [9] HVAC systems and equipment, ASHRAE Handbook. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Atlanta, 2012)
- [10] DS 418, Calculation of heat loss from buildings, Dansk Standard (2011).
- [11] J. Spitler, P. Pedersen, D. Fisher, ASHRAE Transactions 97 505-515 (1991).
- [12] D.E. Fisher, C.O. Pedersen, ASHRAE Transactions 103, 2 (1997)

Condițiile pentru abonarea la „REVISTA DE INSTALAȚII” 2020

Prețul abonamentului pentru anul 2020 la REVISTA DE INSTALAȚII suport hârtie este:

- Pentru membrii AIIR, persoane fizice și juridice cu cotizația la zi, 50 lei/an;

- Pentru nemembrii AIIR, persoane fizice și juridice sau pentru membrii AIIR persoane fizice sau juridice care nu au cotizația la zi, 60 lei/an;

Pentru anul 2020 REVISTA DE INSTALAȚII poate fi accesată pe site-ul revistadeinstalatii.ro.

Plata abonamentului la REVISTA DE INSTALAȚII suport hârtie se face prin Ordin de Plată sau prin Mandat Poștal în contul Matrix Rom:

RO91BUCU1171304245656RON - Alpha Bank suc. Militari București.

Coordonatele pentru expedierea abonamentelor:

Numele și prenumele:

Adresa:

Tel/mobil:

Relații suplimentare la telefoanele:

0722 351 295; 0214 113 617.



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

Conservarea energiei prin reabilitarea termică a locuințelor

Dusan Petrás și Imrich Sánka



Prof. dr. ing. Dusan Petrás
Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Civil Engineering,
Fost Președinte REHVA

Acest articol investighează impactul reabilitării energetice asupra calității mediului interior al clădirilor de apartamente în timpul sezonului de încălzire. Studiul a fost realizat într-o clădire rezidențială, înainte și după reabilitare. Au fost efectuate auditul energetic și clasificarea energetică a clădirii selectate. În plus, s-a făcut evaluarea calității aerului din interior utilizând măsurători obiective și sondaje subiective. Mediul termic și concentrația de CO₂ a fost măsurată în dormitoare. Concentrațiile mai mari de CO₂ au fost observate în clădirea rezidențială după reabilitare. Concentrațiile de CO₂ în unele cazuri, au depășit limitele maxime recomandate, mai ales după punerea în aplicare a măsurilor de economisire a energiei pe clădire. Rata medie de schimb de aer a fost vizibil mai mare înainte de reabilitarea clădirii. Studiul actual indică faptul că la scară largă de lucrări de renovare poate reduce calitatea mediului interior în mai multe apartamente, mai ales în sezonul de iarnă.

This article investigates the impact of energy renovation on the indoor environmental quality of apartment building during heating season. The study was performed in one residential building before and after its renovation. Energy auditing and classification of the selected building into energy classes were carried out. Additionally, evaluation of indoor air quality was performed using objective measurements and subjective survey. Thermal environment and concentration of CO₂ was measured in bedrooms. Higher concentrations of CO₂ was observed in the residential building after its renovation. The concentrations of CO₂ in some cases exceeded the recommended maximum limits, especially after implementing of energy saving measures on the building. The average air exchange rate was visible higher before renovation of the building. The current study indicates that large-scale of renovations may reduce the quality of the indoor environment in many apartments, especially in the winter season.

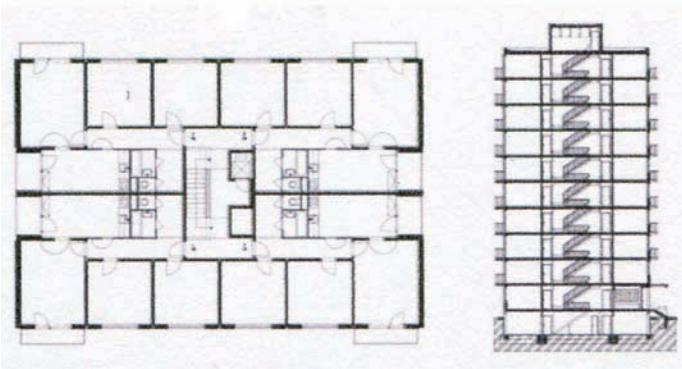
1 Introducere

Majoritatea clădirilor de locuit din Slovacia care au fost construite în secolul 20 nu îndeplinesc cerințele actuale de eficiență energetică prezentate în codul național de construcție. Au fost luate măsuri de remediere la nivel național pentru îmbunătățirea eficienței energetice a acestor clădiri și pentru a reduce consumul de energie [2]. Impactul acestor măsuri compromite calitatea aerului din interior, datorită ventilației și a ratei scăzute de infiltrație. Ca urmare a schimbărilor economice și a creșterii populației, cea mai mare dezvoltare a fondului de locuințe a fost realizată în a doua jumătate a secolului 20 [1]. Majoritatea locuințelor din Europa Centrală și de Est au fost construite din panourilor mari. Degradarea calității con-

strucțiilor a condus la reabilitarea acestora, ceea ce a condus la măsuri de conservare a energiei. Scopul studiului a fost de a evalua impactul măsurilor de economisire a energiei asupra clădirii și a calității aerului din interior la o clădire rezidențială construită în anii 1960, în Slovacia.

2 Descrierea clădirii

Clădirea rezidențială investigată (Figura 1) este situată în Samorín, Slovacia. A fost construită în 1964 din panouri din beton ușor. Clădirea a fost prevăzută cu ventilație naturală. Ventilația naturală de evacuare a fost utilizată numai în camerele sanitare, băi și grupuri sanitare. Reabilitarea clădirii a fost realizată în 2015 și a inclus următoarele măsuri: izolarea termică a anvelopei clădirii



folosind polietilenă (80 mm), izolarea acoperișului folosind vată minerală (120 mm) și echilibrarea hidraulică a sistemului de încălzire. Ferestre termopan au fost deja montate în ultimii ani, în cele mai multe dintre apartamentele clădirii. [3]

3 Cererea de energie

Cererea de căldură a fost calculată pentru clădirea nereabilitată termic și după reabilitare. Cea mai mare parte de economisire a energiei este asigurată de izolarea termică a pereților exterior care au o mare suprafață de schimb de căldură.

În figura 5 și figura 6 este prezentat necesarul de căldură pentru metru pătrat de elemente de construcții și aporturile solare și aporturilor de căldură din interior pentru clădirea rezidențială nereabilitată termic și după reabilitare. În figura 6, se vede că necesarul de căldură pentru clădirea reabilitată termic a scăzut în mod semnificativ, infiltrațiile, aporturile solare și aporturile interne au rămas aproximativ același.

O schimbare minimă se poate observa la aporturile solare în figura 5 și 6. Acest lucru poate fi explicat prin diferența la coeficientul de transmisie solară în elementele transparente înlocuite.

4. Metodologia

Prima perioadă a măsurătorilor de consum de energie și a calității aerului a fost realizată în ianuarie 2015, când clădirea era încă în starea sa inițială. A doua perioadă a fost realizată în ianuarie 2016, după au fost puse în aplicare măsurile de economisire energetice. Au fost selectate douăzeci de apartamente din clădirea rezidențială la etajele inferioare, mijlocii și cele mai înalte ale clădirii. În aceste apartamente au fost efectuate măsurători în ambele sezoane de iarnă pe o perioadă de opt zile [4] [5].

4.1 Consumul de energie

Consumul de energie a fost măsurat în stația cu schimbătoare de căldură, cu contor de energie termică, contor de gaze, contor de apă și contor de energie electrică.

Toate măsurătorile au fost făcute pentru întregul bloc de locuințe

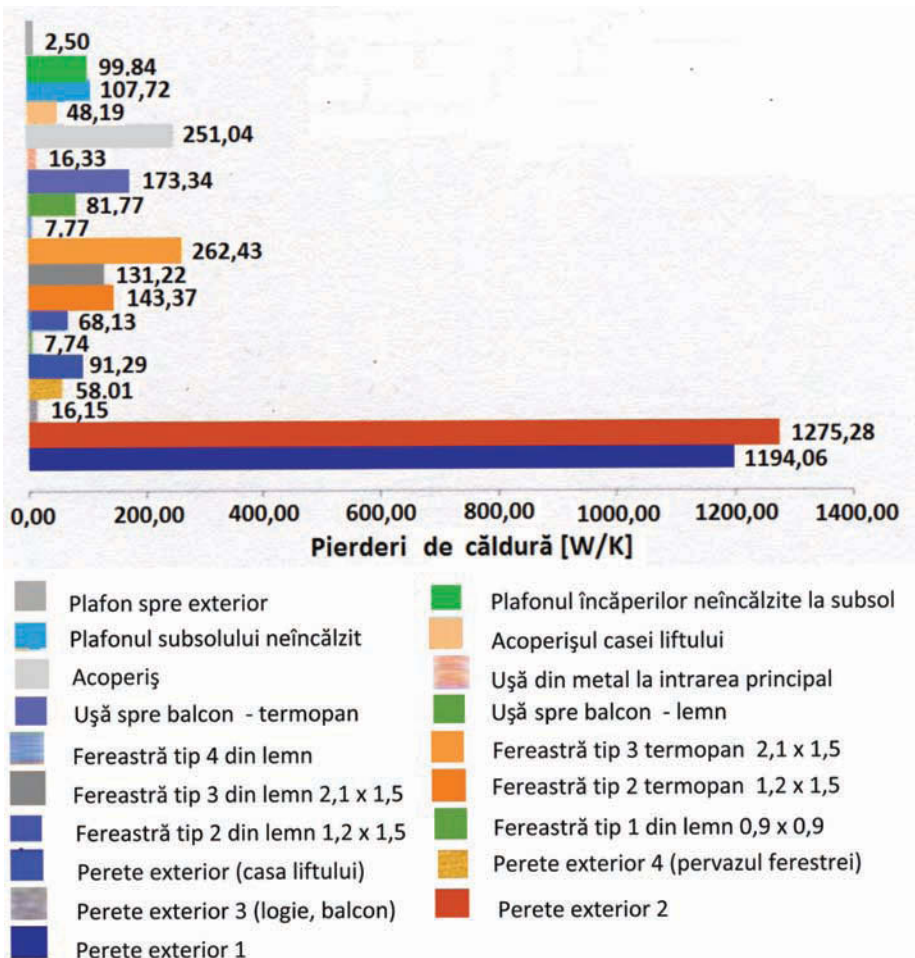


Fig. 3 . Pierderile de căldură a clădirii nerabilitate

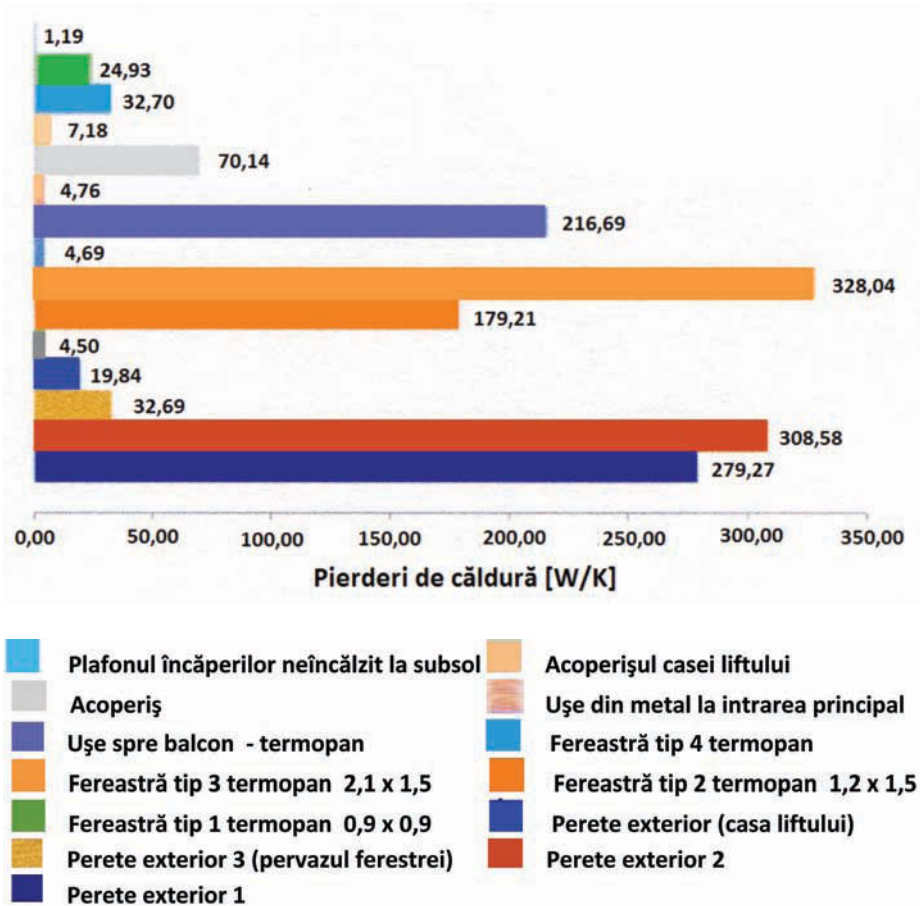


Fig. 4 . Pierderile de căldură a clădirii reabilitate

4.2 Calitatea aerului interior

Temperatura, umiditatea relativă și concentrația de CO₂, au fost măsurate în dormitoarele apartamentelor. Cu aparatele de măsurare a temperaturii HOBO U12-012 și

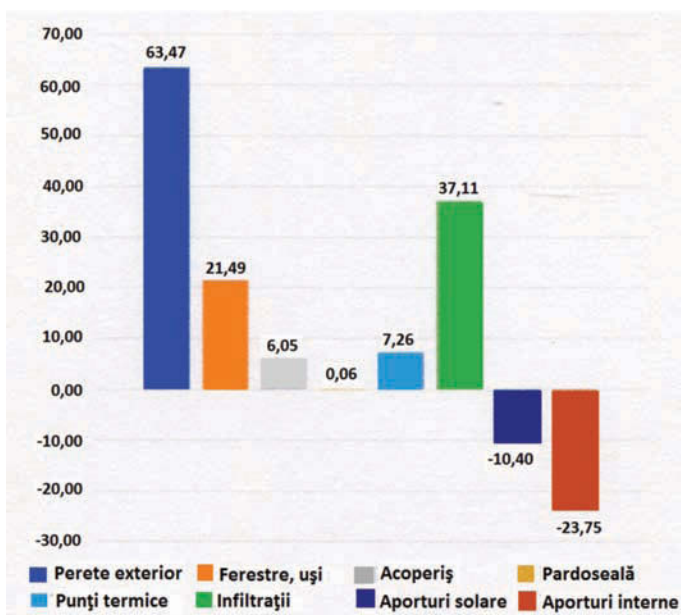


Fig. 5. Necesarul de căldură pentru clădirea nereabilitată termic

aparatele de măsurare a CO₂ tipul CARBOCAP CO₂ (Figura 7). Fiecare aparat de măsurare a fost plasat la o distanță suficientă față de ferestre și paturi pentru a minimiza efectul aerului proaspăt de intrare sau efectul somnului ocupanților. A fost evitat spațiul dintre mobilier și colțurile camerelor. Emisia de CO₂ a fost utilizată pentru a calcula rata de schimb de aer pe timp de opt nopți în fiecare dormitor. Rata emisiei de CO₂ a ocupanților a fost determinată în funcție de greutatea și înălțimea lor prevăzute în chestionare [3] [4] [5].

5. Rezultate

În această secțiune sunt prezentate analiza calității aerului din interior și evaluarea consumului de energie.

5.1. Eficiența energetică

Măsurile de economisire a energiei menționate mai sus au dus la reducerea consumului de energie cu 55%. În conformitate cu legislația din Slovacia privind eficiența energetică a clădirilor, locuința nereabilitată făcea parte din categoria „E” (159 kWh/m²-a), iar după renovare din categoria „B” (74 kWh/m²-a). Clădirea rezidențială reabilitată și nereabilitată a fost clasificată în clase de energie conform legislație slovace în valabilitate: Decretul Ministerului Transporturilor, Construcțiilor și Dezvoltării Regionale nr: 300/2012.

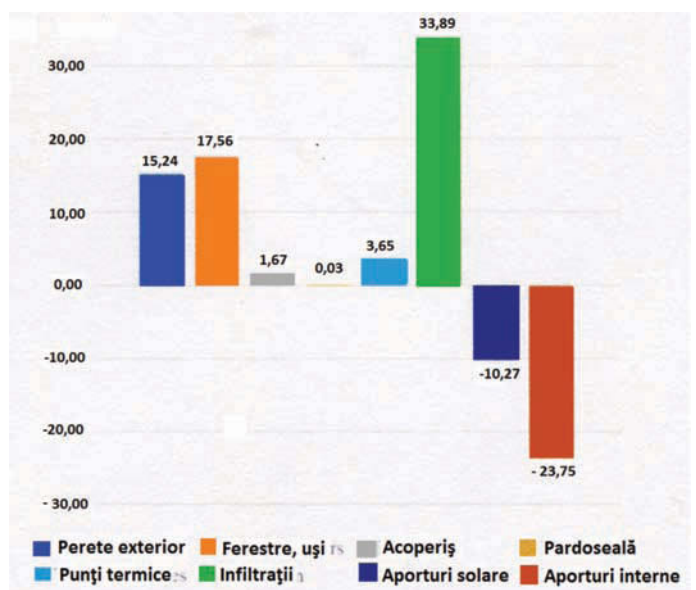


Fig. 6. Necesarul de căldură pentru clădirea reabilitată termic



Fig. 7. Măsurarea consumului de energie

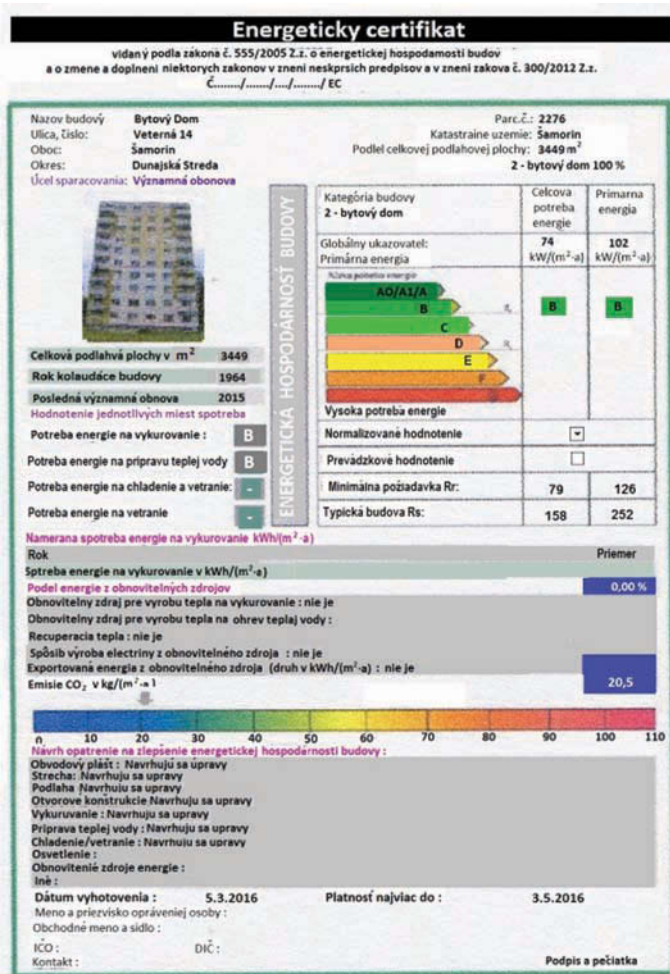


Fig.9. Certificatul energetic pentru clădirea reabilitată termic [10] [11]

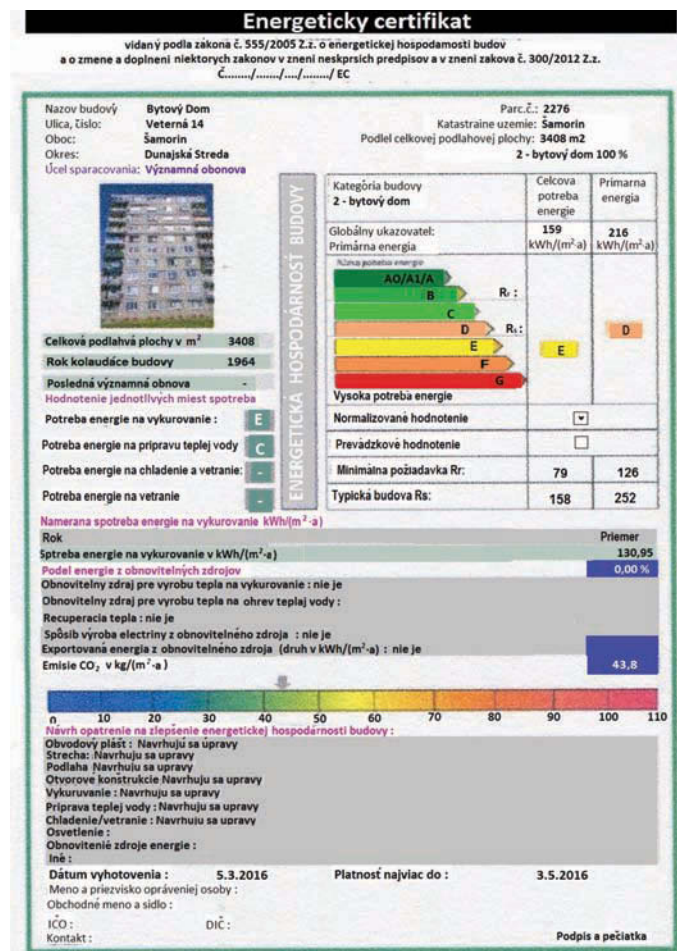


Fig.8. Certificatul energetic pentru clădirea nereabilitată termic [10] [11]

5.2. Rezultatele privind calitatea aerului interior

Concentrațiile de CO₂, înainte și după reabilitarea clădirii sunt prezentate în Figura 10. Majoritatea punctelor de concentrație de CO₂ au fost în limita acceptabilă (linia verde), înainte de reabilitare (linia albastră), iar concentrațiile semnificativ mai mari au fost măsurate după reabilitare (linie rosie). În tabelul 1 sunt prezente concentrațiile de CO₂ din timpul zilei și în timpul nopții înainte și după reabilitarea clădirii rezidențiale. Media concentrației de CO₂ înainte de reabilitarea, pentru întreaga perioadă a fost de 1205 ppm, iar valoarea mediană a fost 1190. După punerea în aplicare a măsurilor de economisire a energiei, concentrația de CO₂ a crescut vizibil. Valoarea medie a fost de 1570 ppm, iar valoarea mediană a fost 1510 ppm.

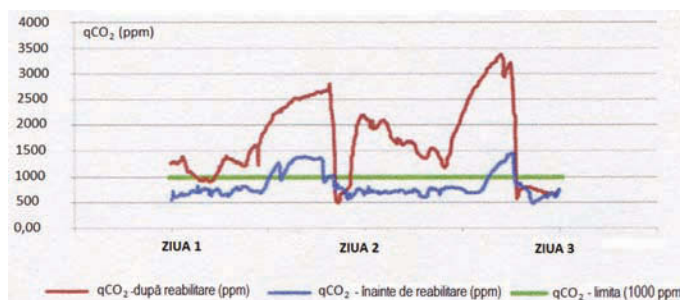


Fig.10. Exempu de concentrația de CO₂ într-un apartament pe parcursul a două zile din întreaga perioadă de măsurare înainte și după reabilitare [10] [11]

Concentrația de CO₂ mai mică înainte de reabilitare a dus la un schimb de aer în apartamente la (media 0,61 h-1). După reabilitare, rata medie a schimbului de aer a fost de (0,44 h-1) fiind mai scăzută sub valoarea minimă recomandată (0,5 h-1) (tabelul 2).

6 Discuție

Multe studii internaționale au atribuit acest fenomen, faptului că, clădirile mai vechi sunt mai permeabile iar clădirile noi sunt mai etanșe la aer ca urmare a unor tehnici de construcție îmbunătățite și a reglementărilor

Tabelul 1: Concentrația de CO₂ noaptea și ziua înainte și după reabilitare termică

a) Înainte de reabilitare

Timpul	CO ₂ (ppm)			
	Media	Minimum	Maximum	Mediana
Ziua	1040	595	1550	1030
Noaptea	1400	740	2665	1300
Toată perioada	1205	660	2050	1190

b) După reabilitare

Timpul	CO ₂ (ppm)			
	Media	Minimum	Maximum	Mediana
Ziua	1320	790	2210	1265
Noaptea	1925	865	3575	1825
Toată perioada	1570	870	2770	1510

Tabelul 2. Schimbul de aer înainte și după reabilitare [10] [11]

Schimb de aer	Media	Minimum	Maximum	Mediana
Înainte de reabilitare	0,61	0,32	1,15	0,59
După reabilitare	0,44	0,21	0,76	0,45

mai stricte [8] [9]. Constatările prezentate în această campanie de măsurători au confirmat în continuare concluziile studiilor anterioare din Slovacia [2] [3] [4] că deteriorarea calității aerului din interior se datorează reabilitării energetice. Aplicarea măsurilor de economisire a energiei din acest studiu nu a fost însoțită de măsuri de îmbunătățire a calității mediului interior, ceea ce explică schimbul de aer mai mic și la creșterea concentrației de CO₂ în sezonul de iarnă la clădirile reabilitate.

7 Concluzie

Obiectivul principal al implementării unei strategii de reabilitare energetică este de a realiza îmbunătățirea eficienței energetice a clădirilor. Cu toate acestea, efectul acestor programe nu a fost evaluat în mod sistematic. Efectele asupra calității aerului interior și bunăstarea ocupanților este adesea ignorată. Există o nevoie urgentă de a evalua la nivel național impactul practicilor de construcție de reabilitare aplicate în prezent asupra calității aerului din interiorul clădirilor rezidențiale.

Confirmare

Această lucrare a fost susținută de Agenția de Cercetare și Dezvoltare Slovacă în cadrul Contractului nr DS-2016- 0030, și de către Ministerul Educației, Științei, Cercetării și Sportului sub Granturile VEGA 1/0807/17 și 1/0847/18.

Bibliografie

- Jurelionis A., Seduikyte L. (2010) Assessment of indoor climate conditions in multifamily buildings in Lithuania before and after renovation. 2nd International conference advanced construction. Kaunas, Lithuania.
- Földváry V., Bekö G., Petrás D. (2014) Impact of energy renovation on indoor air quality in multifamily dwellings in Slovakia. Proceedings of Indoor Air 2014, Hong Kong, Paper No. HP0143. Arash Rasooli, Laure Itard, Carlos Infante Ferreira, "Rapid, transient, in-situ determination of wall's thermal transmittance," in Rehva Journal, vol. 5, 2016, pp16-20.
- Földváry V., Bekö G., Petrás D. (2015) Seasonal variation in indoor environmental quality in nonrenovated and renovated multifamily dwellings in Slovakia. Proceedings of Healthy Buildings Europe 2015, Eindhoven, Paper ID 242.
- Földváry V. (2016) Assessment of indoor environmental quality in residential buildings before and after renovation. Doctoral thesis. Bratislava, Slovakia.
- Bekö G., Földváry V., Langer S., Arrhenius K. (2016) Indoor air quality in a multifamily apartment building before and after energy renovation. Proceedings of the 5th International Conference on Human-Environment System, ICHES 2016 Nagoya, Japan
- Persily A. K. (1997) Evaluating Building IAQ and Ventilation with Indoor Carbon Dioxide. ASHRAE Transactions. 103, Vol. 2.
- N. Klepeis, W. C. Nelson, W. R. Ott et al. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology. 11, 2001, pp. 231-252.
- Kotol M., Rode C., Clausen G., Nielsen T. R. (2014) Indoor environment in bedrooms in 79 Greenlandic households, Building and Environment, Vol. 81, pp. 29-36.
- Bekö G., Toftum J., Clausen G. (2011) Modelling ventilation rates in bedrooms based on building characteristics and occupant behaviour. Building and Environment, Vol 46, pp. 2230-2237.
- Sánka I., Földváry V., Petrás D. (2016) Experimentálne meranie CO₂ a intenzity vmeny vzduchu v bytovom dome. TZB-Haustechnik, Vol 25, pp. 46-49.
- Sánka I., Földváry V., Petrás D. (2017) Evaluation of Indoor Environment Parameters in a Dwelling before and after renovation. Magyar épületgépészet Vol, 65, pp. 29-33.
- Sánka I., Földváry V., Petrás D. (2017) Experimentálne meranie toxických látok vo vnútornom vzduchu pred a po obnove bytového domu. TZB-Haustechnik, Vol 26. 2/2017, pp. 32-35

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:

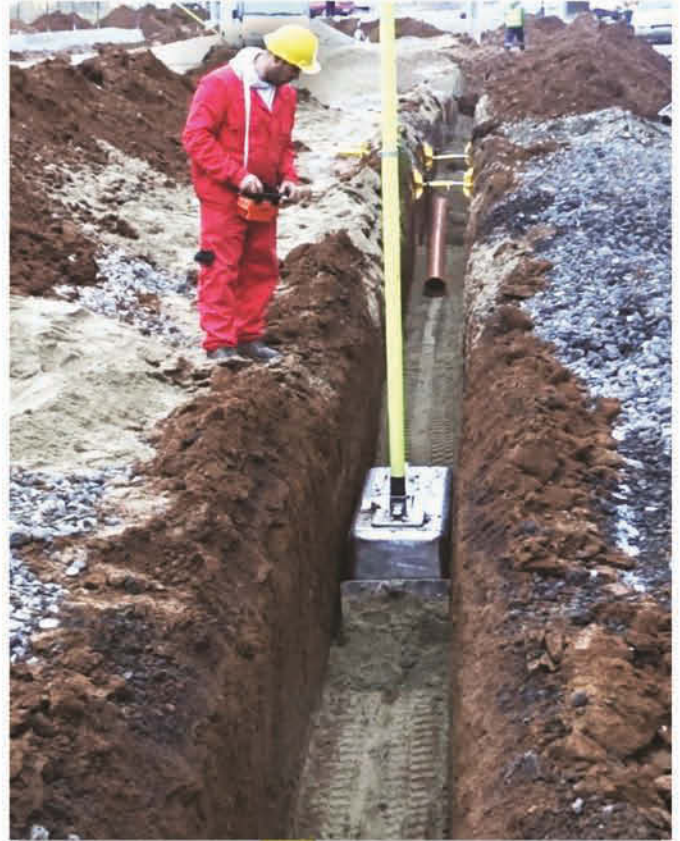
- ȚEVI PVC
- ȚEVI POLIETILENĂ
- ȚEVI POLIPROPILENĂ
- ȚEVI PAFSIN
- ȚEVI CORUGATE
- ȚEVI CERAMICĂ

TOTAL
INOX

TOTAL
ELECTRIC

MAI MULTE DETALII + VIDEO PE: ROBOTERR.RO

CONCEPUT & FABRICAT ÎN ROMANIA



ROBOTUL
DE CONSTRUCȚIE
CANALIZARE



CONTROLAT CU
TELECOMANDĂ

+12 ORE
AUTONOMIE

SPRIJINIRI
ACTIVE





MAGIS COMBO

**Confort
total
cu energie
regenerabilă**

A++



Sistem hibrid care **încălzește, răcește și prepară apă caldă de consum** cu ajutorul unei unități interioare de condensare. Conceput pentru a satisface cele mai exigente cerințe în materie de confort. MAGIS COMBO oferă economie de energie **de până la 50%**, ocupă **puțin spațiu** și este disponibil în două variante: o **versiune combi**, ideală pentru înlocuirea sistemelor de încălzire cu radiatoare și o **versiune doar pentru încălzire**, care poate fi racordată la un boiler, ideală pentru clădirile rezidențiale noi, unde este necesară utilizarea energiei regenerabile.

MAGIS COMBO: **inteligența și eficiența sistemelor hibride.**



immergas.com

IMMERGAS

Petru

Vreau să fie
răcoaaaaare

18°C



Confortul interior perfect.
Perfect pentru tine.



Partener Premium Daikin

Climatherm

www.climatizareonline.ro

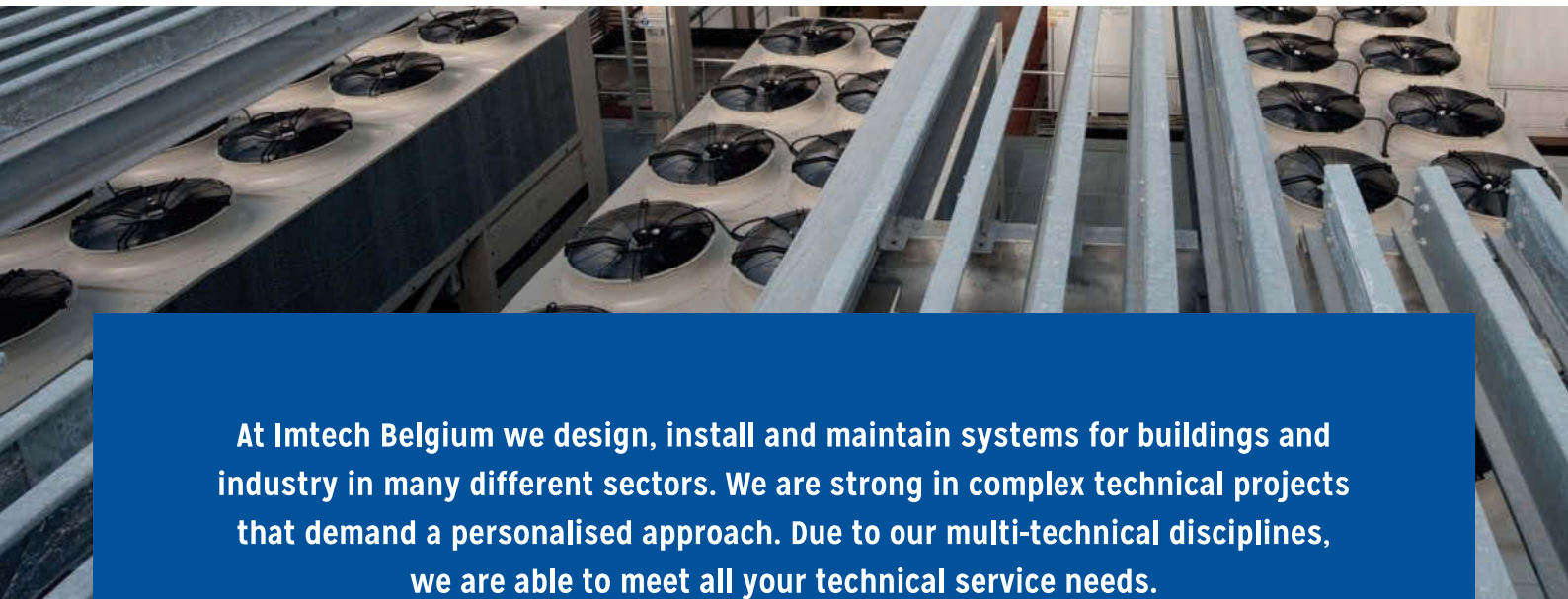
Be sure. **testo**



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



At Imtech Belgium we design, install and maintain systems for buildings and industry in many different sectors. We are strong in complex technical projects that demand a personalised approach. Due to our multi-technical disciplines, we are able to meet all your technical service needs.

MULTI-TECHNICAL PROJECTS

Imtech takes care of the design and implementation of all technical systems and installations for buildings in the tertiary sector. We set the standard in Belgium as service integrator: all services, a single point of contact.

From conception to development – we deliver complex technical systems as part of an all-in approach:

- **Electricity**
- **Sanitary**
- **HVAC (Heating, Ventilation & Air Conditioning)**
 - Alternative renewable energy
 - Heating (gas, oil, electric)
 - Air conditioning systems and ventilation
 - Air conditioning (evaporative cooling, direct expansion, icewater installations ...)
 - Steam installations in industrial piping
 - Automatic control and electrical engineering
 - Building Management Systems
 - Car Park Ventilation, smoke extraction and fire prevention systems

SECTORS

Care centers | Cleanrooms & laboratories |
Data centers | Hospitals | Hotels | Infrastructure |
Logistics & distribution centers | Offices |
Public & cultural buildings | Residential | Retail & leisure |
Sports infrastructure | Wellbeing & education |



“We have the resources and skills in both the private and public market to meet all the challenges you may face.” – Jeroen Van Parijs, CEO Imtech Belgium



The future is in
your hands

Define the future of A/C



Introducing the new Sky Air A-series with ultra-efficient Bluevolution R32 technology, available in three models: the world-class Alpha, Advance and Active.

The new Sky Air with R32 delivers future-proofed, best-in-class climate control for your business and customers.

Design flexibility. More compact. Quieter. With an extended operating range in all climate conditions.

Help is at hand. Quicker and easier installation and usability, even for replacement systems.

Daikin at the heart of the system. Exceptionally low running costs. Even lower environmental impact. All thanks to Daikin's tried, tested and trusted technology.

Geared for comfort. Optimal remote control, geared to your customers' individual needs.

R32 is an industry revolution. Be part of it.

**Get ahead of the competition.
Talk to Daikin about Sky Air today.**

www.daikin.eu/sky-air-bluevolution



SkyAir Alpha-series

SkyAir Advance-series

SkyAir Active-series

BLUEVOLUTION