

ANUL 43 Revista **INGINERIA INSTALAȚIILOR**

NR. 1/2021
ANUL I/XLIII



ÎNCĂLZIRE • RĂCIRE • VENTILARE • CLIMATIZARE • SANITARE • PROTECȚIE ACTIVĂ LA FOC ȘI DESFUMARE • GAZE • SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ ȘI CANALIZARE • ILUMINAT • ELECTRICE • AUTOMATIZĂRI • DETECTARE, SEMNALIZARE ȘI AVERTIZARE INCENDIU BMS ȘI TEHNOLOGII DE COMUNICARE ȘI INFORMARE • SURSE NOI DE ENERGIE • GESTIONAREA DEȘEURILOR • PROTECȚIA MEDIULUI

Instalațiile dau viață clădirilor



MAKIG A DIFFERENCE
AROUND THE WORLD



armacell®



Dr.ing.
Ioan Silviu DOBOȘI
PREȘEDINTE

ASOCIAȚIA INGINERILOR DE INSTALAȚII DIN ROMÂNIA

MEMBRII CONSILIULUI DIRECTOR MANDAT 2020 - 2024



Conf.univ.dr.ing.
Cătălin LUNGU
PRIM VICEPREȘEDINTE
Președinte
Filiala AIIR Valahia



Prof.univ.dr.ing.
Ioan AȘCHILEAN
VICEPREȘEDINTE
Președinte
Filiala AIIR Transilvania
Cluj-Napoca



Conf.univ.dr.ing.
Vasilică CIOCAN
VICEPREȘEDINTE
Președinte
Filiala AIIR Moldova
Iași



Dr.ing.
Ștefan DUNĂ
VICEPREȘEDINTE
Președinte
Filiala AIIR Banat
Timișoara



Conf.univ.dr.ing.
Nicolae IORDAN
VICEPREȘEDINTE
Președinte
Filiala AIIR Transilvania
Brașov



Prof.univ.dr.ing.
Rodica FRUNZULICĂ
VICEPREȘEDINTE



Conf.univ.dr.ing.
Dana TEODORESCU
VICEPREȘEDINTE



Conf.univ.dr.ing.
Cătălin POPOVICI
VICEPREȘEDINTE



Conf.univ.dr.ing.
Silvana BRATĂ
VICEPREȘEDINTE



Șl.dr.ing.
Andrei BOLBOACĂ
VICEPREȘEDINTE



Șl.dr.ing.
Gheorghe DRĂGOMIR
VICEPREȘEDINTE



Dr.ing.
Emil Moldovan
VICEPREȘEDINTE



Dr.ing.
Remus Retezan
VICEPREȘEDINTE



Ing.
Radu ROMAN
VICEPREȘEDINTE



Ing.
Adrian TÎGHICI
VICEPREȘEDINTE



Prof.univ.dr.ing.
Liviu DRUGHEAN
DIRECTOR EXECUTIV

ASOCIAȚIA INGINERILOR DE INSTALAȚII DIN ROMÂNIA

Bd. Pache Protopopescu nr. 66
email: office@aiiro.ro

Biroul Executiv al AIIR

Ioan Silviu Doboși

Președinte

Cătălin Lungu

Prim Vicepreședinte AIIR

Președinte Filiala AIIR Valahia

Ioan Așchilean

Vicepreședinte AIIR

Președinte Filiala AIIR Transilvania Cluj-Napoca

Ștefan Dună

Vicepreședinte AIIR

Președinte Filiala AIIR Banat Timișoara

Vasilică Ciocan

Vicepreședinte AIIR

Președinte Filiala AIIR Moldova Iași

Nicolae Iordan

Vicepreședinte AIIR

Președinte Filiala AIIR Transilvania Brașov

Redactor șef

Tiberiu Catalina

Recenzori științifici

Prof.dr.ing. Iolanda Colda

Prof.dr.ing. Gheorghe Badea

Prof.dr.ing. Adrian Retezan

Prof.dr.ing. Mihai Ilina

Comitet editorial

Carmen Mârza

Adriana Tokar

Andreea Felseghi

Cristian Cherecheș

Veronica Gagea

Paul Matei

Grafică și tehnoredactare

Sorin Lipoveanu

Editura Matrixrom

Director Iancu Ilie

021.411.36.17

0733.882.137

www.matrixrom.ro

ISSN: 2810-5303

ISSN-L: 2810-5303



De Crăciun, în dar membrilor AIIR, Revista Ingineria Instalațiilor

Doamnelor și Domnilor,
Dragi Colegi de breaslă,

Ne aflăm în pragul Sărbătorilor de iarnă, care ne îndeamnă la momente de reflecție asupra unui bilanț, pe care la final de an ni-l dorim pozitiv, cu realizări fructuoase care deschid perspectiva unei activități de excepție a AIIR pentru anul ce va urma.

Vine Crăciunul și cuvinte precum generozitate și bucurie sunt la ordinea zilei. Noi, Consiliul Director al AIIR și echipa redacțională vă oferim în dar Revista Ingineria Instalațiilor. Revista este continuatoarea revistelor Instalatorul și Revista de Instalații, preluând istoricul acestora și toată baza de date și informații, marcând astfel al 43-lea an de publicare al unei reviste a AIIR. Amintim cu respect și considerație contribuția la elaborarea publicațiilor anterioare ale Prof. Liviu Dumitrescu, Prof. Theodor Mateescu, Prof. Stan Fota, Prof. Liviu Sofonea și Dr. ing. Ștefan Stănescu. În spiritul deschis către membrii AIIR, persoane fizice și persoane juridice, ne dorim ca revista să fie un promotor al activității noastre profesionale, care să scoată în evidență realizări tehnice de excepție, idei inovatoare, colaborări cu alte asociații profesionale. Revista trebuie să devină o platforma de dezbatere a tot ceea ce se întâmplă în viața noastră profesională, oferind astfel prezentarea unor studii de caz care pot îmbogăți experiența în domeniul Ingineriei Instalațiilor.

Le mulțumesc tuturor colegilor din Consiliul Director și Biroul executiv care au contribuit din plin în anul 2021 la promovarea AIIR. Le mulțumesc magiștrilor, Prof. Iolanda Colda, Prof. Gheorghe Badea, Prof. Adrian Retezan și Prof. Mihai Ilina, care au acceptat cu generozitate să facă parte, în calitate de recenzori științifici, din colectivul de redacție al revistei. Le mulțumesc pentru implicarea și tenacitatea cu care au crezut în relansarea acestui proiect, redactorului șef Conf. Tiberiu Catalina și comitetului editorial, o echipă tânără dornică să contribuie cu pasiune la elaborarea acestei reviste. O mențiune specială pentru Grafică și Tehnoredactare, făcute de către Sorin Lipoveanu. Editura MATRIXROM va asigura tipărirea și distribuirea în format tipărit al Revistei Ingineria Instalațiilor. Îi mulțumesc domnului Iancu Ilie pentru demersul făcut către Biblioteca Națională a României pentru obținerea înregistrării și a primirii codului de identificare ISSN al Revistei Ingineria Instalațiilor.

Sunt adeptul muncii în echipă și am dorit să vă prezint pe toți cei care au contribuit la acest nou început al unei publicații al AIIR. Invit și îndemn toți membrii AIIR, în contextul generozității de care aminteam, să vă alăturați acestei echipe, oferind din timpul dumneavoastră vieții de asociație. Reflectați, vă rog, asupra puterii pronumelui personal "NOI" în comparație cu pronumele personal "EU" și veți descoperi cu siguranță forța asocierii.

La mulți ani! – Revista Ingineria Instalațiilor

La mulți ani! și An Nou Fericit! pentru anul 2022 tuturor membrilor și colaboratorilor AIIR

În numele Consiliului Director al AIIR
Dr. Ing. Ioan Silviu Dobosi
Președinte AIIR



Standardul nZEB a devenit obligatoriu în România

Schimbările climatice au devenit o preocupare fundamentală pentru cercetătorii științifici, arhitecți și ingineri, iar sectorul clădirilor a fost confirmat ca fiind unul dintre principalele sectoare care poluează, prin urmare este esențială reducerea consumurilor energetice.

Prin introducerea standardului nZEB (Nearly Zero Energy Building) care a devenit obligatoriu în România începând cu anul 2021 pentru clădirile nou-construite se fac pași importanți în această direcție. Conceptul nZEB are la bază trei principii esențiale: consum de energie primară redus, emisii de CO₂ minime și asigurarea a minim 30% din consumul energetic cu surse regenerabile de energie (panouri solare termice, fotovoltaice, pompe de căldură și altele).

În același timp, alături și de alte programe de finanțare dedicate clădirilor rezidențiale dar și clădirilor publice existente putem observa că renovarea energetică și investițiile în sursele de energie „verde” încep să devină o prioritate la nivel național. Totuși, dacă măsurile de eficiență energetică au devenit subiecte de mare interes nu putem neglija adevăratul scop al unei clădiri: să asigure ocupanților un mediu confortabil și sănătos indiferent de costul energetic.

Un mediu sănătos presupune reducerea propagării patogenilor prin asigurarea unor debite de aer proaspăt și filtrat conform normelor în vigoare, prin asigurarea unui nivel de iluminare corespunzător, a unui nivel de zgomot cât mai redus și în cele din urmă un nivel optim de confort termic în corelare cu activitățile ocupanților dar și destinația clădirii. În cadrul acestui număr vor fi evidențiate problematicele menționate anterior și veți descoperi articole tehnice, științifice și advertoriale interesante care abordează într-o manieră clară studii de caz dar și soluții inovante prin utilizarea de măsurări experimentale sau studii numerice avansate.

Conf.univ.dr.ing. Tiberiu Catalina
Redactor șef
Revista Ingineria Instalațiilor
tiberiu.catalina@utcb.ro



PROIECTUL EFdeN



În anul 2018 EFdeN a reprezentat cu succes România la Dubai în cadrul finalei Solar Decathlon Middle East 2018 cu proiectul EFdeN Signature. Acolo, echipa s-a clasat pe locul 4 mondial și a obținut clasări pe podium la 4 dintre cele 10 probe ale competiției:

- Locul 1 la Comunicare
- Locul 2 la Inginerie și Construcție
- Locul 2 la Condiții de Confort
- Locul 3 la Sustenabilitate

EFdeN este o echipă multidisciplinară formată din studenți ai universităților partenere, Universitatea Tehnică de Construcții București și Universitatea de Arhitectură și Urbanism Ion Mincu și ai altor universități din București. În ultimii 8 ani, echipa a dezvoltat diferite proiecte menite să inoveze clădirile și orașele în care locuim. Până în prezent, EFdeN a avut două participări la Solar Decathlon, cea mai importantă competiție din lume pentru case solare și tehnologii integrate. Cele două prototipuri de case pot fi vizitate în campusul Facultății de Inginerie a Instalațiilor din București. În jurul acestora, echipa a dezvoltat proiectul EFdeN Sustainable City, fiind primul prototip de oraș sustenabil din România.

Pe lângă participările la competițiile Solar Decathlon, echipa a obținut peste 45 de premii naționale și internaționale, iar proiectele sale au atras atenția a peste 57.000 de vizitatori, atât în cadrul campusului, cât și în online. De asemenea, EFdeN a contribuit la formarea a peste 700 de viitori profesioniști, abordând un sistem de învățare de tipul design-build-optimize, oferindu-le studenților implicați un mediu de lucru ideal pentru dezvoltare, cât și oportunitatea de a interacționa și colabora cu cele peste 200 de companii partenere.

Proiectul EFdeN a luat naștere ca o continuare a echipei PRISPA, ce a reprezentat România în 2012 pentru prima dată la o ediție de Solar Decathlon. Aceasta competiție presupune un ciclu de 2 ani în care echipe universitare din întreaga lume concep, proiectează și, în final, construiesc prototipuri de locuințe sustenabile care folosesc în mod exclusiv energie solară.

Competiția este organizată ca o olimpiadă cu 10 probe ce presupun tematici diverse, de la arhitectură sau construcție până la sustenabilitate, mobilitate urbană sau comunicare.

Casa EFdeN 4C este prototipul care a reprezentat România la ediția din 2014, de la Versailles. Proiectul a început în 2012, iar până în 2015, casa a fost asamblată de trei ori: prima dată în România, înainte de competiție, apoi la Versailles de-a lungul a doar 15 zile și, în final, în campusul Facultății de Inginerie a Instalațiilor din București, devenind astfel primul centru de cercetare a condițiilor de confort din România. Casa EFdeN 4C a găzduit de-a lungul timpului zeci de evenimente, sute de tururi ghidate și mii de vizitatori.

Începând cu anul 2019 a luat naștere proiectul EFdeN Sustainable City. Acesta a venit ca un răspuns al problemelor cu care se confruntă orașele din România, propunându-și astfel să creeze un ecosistem de durabilitate și inovație și în același timp să promoveze un model de oraș sustenabil către publicul general și stakeholderi, cu sprijinul și implicarea mediului academic.

În anul 2020, echipa a obținut calificarea proiectului EFdeN VATRA la ediția 2022 a competiției Solar Decathlon Europe ce va avea loc de data aceasta în Wuppertal, Germania. Aceasta este prima ediție la scară urbană care abordează o problemă actuală la nivel european: regenerarea fondului construit și a infrastructurii existente. În prezent, casa este în faza finală de proiectare. De curând, au început demersurile de obținere a materialelor pentru construcție, iar în luna ianuarie se va finaliza prefabricarea elementelor de structură.

Ulterior va începe asamblarea casei pe un sit provizoriu din București. În luna aprilie 2022, prototipul va fi deschis publicului pentru vizite, dar și monitorizat și optimizat, în vederea efectuării reglajelor la sistemul de automatizare. În luna mai va avea loc dezmembrarea și transportul acesteia în Germania, pentru faza finală a competiției.

CASA EFdeN 4C (CENTRU DE CERCETARE AL CONDIȚIILOR DE CONFORT)

Problemele pe care își propune să le rezolve

Casa a fost gândită ca răspuns la două probleme majore cu care se confruntă Bucureștiul: lipsa spațiului verde și lipsa densificării urbane sustenabile. În acest sens, a fost propus un model complex de locuințe care, scalat la nivel urban, ar avea potențialul de a reduce aceste probleme. Din punct de vedere tehnic, prototipul este conceput astfel încât să asigure condiții optime de confort pe parcursul întregului an la un consum minim de energie. Construcția are o structură metalică din material reciclat și o suprafață de 130 m², dezvoltându-se pe două niveluri.

Strategii pasive

Din punct de vedere energetic, optimizarea începe de la o anvelopă termică performantă care integrează strategii de design bioclimatice. Astfel, casa prezintă o serie de strategii pasive menite să minimizeze sarcina termică ce trebuie acoperită cu sisteme active de climatizare:

- Fațadă ventilată cu fante reglabile în funcție de anotimp;
- Seră cu trapă motorizată și rol triplu: buffer termic, preîncălzitor pentru aerul proaspăt pe timpul iernii și element de design ce asigură un aport de lumină naturală în toate încăperile casei;
- Masă termică, ce conține un agregat special numit baritină, amplasată strategic la interior astfel încât să acumuleze

energie termică în timpul zilei doar iarna;

- Placaj suport pentru finisajul umed care integrează microcapsule de material cu schimbare de fază. Prin capacitatea termică mare a parafinei pe intervalul termic în care își schimbă starea de agregare, aceasta contribuie semnificativ la ameliorarea amplitudinii termice zi - noapte din spațiul interior, scăzând sarcina termică de climatizare.

Soluții tehnice

Casa EFdeN 4C a fost, la momentul construcției sale, un trend-setter pe zona de producție de energie electrică descentralizată, fiind locul în care a luat naștere ideea de prosumator în România, prin proiectul Energia Ta. Astfel, casa este echipată cu 22 de panouri fotovoltaice, însumând 5.5 kW putere instalată și un set de acumulatori de 6.3 kWh. Sistemul asigură un bilanț anual pozitiv de circa 2500 kWh.

Sistemul HVAC include o centrală de ventilare cu recuperare de căldură și umiditate cu roată entalpică ce asigură debitul de aer proaspăt necesar în funcție de parametrii citiți de senzorii amplasați în spațiile interioare. În completare, partea de încălzire și răcire efectivă este realizată prin panouri radiante pe baza de agent termic care sunt amplasate în pereți și tavan. Agentul termic pentru climatizare și încălzire a apei menajere este preparat în boilere trifazice - cu pompă de căldură, instalație solară termică și rezistențe electrice ca surse de căldură.



CEN-CE SCHEME COMMERCIAL ROLL-OUT IN ROMANIA

¹TKTH Royal Institute of Technology |
KTH · Division of Sustainable Buildings

contact: avl@rehva.eu

CEN-CE✓
CEN EPB Standards Certified Experts



Andrei Lițiu¹



AIIR



If the EU is to achieve its climate goals, it must improve the energy efficiency of its buildings. But doing so requires that building professionals acquire new skills in sustainable renovation. To help, one EU-funded project, CEN EPB Standards Certified Experts (CEN-CE), has set up a training and certification programme in energy-efficient construction for heating, ventilation and air conditioning professionals.

CEN-CE was a 2.5-years long H2020 project started in June 2018 that developed an EU-wide common training, qualification and certification scheme for building professionals. The core of the scheme is the set of CEN EPB Standards related to the Energy Performance of Buildings, mandated (M480) by the European Commission for supporting the implementation of EPBD recast (Directive 2010/31/EU).

The CEN-CE certification scheme for experts trained on CEN EPB Standards shall enable recognition in the building construction market. Furthermore, the CEN-CE training, qualification and certification scheme shall support the correct use of CEN EPB Standards EU wide and even in third countries (e.g. associated countries, CIS countries).

The CEN-CE training, qualification and certification scheme is targeting middle and senior level professionals (EQF level 4 – installers, EQF levels 5 & 6 – engineers, architects) and shall enable system designers and installers to be aware of new solutions proposed by the industry. Moreover, it shall enable them to evaluate the impact of improvements on building performance.

Standardized training shall additionally help the industry to set up common databases where the system designers and senior level professionals can get detailed and reliable data and be aware and prepared for the new upcoming challenges related to near-zero energy buildings.

EPB Center is now in December 2021 in the final stages of officially becoming the CEN-CE scheme Central Scheme Operator (CSO) at both EU and global levels.

Since September, thanks to the proactivity of AIIR, REHVA Member Association, the first ever national level CEN-CE commercial roll-out is taking place in Romania. The ongoing roll-out process is now at the Train-the-Trainer phase during which the CEN-CE Master Trainers are sharing and transferring the knowledge, in English, to the 10 Romanian EPB experts participating as CEN-CE Certified Trainer candidates via the CEN-CE Learning Management System (LMS) under a blended learning approach including also live online interactive session between the CEN-CE Master Trainers and the CEN-CE Certified Trainer candidates. The CEN-CE LMS will also support the examination process (expected in Jan.-Feb. 2022) and the feedback loop (collecting invaluable feedback from the CEN-CE Certified Trainer candidates) helping EPB Center to continuously improve the CEN-CE scheme's operation in respect of both content and processes.

The next phase is for AIIR to become official CEN-CE Training Operator (TO) in Romania which is expected to become reality before Q2 2022. More details about these activities and lessons learned will be shared by both EPB Center and AIIR during the dedicated CEN-CE scheme CLIMA 2022 workshop planned as part of the Learning & Education Theme of the 14th REHVA HVAC World Congress, 22nd – 25th May in Rotterdam, The Netherlands meant to support the further commercial roll-out of CEN-CE scheme in other EU Member States, European Countries and Countries around the globe.

Overarching standard EN ISO 52000-1:2017		0	✓
General part EN 15316-1: 2017		0	✓
Heat load EN 12831-1:2017	1	✓	4
DHW needs EN 12831-3:2017	1	✓	4
Emission & controls EN 15316-2:2017	2	✓	4
Distribution systems EN 15316-3:2017	3	✓	4
Economics EN 15459-1:2017	5	✓	4
Measured energy EN 15378-3:2017	6	✓	4
Inspection heating & DHW EN 15378-1:2017	6	✓	4
Generation - Boiler EN 15316-4-1:2017	4	✓	4
Generation - Heat pump EN 15316-4-2:2017	4	✓	4
Generation - Solar, PV EN 15316-4-3:2017	4	✓	4
Integrated cogeneration EN 15316-4-4:2017	4	✓	4
Storage systems EN 15316-5:2017	4	✓	4
District Heating & Cooling EN 15316-5-5:2017	4	✓	4
Generation - Local heaters EN 15316-4-8:2017	4	✓	4
Wind turbines EN 15316-4-10:2017	4	✓	4

CLIMA 2022
REHVA 14th HVAC World Congress
15th - 18th May, Rotterdam, The Netherlands



REFERENCES

¹<https://cordis.europa.eu/article/id/411696-setting-the-standard-for-energy-efficient-construction-and-renovation>

²<https://www.cen-ce.eu/>

³https://youtu.be/dc_rxMi1f_c

⁴<https://youtu.be/nO-71HLnPr4>

⁵<https://epb.center/> Support, consultancy and services for the implementation and practical use of the set of Energy Performance of Buildings

standards. REHVA and ISSO (50-50% shareholders) have created the EPB Center as a joint organisation with the aim to support the uptake of the CEN/ISO set of EPB standards

⁶<https://www.rehva.eu/about-us/members>

⁷<https://youtu.be/R-0033W0uxc>,

⁸<https://lms.cen-ce.eu/>

⁹<https://clima2022.org/>

PUTEM RECUPERA DECALAJELE DIN EDUCAȚIA TINERILOR GENERATE DE PANDEMIE



Impactul pandemiei COVID-19 ne-a forțat să trecem la metode de învățare la distanță. Ne-am împrietenit cu tehnologia informației și am continuat în felul acesta. Platformele digitale precum Zoom, Google Classroom, Teams și altele au fost adoptate rapid de profesori și studenți.



Totuși, cursurile cu prezență fizică aduc nu numai beneficiul interacțiunii umane directe, ci și un grad sporit de conectare la materia studiată și la discursul profesorului, fiind deja creat un cadru în care nu există factorii externi perturbatori pe care unii studenți i-ar putea regăsi în afara sălii de clasă – tentația de a utiliza telefonul mobil, interacțiunea în paralel cu membrii familiei, prieteni sau animale de companie, un televizor pornit etc.

Când participi fizic la o discuție față în față, pe lângă vocea pe care o auzi, poți citi pe buze sau poți înțelege din gesturi.



Putem recupera decalajele produse de pandemie în educația tinerilor dacă ne asigurăm că odată cu metodele interactive ale profesorului, mediul din încăperea de unde se transmite cursul, îndeplinește standardele de acustică adecvate.

Cât de mult succes au cursurile online?

Cursurile online pot fi de succes dacă profesorul reușește să se facă înțeles, mesajul său să fie transmis CLAR, fără ecou.

De ce claritatea vorbirii este așa de importantă?

“Zgomotul reduce gradul de înțelegere al conținutului discursului atât pentru adulți, cât și pentru copii, însă tinerii și copiii sunt mai sensibili la efectele negative ale zgomotului asupra concentrării, datorită faptului că sistemul auditiv uman se îmbunătățește odată cu înaintarea în vârstă, dinspre copilărie spre vârsta unui adult.”

Moore, B. C. (2012). An introduction to the psychology of hearing. Brill.

Potrivit studiilor realizate în acest domeniu, o acustică deficitară poate cauza: oboseală, dureri de cap, pierderi de memorie, absenteism, agresivitate, depresii.

Ce soluții există?

Școlile trebuie să pregătească nu numai tehnologia necesară, ci și încăperile. În interiorul unei încăperi este important să se asigure CLARITATEA VORBIRII – o durată de reverberație optimă, fără reflexii sonore excesive:

$T_R = 0.8$ secunde pentru sălile cu volum de 100 m^3 ,
 $T_R = 1$ secundă la 600 m^3 , $T_R = 1.2$ secunde pentru 4000 m^3 .



1*, 2* - Foto: Haaga-Helia Campus, Finland / Porvoo – Master DS, Akusto Wall C

1. ALEGEREA SOLUȚIILOR ACUSTICE ESTE CHEIA

Un mesaj rostit este dificil de înțeles într-o sală cu durată de reverberație prea mare; fiecare silabă se răspândește un timp îndelungat, se amestecă la rândul ei cu precedentele, ceea ce duce la un discurs de neînțeles.

Pe de altă parte, este dificil ca profesorul să se facă înțeles din toate unghiurile unei săli cu reverberație prea mică (deci într-o

sală prea absorbantă), iar el trebuie să-și forțeze vocea pentru ca nivelul sonor să fie suficient de clar în zonele cele mai îndepărtate.

Adăugarea materialelor fonoabsorbante reduce durata de reverberație și îmbunătățește, de obicei, inteligibilitatea discursului, dar poate reduce în același timp și nivelul sonor al conversației, ceea ce conduce la diminuarea inteligibilității.

În concluzie, o prea mare cantitate de materiale fonoabsorbante reduce durata de reverberație, dar și inteligibilitatea vorbirii.

Claritate mai bună a vorbirii

Când reflexiile sonore se întorc prea rapid (< 50 ms) interferează cu sunetele pe care vorbitorul le emite la acel moment. Și reflexiile care se generează mai târziu (> 50 ms) maschează sunetul emis la momentul respectiv de vorbitor, creând un efect de ecou.

Cu cât raportul este mai mult în favoarea reflexiilor rapide, cu atât le este mai ușor studenților să asculte, să înțeleagă și să își amintească ceea ce s-a discutat.

De exemplu, în Campusul Porvoo din Finlanda, toate spațiile de învățare beneficiază de plafoane suspendate cu rol acustic:

- în fața sălii de clasă, pe plafon au fost montate plăci reflectante,
- în restul sălii există plăci Ecophon Master® Ds,
- cel puțin doi dintre pereți sunt dotați cu panouri acustice Ecophon Akusto® Wall, iar peretele din spatele clasei este total acoperit cu materiale ce absorb sunetele.

Proiect: Haaga-Helia Campus, Finlanda / Porvoo, **Arhitect:** Siren Arkkitechdit Oy/ proiectant principal Jukka Siren, Arh. coord. proiect Marja-Riitta Elomaa, **Proiectare acustică:** Akustiikkasuunnittelu Alpo Halme Oy, Eija Halme-Salo, **Arie proiect:** 9400 m², **Fotograf:** Kari Palsila



3*, 4*, 5* - Foto: Haaga-Helia Campus, Finland / Porvoo – Master DS, Akusto Wall



ECOPHON MASTER® A



Coeficientul de absorbție acustică

$\alpha_w = 1$, clasa A, NRC = 1

Clasa de articulare ASTM E1111,
ASTM E1110: AC (1.5) = 200

Diferența de nivel acustic pentru zgomot lateral
Dnfw = 28

Clasa de atenuare acustică a plafonului
ASTM 1414, ASTM E413: CAC = 30 dB



Calitatea aerului

Eurofins Indoor Air Comfort® - IAC Gold

Clasa de emisii formaldehidă French VOC
A+ (cea mai bună)



Declarație de mediu pentru produs EPD

3.70 Kg CO₂ echiv./m²

Reciclabil

100%. Conținut reciclat post-consum minimum 59%



Rezistența la umiditate

RH = 90% la 30°C



Siguranța la incendiu

Clasa A2-s1,d0 - material incombustibil



Reflexia luminii 85%

(culoare White frost NCS S 0500-N)



Greutatea sistemului

aprox. 5 kg/m²

Ecophon®
SAINT-GOBAIN

STUDIU DE CAZ PRIVIND EVALUAREA BIOXIDULUI DE CARBON ÎN CONSTRUCȚII MODULARE

¹Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Inginerie a Instalațiilor
B-dul 21 Decembrie 1989, 400604,
Cluj-Napoca, România

contact: carmen.marza@insta.cluj.ro



Carmen Mârza¹



Georgiana Corsiuc¹



Adriana Iluțiu-Varvara¹

Rezumat. Calitatea aerului interior are un rol important atât asupra stării de bine a ocupanților cât și a eficienței în cadrul activităților prestate – fie că sunt de natură intelectuală sau fizică. În această lucrare, după o prezentare generală a poluanților interiori, autoarele și-au propus să facă un studiu, bazat pe măsurători experimentale, privind emisia bioxidului de carbon într-o construcție caracterizată de volume mici, care face parte dintr-un proiect mai amplu de tipul Start Up Nation, prin care s-au propus mai multe tipuri de case modulare.

Cuvinte cheie: calitatea aerului, construcții modulare, poluanți, dioxid de carbon

1. INTRODUCERE

După 1989 au existat în țara noastră mai multe curențe în ceea ce privește construcția clădirilor rezidențiale. Într-o primă etapă, ca antireacție la faptul că majoritatea oamenilor trăiau în apartamente de dimensiuni modeste, în blocurile construite după proiecte tip, cei cu posibilități financiare au optat pentru construcții unifamiliale, caracterizate de cele mai multe ori prin spațiu excedentar. În timp, s-au constatat dezavantajele locuirii în asemenea case, care, vizează în principal costurile ridicate de întreținere și consumurile mari de energie. S-au construit apoi clădiri multifamiliale, tot cu spații generoase, dar odată cu schimbarea generațiilor și migrarea populației rurale în zona urbană – sursă de locuri de muncă, a apărut nevoia de noi spații de locuit. Ca urmare, fondul locativ a devenit foarte divers, astfel încât să satisfacă clienți cu posibilități materiale foarte diferite.

O variantă care a început să se dezvolte timid în ultima perioadă, a fost aceea a construcțiilor modulare, care răspunde stilului de viață alert, specific perioadei pe care o parcurgem. Acestea se pretează bine ca și case de locuit de mici dimensiuni, dar pot fi extinse la destinații diverse, ca de pildă case de vacanță, case sociale sau case construite rapid în zone calamitate. În contextul nefericit al pandemiei cauzate de Covid 19, în care s-a practicat muncă la domiciliu și izolarea familiilor, a apărut fenomenul destul de frecvent, de a achiziționa teren în proximitatea zonelor urbane sau în zone retrase și de a amplasa case din acest tip, la care partea de autorizare este mai facilă.

Datorită dimensiunilor mici acestea pot fi transportate pe cale rutieră sau feroviară – dacă există infrastructura, fără eforturi majore [1]. Construcțiile modulare reprezintă o alternativă eficientă și economică de a construi, în care beneficiarul lucrării poate avea certitudinea unei construcții de calitate, în timp relativ scurt, realizată în condiții optimizate de specialiști în domeniu, la un preț stabilit de comun acord, fără ajustări ulterioare [1]. În același timp, acestea se caracterizează prin necesar de energie redus atât în faza de execuție, cât și în faza de exploatare.



O provocare pe care aceste case o ridică specialiștilor din domeniul arhitecturii, dar mai ales a celor din domeniul inginerie civilă și instalații, o reprezintă asigurarea unui climat de viață care să răspundă cerințelor impuse de normative și care să asigure starea de bine a ocupanților. Vorbim aici de calitatea mediului interior, care reprezintă un concept mai complex și de calitatea aerului interior.

2. ASPECTE PRIVIND CALITATEA AERULUI INTERIOR

Dacă calitatea aerului exterior se află în atenția opiniei publice de câteva decenii, având ca obiectiv prioritar monitorizarea gazelor cu efect de seră, calitatea aerului interior în clădiri rezidențiale a fost abordată mai puțin. CAI a fost studiată prioritar în spații cu destinații speciale, cum ar fi laboratoare chimice, farmaceutice, spitale - blocuri chirurgicale, ateliere în care se lucrează cu substanțe volatile sau semivolatile etc.

În prezent, datorită faptului că în medie 60-90% din timp, oamenii îl petrec în incinte interioare – case de locuit, locuri de muncă, spații comerciale, săli de spectacole, de sport etc., CAI devine de asemenea, extrem de importantă [2].

Gazele, vaporii și mirosurile iau naștere în clădirile rezidențiale (cu destinație de locuit) prin degajările organismului uman (bioxid de carbon, amoniac, metan, acizi etc.), emanațiilor din mobilă, covoare, picturi, vopsitorii și alte materiale de construcții (formaldehide), prin procese de combustie și încălzire (oxid de carbon, vapori de combustibil), prin munci de curățenie, prin infiltrarea aerului exterior poluat cu gaze de eșapament sau provenind din zone industriale, prin prepararea meselor la bucătărie, de la băi, de la reacțiile chimice produse de mușegaiuri, ciuperci, sau alte produse în descompunere [2], [3], [4].

În aerul interior al unei încăperi putem întâlni până la 8 000 compuși nocivi, unii provenind de la om, alții de la materialele de construcții și alții din exterior. Poluanții din aerul interior pot fi grupați, după cum urmează [2], [5]:

1. Poluanți din aerul exterior, care pătrund fie la intrarea ocupanților în case, fie prin ventilație naturală sau mecanică, fără o filtrare corespunzătoare;
2. Poluanți care se degajă în spațiul interior:
 - Poluanți biologici – rezultați din degajările organismului uman (CO_2), respectiv bacterii, viruși, părul animalelor de companie, polen, dăunatori; tot aici pot fi încadrați acarienii, mușegaiul, generate de o structură umedă, nesănătoasă a construcției sau menținerea unui nivel ridicat de umezeală;
 - Compuși organici volatili (COV) sau semivolatili (COSV) – rezultați din diverse produse de uz casnic, cum ar fi vopsele, adezivi, spray-uri, la anumite temperaturi;
 - Materiale cu particule PM sau particule fine (PM 2.5) – emise de sobe, încălzitoare, șeminee, unde are loc arderea combustibilului;
 - Monoxid de carbon (CO) – emis din sobe, alte încălzitoare de spații, fumul de tutun, arderea lumânărilor;
 - Dioxid de azot (NO_2) – emis din sobe neventilate corespunzător, fum de țigară.
 - Ozon – dacă stratul de ozon din partea superioară a at-

În această lucrare, atenția autoarelor se focusează pe un studiu privind calitatea aerului interior, abreviată CAI. După o prezentare a principalilor contaminanți ai aerului interior și a principalelor măsuri pentru eliminarea sau reducerea acestora, s-a realizat un set de măsurători pentru a verifica dacă, în cazul volumelor mici de aer – cum este cazul acestor construcții modulare, se asigură un nivel corespunzător al CO_2 , care să nu afecteze negativ sănătatea ocupanților.

mosferei este benefic pentru că asigură protecția împotriva radiațiilor ultraviolete, la nivelul solului acesta este un poluant inodor, cu efecte negative asupra căilor respiratorii și a unor elemente din dotarea caselor (cărți, mobile, țesături); de asemenea pot ridica nivelul altor contaminanți; ozonul se formează în urma unor reacții chimice dintre oxizii de azot și COV, în prezența luminii;

- Radon – gaz radioactiv inodor și incolor format natural prin descompunerea uraniului care se poate găsi în anumite soluri; acesta poate pătrunde în clădiri din subteran, prin fundații, subsol sau fisuri;
- Fumul de țigară, despre care vom dezvolta în continuare.

O poluare cu totul particulară este cea din cauza fumului de țigară care conține un număr important de particule, atât solide cât și gazoase, 1 gram de tabac producând 0.5 litri de fum. O singură țigară degajă 70 mg de CO [6]. Pentru a nu depăși valoarea limită de 5 ppm de CO, este necesară dispunerea unui volum de aer proaspăt de $12.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ($1 \text{ mg}/\text{m}^3 \text{ CO} = 0.9 \text{ ppm}$) [6]. Nefumătorii (în special copiii și persoanele bolnave) suferă de iritații ale mucoaselor și căilor respiratorii. Compușii cei mai nocivi sunt oxidul de carbon și nicotina care, chiar și în concentrații mici, poate provoca persoanelor sensibile grețuri și debuturi de intoxicații. În spațiile publice, datorită legii controversate împotriva fumatului, în foarte multe țări acest tip de poluare a fost eliminat. Dar, această restricție, nu vizează și clădirile rezidențiale și de aceea specialiștii trebuie să informeze despre efectele negative asupra ocupanților.



Toți acești poluanți au efecte negative asupra sănătății oamenilor, cum ar fi: probleme respiratorii, boala cunoscută ca „building illness syndrome”, astm, iritații ale mucoaselor, dureri de cap, grețuri, favorizează cancerul pulmonar și în extremis pot provoca moartea, cum este cazul intoxicației cu CO. De asemenea, contribuie la scăderea imunității organismului.

Concentrația de CO_2 provine în principal din expirație, precum și din ardere, respectiv alte procese care pot să se desfășoare în incinte.

Debitul de CO_2 rezultat din expirație se poate calcula cu relația [9], [10]:

$$G = 4 \times 10^{-5} M \times S_c \quad [\text{l/s}]; \quad (1)$$

unde,

M = metabolismul specific [W/m_2];

S_c = suprafața corpului [m_2], care se poate lua aproximativ 1.8 m_2 ,

respectiv se poate calcula exact după formula lui du Bois [11]:

$$S_c = 0.203 \times 10^{-4} m^{0.425} h^{0.725} \quad [\text{m}^2] \quad (2)$$

unde,

m = greutatea corpului uman [Kg];

h = înălțimea omului [m].

Dar, având în vedere că producerea CO_2 nu se datorează exclusiv expirației, o metodă riguroasă pentru monitorizarea acestuia o reprezintă măsurătorile efective.

Cantitatea de CO_2 se exprimă fie în [ppm], fie în [mg/m^3], iar conform standardelor în vigoare concentrația admisă la interior este de 0.5% [10].

Măsurătorile s-au efectuat într-o construcție modulară lansată într-un proiect de tip Start Up Nation, prin care au fost propuse mai multe tipuri de case modulare – la concepția cărora au avut contribuție și autoarele, care beneficiază și de o linie de producție. Casa pe care s-au efectuat măsurătorile privind concentrația de CO_2 se găsește amplasată în localitatea Podeni – jud. Cluj și are partiul în Fig. 1., respectiv secțiunea cu vedere prezentată în Fig. 2.

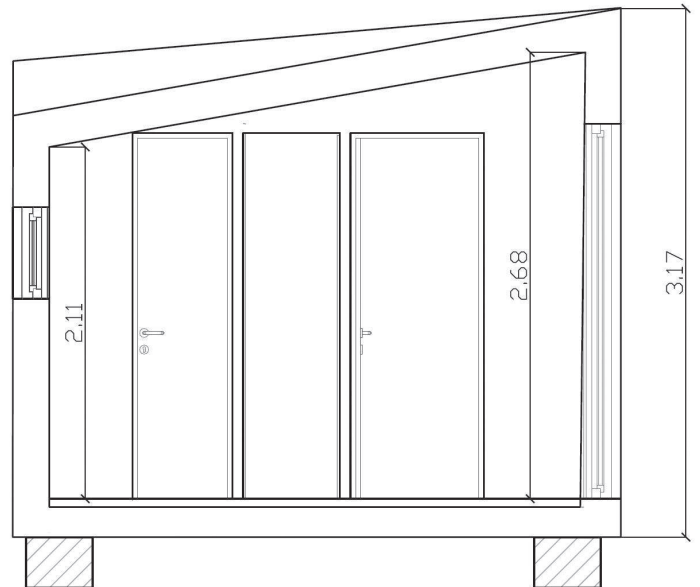


Fig. 2. Secțiune verticală prin casa modulară

Casa este compusă din 3 module având suprafața totală $S=19 \text{ m}^2$, și anume: un modul care cuprinde baia și dormitorul, iar două module sunt construite având destinație de bucătărie și living, în sistem "open space" și a fost proiectată ca și casă de vacanță care să deservească 2 - 4 persoane.

Pentru a stabili dacă sunt îndeplinite condițiile de CAI din punct de vedere al emisiilor de CO_2 , s-a calculat pe baza partiului și a secțiunii clădirii, volumul interior pentru încăperile în care s-au efectuat măsurători, respectiv a zonei de dormitor pe timp de noapte și a zonei de living pe timp de zi.

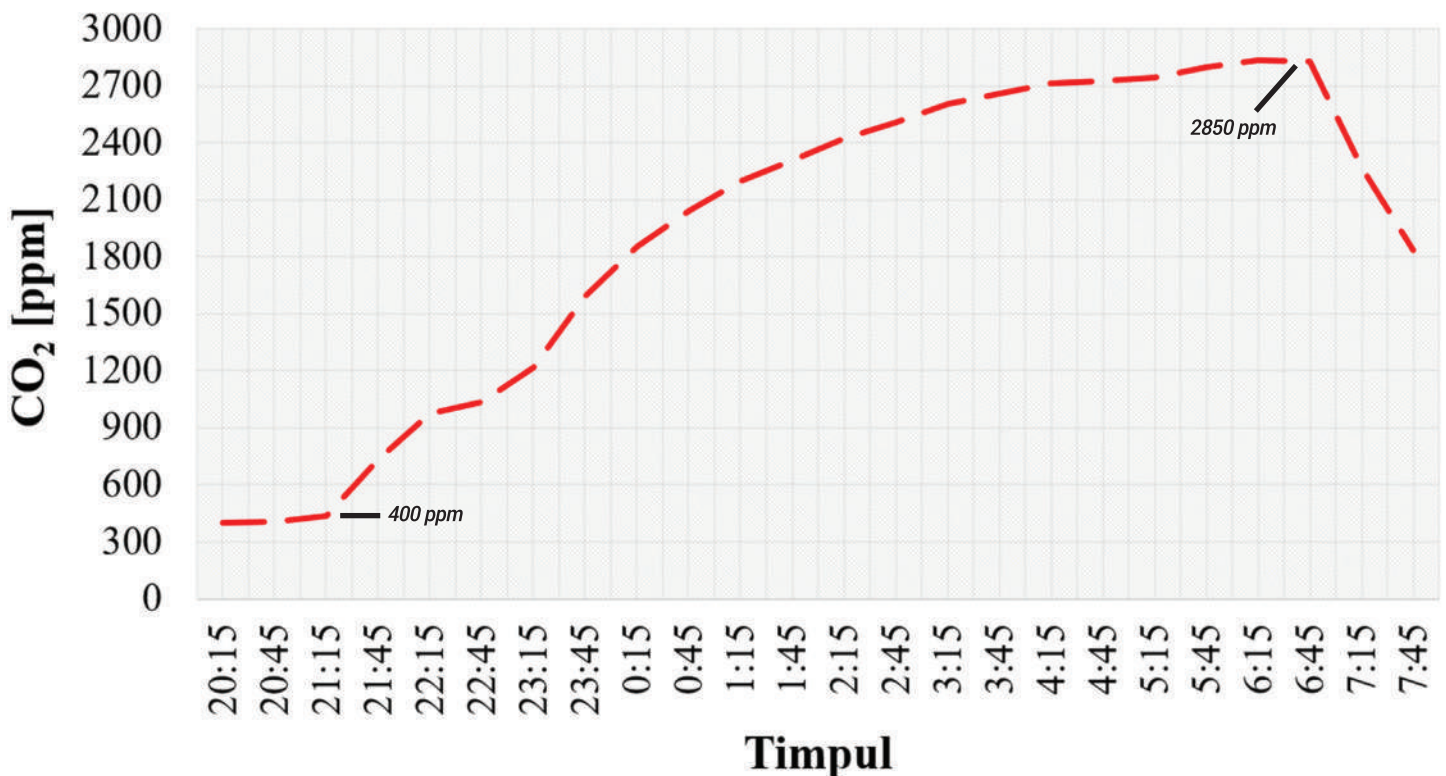


Fig. 3. Concentrația de CO_2 în timpul nopții – cu fereastra închisă

Rolul măsurătorilor centralizate în graficele din figurile 3, 4 și 5 este de a constata dacă sunt îndeplinite cerințele de calitate ale aerului la o casă cu volum mic de aer sau dacă sunt necesare metode suplimentare pentru asigurarea necesarului de oxigen pe durata unei zile.

S-a optat pentru efectuarea de măsurători în cele două destinații de încăperi, cunoscându-se faptul că tipul de activitate influențează respirația unei persoane. Astfel, în

dormitor avem activitate redusă sau de tip odihnă, în timp ce în zona de bucătărie – living considerăm o activitate normală.

Măsurătorile au fost efectuate cu ajutorul Netatmo Smart Indoor Air Quality Monitor, dispozitiv care monitorizează în același timp nivelul de CO_2 , temperatura, umiditatea și nivelul de zgomot. Contorul de CO_2 are un interval de la 0 la 5000 ppm și precizie de ± 50 ppm (de la 0 la 1000 ppm) sau $\pm 5\%$ (de la 1000 la 5000 ppm).

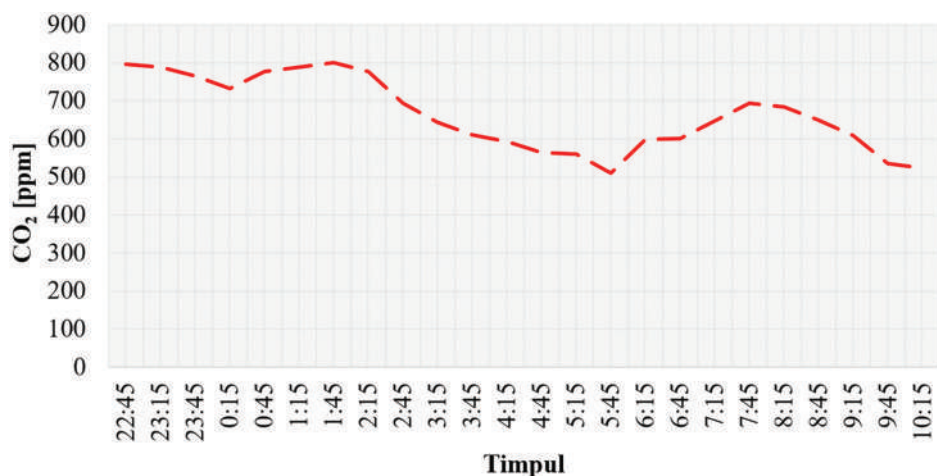


Fig. 4. Concentrația de CO_2 în timpul nopții – cu fereastra deschisă

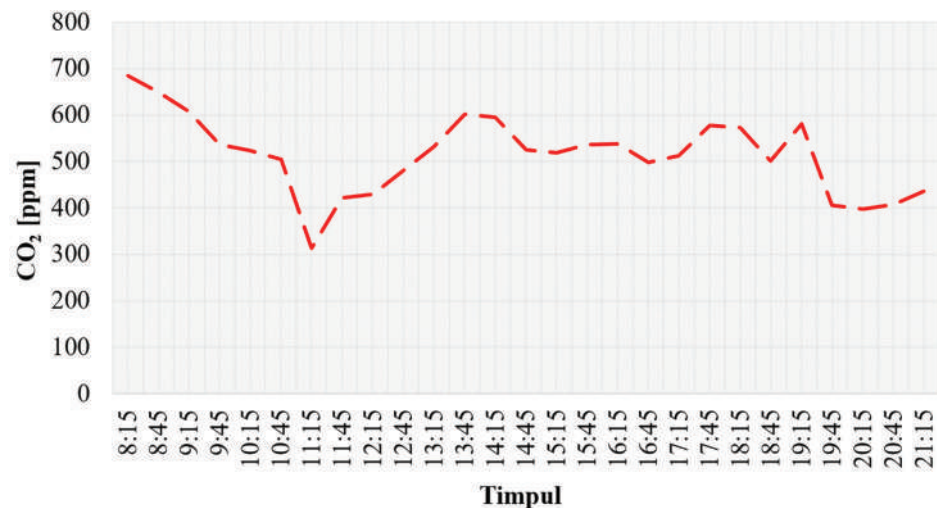


Fig. 5. Concentrația de CO_2 în timpul zilei

Casa a fost locuită de doi adulți. În timpul măsurătorilor temperatura exterioară a avut valori cuprinse între 12 și 23 °C în timpul zilei și între 8 și 12 °C în timpul nopții.

Într-o primă fază, concentrația de CO_2 a fost măsurată în dormitor, pe timpul nopții, cu toate ferestrele închise. Ferestrele au fost închise între orele 20:00 și 07:00.

La ora 07:00 încăperea a fost aerisită prin deschiderea ferestrelor. Pentru a avea pierderi minime de căldură în timpul sezonului rece, construcția a fost foarte bine izolată și închisă ermetic.

Din acest motiv, în urma măsurătorilor, valorile concentrației de CO_2 au fost foarte ridicate, după cum se poate observa în figura 3.

Concentrația de CO_2 a crescut de la 400 ppm la 2800 ppm, depășind cu mult limita recomandată de standarde la sfârșitul nopții.

Standardul ASHRAE recomandă concentrațiile de CO_2 din interior să fie sub 700 ppm pentru a asigura sănătatea oamenilor [2],[12].

Ca măsură de reducere a concentrațiilor de CO_2 pe timpul nopții, în zona de zi a fost lăsată o fereastră întredeschisă, iar ușa de la dormitor a fost deschisă și s-a monitorizat din nou calitatea aerului.

Astfel, după cum se poate observa în Fig. 4., nivelul de CO_2 a rămas în limita de confort impusă de standarde.

În timpul zilei, chiar dacă măsurătorile s-au efectuat cu geamurile închise, valorile concentrației de CO_2 se încadrează în limitele acceptate datorită ventilației naturale realizate prin deschiderea repetată a ușii de la intrare.

4. CONCLUZII

Măsurătorile efectuate în casa modulară de mici dimensiuni studiată (prezentată în imagini), au dus la o serie de concluzii prezentate în continuare.

În timpul zilei, măsurătorile făcându-se în zona de zi, cu un volum de aer mai mare, chiar dacă ferestrele erau închise, valorile concentrației de CO_2 s-au încadrat în limi-

tele recomandate de standarde, respectiv între 315 și 680 ppm. În acest caz, aerul proaspăt a fost asigurat exclusiv prin deschiderea ușii de la intrare.

Pe timpul nopții, în dormitor, caracterizat printr-un volum de aer mai mic, fără ventilație, concentrația de CO_2 a depășit limita recomandată, ajungând la valori de

2800 ppm, ceea ce înseamnă că aerul din încăperea este puternic contaminat, cu posibile efecte negative asupra sănătății. În acest caz, devine imperios necesar să se folosească o metodă de ventilație. S-a observat că, dacă ventilația naturală s-a realizat prin lăsarea ferestrei întredeschise, valorile concentrației de CO_2 s-au încadrat în limite normale.

În cazurile în care ventilarea naturală nu este suficientă sau nu se poate realiza din cauza temperaturilor exterioare extreme (foarte ridicate sau foarte scăzute) pentru diluția noxelor menționate se apelează, fără rezerve, la ventilarea mecanică. Pentru economii de energie se recomandă folosirea unui sistem automat de ventilare cu recuperare de căldură. Această situație va fi analizată în cadrul altei lucrări.

Scopul final este acela de a obține construcții care să îndeplinească cerințele de calitate prevăzute în Legea nr. 10/1995, modificată cu Legea nr. 123/2007 și care se referă la: rezistență mecanică și stabilitate, securitate la incendiu, siguranță în exploatare, asigurarea condițiilor de igienă și sănătate, protecție împotriva zgomotului, economie de energie în corelare cu izolarea termică corespunzătoare a anvelopei, durabilitate și întreținere facilă. De asemenea, aceste construcții trebuie să se integreze perfect cu mediul înconjurător, fără a avea efecte negative asupra acestuia.



Plângerile de lipsă de oxigen sunt în general nefondate, întrucât cantitatea de oxigen conținută în aer nu scade sub 16% din volumul încăperii, ceea ce nu afectează senzația de confort. Există însă și cazuri în care concentrația de CO₂ este prea ridicată, depășind frecvent concentrația maximă admisă, ceea ce impune măsuri de îmbunătățire a aerului.

BIBLIOGRAFIE

1. Mârza, C., Corsiuc, G., Graur, A.M., Study on modular housing design, Journal of Industrial Design and Engineering Graphics, Vol. 14, Issue 1, 2019.
2. ASHRAE, Calitatea aerului din interiorul clădirilor rezidențiale, Ed. Matrix Rom., 2021.
3. Mârza, C., Calitatea aerului - componentă fundamentală a confortului, Simpozionul Național Știința modernă și energia - Producerea, transportul și utilizarea energiei, Cluj-Napoca, 2000;
4. Mârza, C., Corsiuc, G., Despre relația confort ambiental - calitate a aerului - permeabilitate la aer a construcțiilor, Revista Română de Inginerie Civilă, Volumul 8, 2017, Nr. 3, Matrix-Rom.
5. <https://www.eea.europa.eu/ro/semnale/semnale-de-mediu-2013/articole/calitatea-aerului-din-interior>
6. Recknagel, Sprenger, Honmann, Schramek, Le Recknagel, Manuel pratique du genie climatique, PYC Ed., 2001;
7. <https://www.scienceinschool.org/ro/content>
8. Fanger, P. O., Impact of temperature and humidity on perception and emission of indoor air pollutants, DKV - Tagungsbericht 23 Jahrgang, Leipzig, 1994;
9. Collection des guides de l'AICVF, Principes de l'aerulique appliques au genie climatique, PYC Edition 2014;
10. <https://www.ergonomos.ro/sites/default/files/data/files/calitatea-aerului-interior.pdf>
11. Andreieff de Notbeck, Manuel de conditionnement d'air, Pyc. Ed., 1986.
12. Tran, V.V, Park, D., Lee, Y.C., Indoor Air Pollution, Related Human Diseases, and Recent Trends in the Control and Improvement of Indoor Air Quality, International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020; 17(8):2927. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082927>.

**Revista INGINERIA
INSTALATIILOR**
ofertă publicitară

Următorul număr: martie 2022



Membrii AIIR - persoane juridice beneficiază de un discount de 15%

ADVERTORIAL

1 Pagină.....	350
2 Pagini.....	600
4 Pagini.....	1000
1 Pagină + machetă full page.....	700
3 Pagini + machetă full page.....	1200

MACHETĂ PUBLICITARĂ

1/4*Pagină.....	170
1/2*Pagină.....	300
Full Page.....	500
Coperta 1.....	1100
Coperta 2.....	650
Coperta 3.....	650
Coperta 4.....	900

DISCOUNT

Se aplică discounturi de 10%, 15% și 20% pentru 2,3 și respectiv 4 apariții. Alte variante de colaborare vor fi negociate separat.

Prețurile sunt exprimate în euro și nu includ TVA.

SIMULATION OF THE MICROCLIMATE IN A CHURCH DURING COLD SEASON



Florin-Emilian Țurcanu¹



Sebastian Hudîșteanu¹



Marina Verdeș¹



Nelu-Cristian Cherecheș¹

¹The Technical University of Gheorghe Asachi, Faculty of Civil Engineering and Building Services, Department of Building Services, Jassy, Romania;

²The Technical University of Gheorghe Asachi, Faculty of Civil Engineering and Building Services, Department of Civil and Industrial Engineering, Jassy, Romania;

contact: cristi_cherecheș@yahoo.com



Ana Diana Ancaș¹



Cătălin-George Popovici¹

Abstract: In the paper is presented a heating system installed in church and the interior climate generated. Thermal Comfort is the purpose of each designer, since the design stage and has to be ensure for the churchgoers, but even for the interior finishes. The heating system that uses hydronic radiators is evaluated trough the CFD modelling, in order to evaluate pro and contra arguments. The simulation has been made in a 3d simulation software environment, in Autodesk CFD with good results.



Vasiliță Ciocan¹



Iuliana Hudîșteanu²

Key words: *hydronic heating systems, indoor climate modelling, thermal comfort.*

1. INTRODUCTION

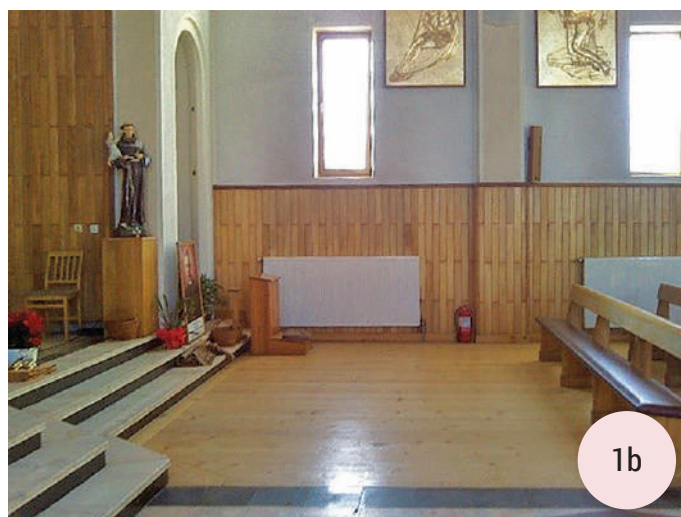
The indoor microclimate that's has been analysed is found in the church of Saint Cross Rising, in the village of Săbăoani, country of Neamț (Fig. 1a). The church has been built in the years of 2000, on a mixt structure of masonry and columns and girders of reinforced concrete. At the top the church has a dome made from reinforced concrete. The heating system is formed by a hydronic radiator systems and a boiler with the power of 40 kW, that burn wood. The heating systems is mounted on the exterior walls under the windows (Fig. 1b).

Church is formed by a single shape nave, with the opening of 13,5 meters and a total height of 14 meters. Also the total length is of 23 meters, this numbers gives a total heating volume for the church of 3000 m³ (Figure 2 a, b).

Exterior walls have the weight of 0.4 meters, covered with a layer of 0.05 meters of polystyrene insulation and the exterior windows are made from insulated glass with woodwork made from PVC.

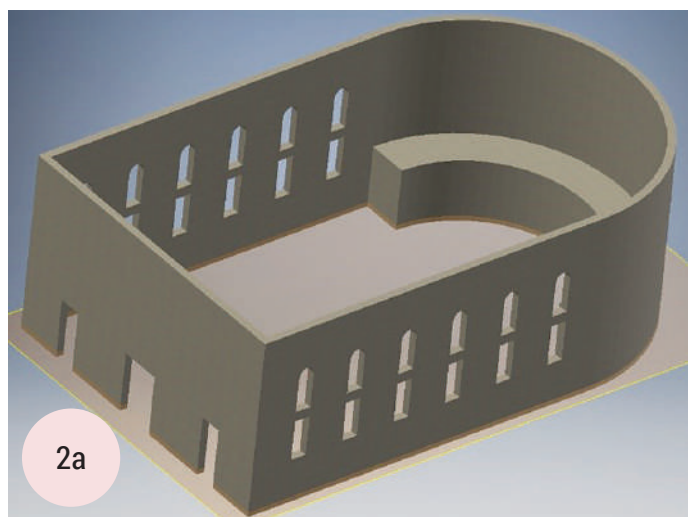


1a

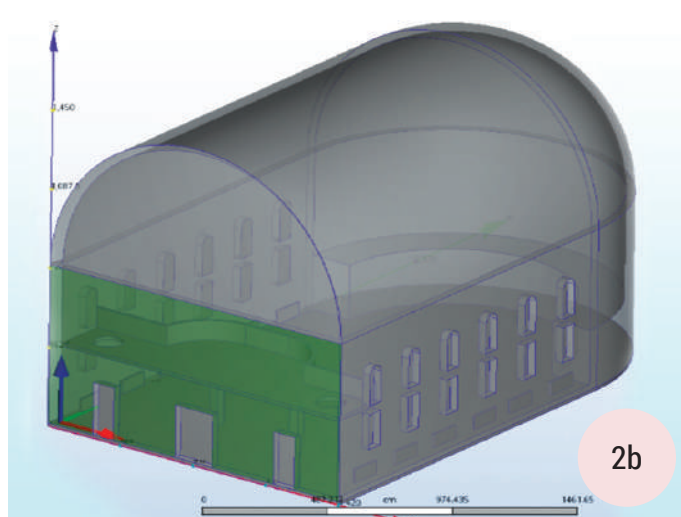


1b

Fig. 1a - Exterior view of the studied church; Fig 2b - Existing heating system inside the church



2a



2b

Fig. 2a, 2b - View of the church from the modelling process

To create an indoor climate, distinct from the outside one, is the main purpose for almost all buildings and in our case for worship buildings. Also the climate created in the churches provides the thermal comfort for the churchgoers. By controlling the parameters that generate the indoor climate leads to an appropriate and sustainable use of the energy resources with a high cost-efficiency management. [1, 2]

In the current practice of heating systems that lead to the creation of the indoor climate in churches, the technical solution are always a reference, meanwhile the real difficulties are

choosing the criteria that form a suitable climate. That is why the literature refers to the following parameters when it comes to the indoor thermal climate of the places of worship:

1. Air temperature; 2. Surface Temperature;
3. Relative humidity; 4. Displacement of Air Currents. [2]

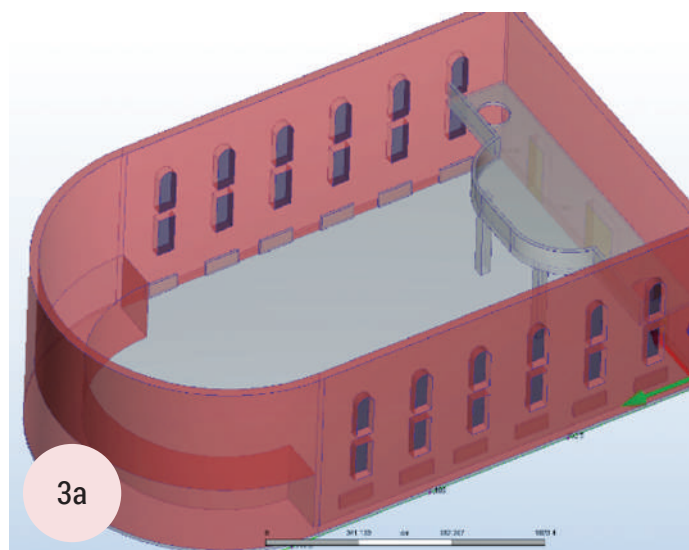
In order to understand how we can control the indoor microclimate in the places of worship, there is a need for a physical and also quantitative understanding of the complex interaction that exists between the above mentioned parameters. [3]

2. MODELLING INDOOR MICROCLIMATE

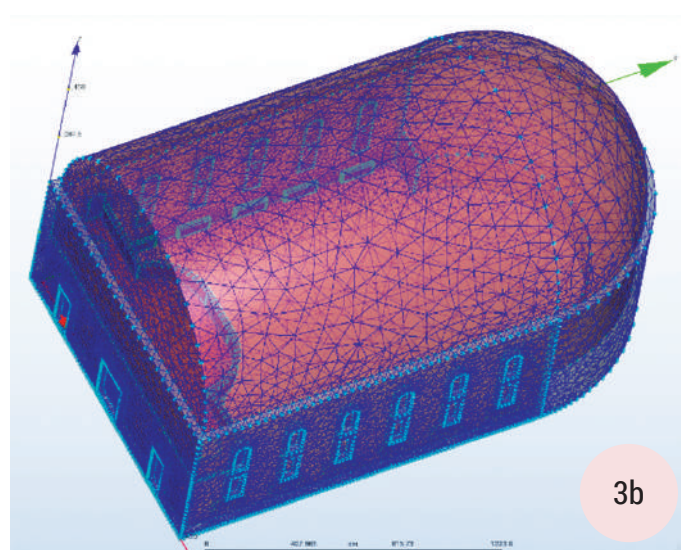
CFD modelling based on FVM (Finite Volume Methods) has opened the way for solving moment, mass and energy equations. Also, the k-e turbulence model and a standard model to define the wall flow, created the premises for dynamics simulations with a high degree of trust for thermal modelling of the interior climate, air movements etc. [4]

This paper analyses the hydronic heating of the air volume inside the church. The modelling allowed to identify the airflows patterns that are generated and their effect on the interior finishes as well as the thermal comfort of the churchgoers. The interior temperature that the heating system generate inside the interior volume has been evaluate as well. [5]

The church has been evaluated in a 3d environment in Autodesk Inventor, as faithfully as possible based on the construction plans. From Autodesk CFD the building has been exported in Autodesk CFD 2018 for further analysis (Fig. 3.a, 3.b).



3a



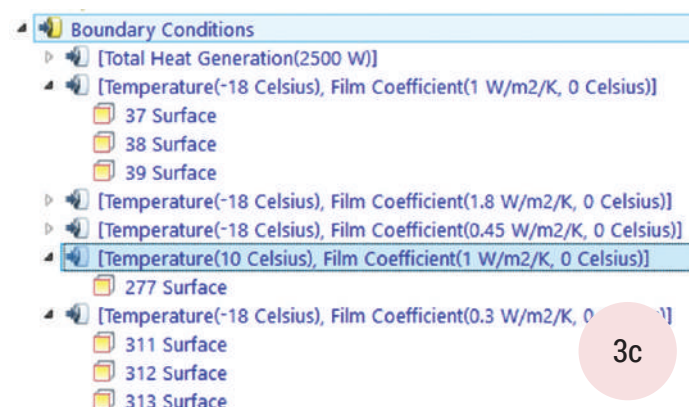
3b

Fig 3a. - Defining the materials for the surface that form the interior volume;
Fig. 3b Discretization of the interior volume

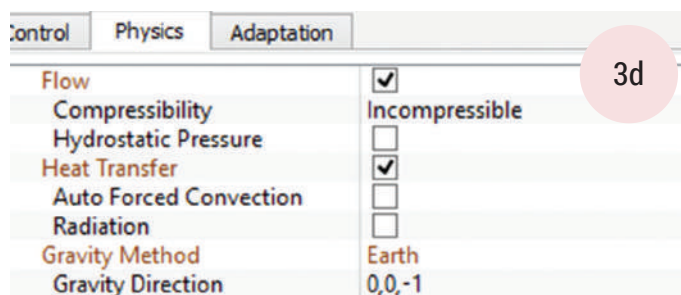
In this stage has been define the materials for all the surfaces that form the indoor heating volume. For all the surface have been imposed the limit condition.

The exterior walls have a thermal resistance of $R = 1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ and the outside temperature is taken for measurements made during winter that has a maximum of $T = -180\text{C}$ (Fig. 3.c). Also the discretization have been made at a step of 0.5 meters resulting 4 million of elements (Fig. 3.d).

For numerical simulation of the indoor climate as well as for all simulations it is important to reduce numerical errors. Therefore, for volume simulations, meshing refinements were made



3c



3d

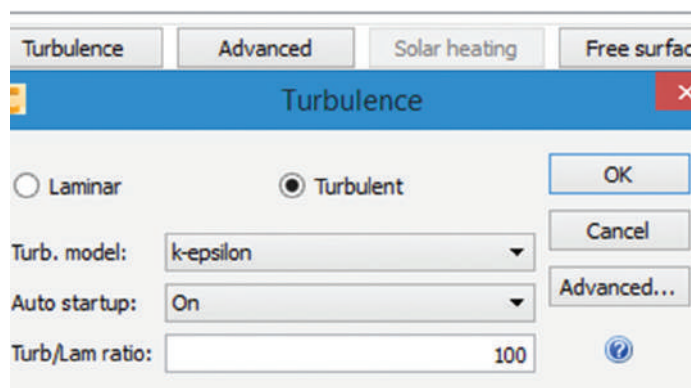


Fig. 3c - Imposing the boundary conditions;
Fig. 3d - Defining the turbulence model along other parameters for running the analysis

3. CONCLUSION

Hydronic heating system works on the basis of natural convection in large proportion (90%). The air enters the bottom, is heated due to the buoyancy phenomenon and it comes out at the top (Figure 4a, b).

When it is in function, a radiator heating system causes air drying, so the $RH\% <$, sometimes too low. This is especially true in areas with cold climate and when the system is in continuous operation. The system creates convection currents (air velocity

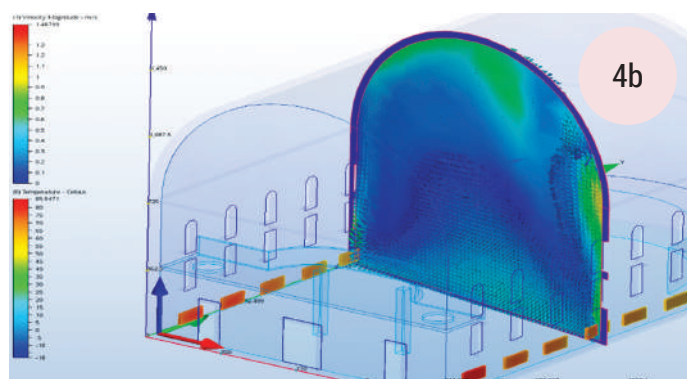
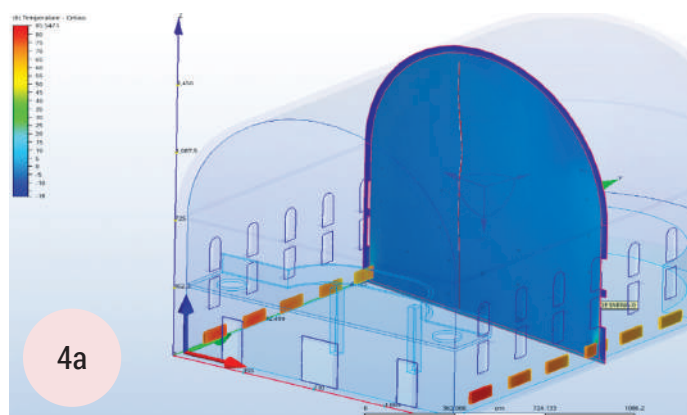


Fig. 4a - Temperature in a transversal section plane;
Fig. 4b - Air velocity and temperature along a transversal plane

REFERENCES

1. SCHELLEN, H. & LAMBERTUS, H., 2002. Heating Monumental Churches - Indoor Climate and Preservation of Cultural Heritage. Eindhoven(NL): Technische Universiteit Eindhoven.
2. Şen, Z., 2008. Solar energy fundamentals and modelling techniques: atmosphere, environment, climate change and renewable energy. London: Springer-Verlag Limited.
3. VARAS-MURIEL, M., MARTÍNEZ-GARRIDO, M. & FORT, R., 2014. Monitoring the thermal-hygrometric conditions induced by traditional heating systems in a historic Spanish church (12th–16th C). Energy and Buildings, 75(3), pp. 119-132.
4. MARTINEZ GARRIDO, M. I., FORT, R. & VARAS MURIEL, M. J., 2016. Sensor-based monitoring of heating system effectiveness and efficiency in Spanish churches. Indoor and Built Environment, 21(1), pp. 156-165.
5. Liu, J., Yao, R. & McCloy, R., 2012. A method to weight three categories of adaptive thermal comfort. Energy and Buildings, Volume 47, p. 312–320.
6. Bratasz, Ł.; Kozłowski, R.; Camuffo, D.; Pagan, E. Impact of indoor heating on painted wood: Monitoring the altarpiece in the church of Santa Maria Maddalena in Rocca Pietore, Italy. Stud. Conserv. 2007, 52, 199–210.
7. M. Torres, V. Freitas, Treatment of rising damp in historical buildings: wall base ventilation. Build. Environ. 42(1), 424–435 (2007)
8. Camuffo, D., Pagan, E., Schellen, H. & Limpens-Neilen, D., 2014. A practical guide to the pros and cons of the various heating systems with a view to the conservation of the Cultural Heritage in Churches. Results of the European Project Friendly Heating EVK4-CT-2001-00067, s.l.: s.n.

exceeding 1 m/s, Figure 4. b) which drives the particles suspended from air and causing the surface that comes into contact with the air dust to blackening.

From the point of view of the internal thermal comfort, the system is efficient when is used without interruption (Figure 5 a, b, c), but also when the number of radiators is enough and the temperature of the heated volume is homogeneous, especially for small volumes of air.

From visual point of view the hydronic heating system brings discomfort both through the heating bodies and the pipes that are connected to each other and with the boiler.

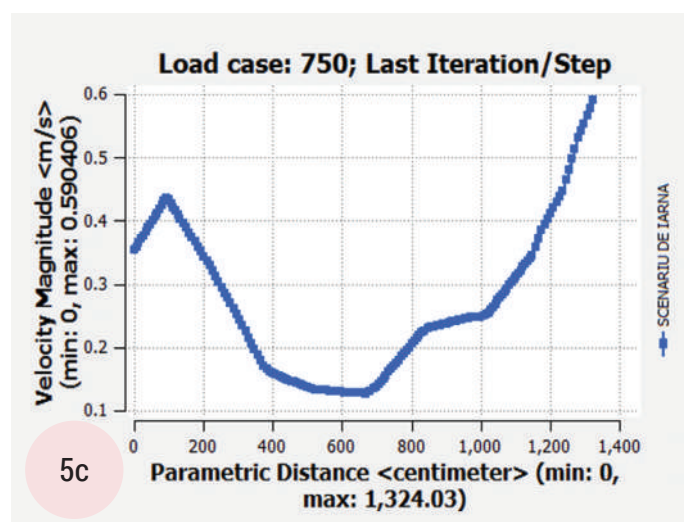
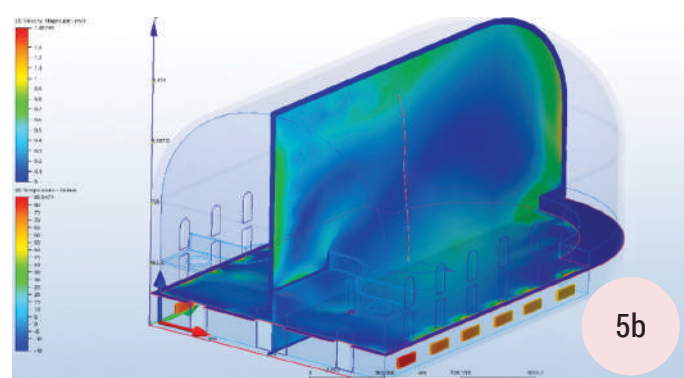
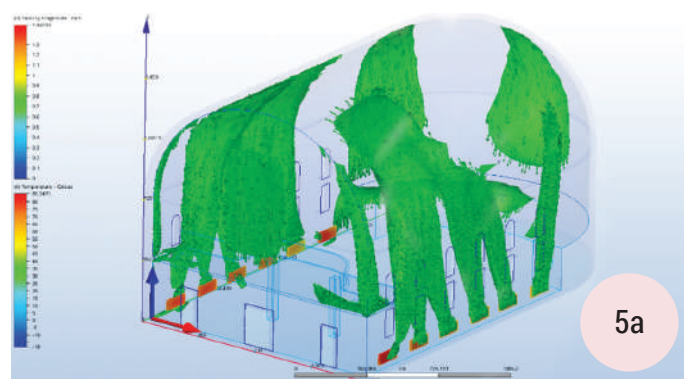


Fig. 5a - Air currents movement;
Fig. 5b - Air and Temperature gradient along longitudinal section;
Fig. 5c - Air velocity along the line drawn in fig. 5b.

nZEB (r)EVOLUTION. SIMULATIONS OVER THE DAILY LIFE APPLICABILITY OF EPB STANDARDS

¹Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Building Services, Romania

²University of Architecture and Urbanism Ion Mincu Bucharest

contact: catalin.oprescu96@gmail.com



Cătălin Oprescu¹



Bogdan Țărălungă²

Abstract: This paper presents a study on the daily life applicability of EBP standards. The model used is a primary school belonging to the Brașov county, named Venetia de Sus. The simulation is intended to analyze the current state of the building as well as ways to improve it to the standards of nZEB.

The simulations showed that the current state of the building lets much to be desired on the efficiency of the energy used, 284.8 kWh/m²/year being the resulted primary energy consumption and 73.63 kgCO₂/m²/year being the CO₂ emissions. Much of the data was to be expected since the building is very old and besides some minor renovations along the years on the windows and exterior walls, nothing much was changed.

Bringing the building to the nZEB standard not only required some structural renovation of the walls, ground floor and ceiling but changes to the windows, heating system and lighting system as well as bringing a mechanical ventilation system to the building that it never had so far, all to reduce the primary energy consumption to 71 kWh/m²/year and the CO₂ emissions to 17.55 kgCO₂/m²/year. Altogether this achieved a 75% economy.

Index terms – nZEB, EPB standards, PV/T, primary energy, CO₂ emissions

1. INTRODUCTION

The current EU building stock is old and energy inefficient. The latest studies show that buildings are responsible for approximately 40% of the energy consumption and 36% of the CO₂ emissions of the EU. Currently, about 35% of the EU buildings are over 50 years old and almost 75% of the building stock is energy inefficient.

Besides the intensive efforts put into energy renovation of existing buildings, the EU is also concentrating on the implementation of advanced energy efficiency requirements for all new buildings. Moreover, Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings (EPBD) requires that by the end of 2020 all new buildings are nearly zero-energy buildings.[1]

nZEBs are buildings with a very high energy performance. The low amount of energy that these buildings require comes mostly from renewable sources. In combination, existing technologies related to energy savings, energy efficiency and renewable energies are sufficient to reach the nZEB target. The slightly higher technology costs

of early nZEBs have reduced since 2020 in reaction to more mature markets and larger volumes.[2]

Even though in recent years there has been great progress in the field of energy efficient buildings, people still tend to have different views and various concerns regarding nZEBs, very often connected to the investment and maintenance costs. In addition to that, early nZEBs are often associated with a lack of trust among end-users, due to the complexity of systems and end-users's beliefs about various constraints regarding living in nZEBs. Understanding the doubts and fears as well as the benefits for the end-users living in nZEBs may substantially contribute to a better acceptance of high-energy performance buildings in the future that we all step to.[3]

nZEB is accomplished by incorporating energy saving strategies with passive and active energy production designs and technologies. The site-specific design will respond to its location, regional climate and intended use. In order to realize savings in energy costs, time

needs to be dedicated to analyzing the interactions of building systems and to life cycle cost analyses of potential efficiency upgrades.[4]

Effective NZEB projects require thinking about design in a different way. Maximizing the use of passive resources, such as natural daylight and ventilation, will aid in making buildings more efficient. Active renewable resources such as wind and solar energy can be captured and used to replace the energy used by the building. Make-up for the remaining energy consumption can be offset by reducing waste, maximizing efficiency, and by integrating

energy management control systems. In turn, these spaces become healthier, more satisfying spaces in which to live, work or play.[5]

There are many advantages to building or renovating a building to be a nZEB, but THE KEY advantages are:

1. low energy demand for heating (and cooling);
2. high share of renewable energy sources;
3. low energy costs;
4. low CO₂ emissions;
5. good thermal comfort and indoor air quality.

While these are all important advantages for the core concept, the indoor air quality might be the single most important aspect of nZEB, now more than ever given that for 3 years we have been battling with the COVID-19 pandemic and with no end in sight we must do all that we can to limit the spread and design a safe environment for every person, no matter the cost.[6]

So far we have only done the simulations but we are looking forward to seeing this changes being implemented and look at children going back to school without any worry of getting infected by COVID-19 or even the common flu.

2. DESIGN BUIDLER STUDY

A. Objectives of the Design Builder simulations

The aim of this approach is to have a precise estimation of the performances the building in its current and future state attains. This allows relevant comparisons in order to clarify the efficiency of the proposed intervention. Moreover, this analysis constitutes a solid starting point for the implementation of the renewable energies.

B. Description of the method used

The approach of this study begins initially with the current state in which the building can be found. Afterwards the analysis is gradually built with the knowledge regarding the ways in which the school works, the number of children, their schedule etc. The first major step is the annual analysis of the school. This highlights the weak points of the building, the periods of the year when the most energy is lost, used. It



Fig. 1. The position of the school in the village

is also important to note the periods when the solar gains are most prevalent.

The second phase of the study means

reconstructing the first analysis and integrating classic solutions which prove to make significant differences. Therefore, the second part of the study constitutes a



Fig. 2. From site visits to sketching ideas and implementing the 3D model

60 degrees Celsius so as to prevent the apparition of bacteria such as Legionella. The healthcare aspect of public institutions proves to be more important than ever given the current pandemic.

E. COVID-19 and air freshness

One final observation worth to be mentioned is that regarding the potential of the ventilation system implemented to prevent the spread of viruses such as SARSCoV-2. By increasing the airflow from 15 m³/h/person (as it is suggested in the current legislation) to 36 m³/h/person with an increase in energy consumption of only 1.16, as the analysis in Design Builder suggests (From 13865.5 kWh to 16103.15 kWh).

The potential of such changes goes to show that the adaptive character of buildings can easily be built upon their energy efficiency.



It is therefore essential to take into consideration the capability of the building to integrate and adapt to new conditions such as the ones imposed by the Covid-19 pandemic.

3. RENEWABLE ENERGY SIMULATION STUDY

A. Objectives of the Simulation Study

The scope of the simulation study is to assess whether the implementation of solar panels, PV panels and of a wind turbine are viable renewable energy sources for the primary school renovated using the EPB standards.

B. Reference building

Primary school Veneția de Sus is an old building, founded in 1937 in the village of Veneția de Sus of the Brașov county. The building is situated in a rural area in a sheltered environment with only a ground floor.

The exterior walls of the building are made of 32 cm solid brick. The floor slab is made of concrete and has no thermal insulation. The roof is made out of tile and both the windows and the doors have double glazing.

The building is located at 468 m above sea level with a latitude of 45.859° and a longitude of 25.242°, in climate zone IV with an exterior temperature of -21°C and in eolian zone II denoting a wind speed of 0.2 m/s.

C. Simulation Methodology

Case study 1 – Solar panels

For simulating the solar energy yield of the zone we have used Sonnenkraft's solar simulation tool with the desired usage of the solar energy being primarily for heating and hot water. With a need for hot water of 265 liters/day and a heated building area of close to 300 m² we would need a collector area of 12.9 m² meaning a number of 5 collectors with a tilt angle of 45° and orientated south.

Total annual field yield would reach 8944 kWh. The summer month will bring the largest yield but the system will still work to bring a bit of energy even in the harsh days of winter, not dropping under 300 kWh besides December.



Fig. 7. Reference building - Veneția de Sus

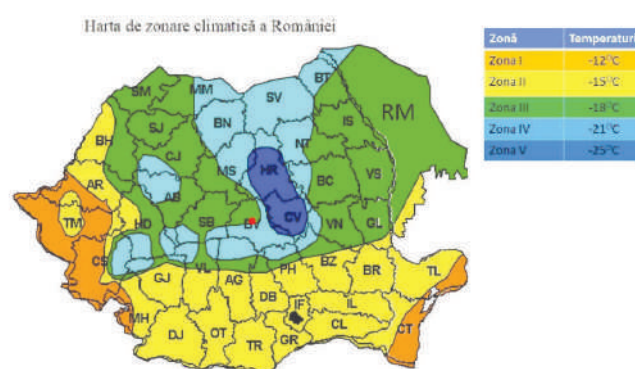


Fig. 8. Climate map of Romania

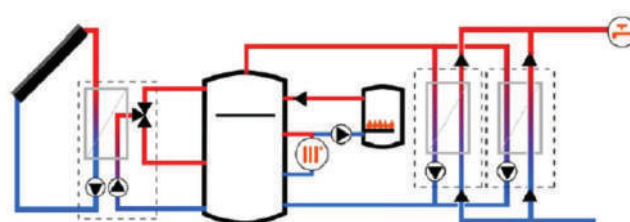


Fig.9. Schematic view of the system

Case study 2 – Grid connected PV

For this study we used the JRC Photovoltaic Geographical Information System to simulate the performance of grid-connected PV in the zone of the building. Using 5 kWp of installed PV power with a PV technology of mono crystalline silicon and a slope of 45°, the yearly PV energy production would reach 5854 kWh. The year-to-year variability of 359 kWh being 26 % less than the monthly average output, makes us look forward to the stability of the energy generation over time. (Fig.11, Fig.12)

Case study 3 – Wind energy

The last study we've done is on the usage of wind turbines to capture the wind energy for everyday usage. To make a simulation as close as we can to the parameters of the zone we checked the meteorological data of the zone over the years and we have remarked that on average the wind speed is 1.92m/s with slight deviations of 2-5% depending on the month.(Fig.13)

Given the low wind speed, we next had to find a wind turbine that can make the most out of it at a reasonable cost. After much research we have decided to use a VAWT-a vertical axis wind turbine-

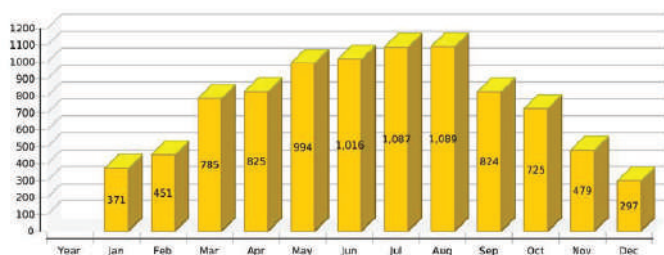


Fig.10. Solar thermal energy to the system – [kWh]

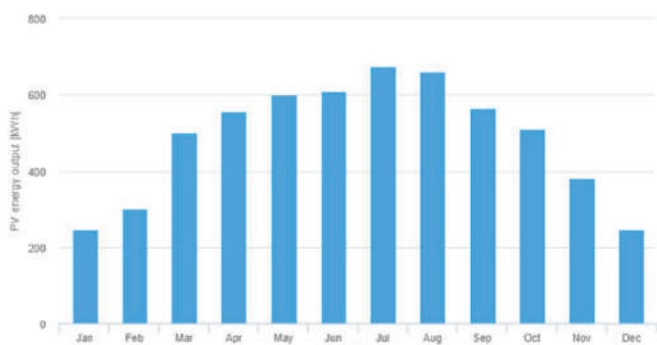


Fig.11. Monthly energy output from fix-angle PV system

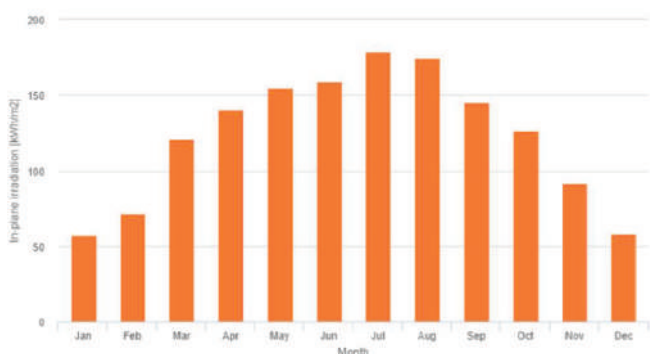


Fig.12. Monthly in-plane irradiation for fixed-angle

model 0752 of company ROLIX. This new type of vertical axis wind turbine is specifically designed for efficient collection of low intensity wind, inconstant, or in existing gusts at low altitudes above the ground.(Fig.14)

With the vertical positioning of the rotor, the wind turbine produced by Rolix has the same power performance as a classic wind turbine, but has a much smaller overall composition, and does not produce noise or annoying shadows.

Wind energy is a clean and renewable energy but it is intermittent, with variations during the day and season, and even from one year to another. Wind turbines operate about 60% of the year in windy regions. Most turbines produce energy over 25% of the time, this percentage increasing in winter, when the winds are stronger.

In the situation where the current produced by the wind turbine cannot be introduced in the electrical network, there is the option of storing the additional current in the batteries for later use. The batteries (12V, 24V, 48V etc) are connected to an inverter that converts the current to the voltage of the appliances in the house, ie 220V.

Based on the annual estimates of wind speed we simulated that using this type of vertical turbine will yield 4842 kWh/year. While this yield might not be the highest compared to the other options we still need to remember that this system works best in the winter compared to the solar and PV systems that shine in the summer.

D. Results and Discussion

Based on the result of all 3 case studies we would very much want to recommend the implementation of the solar thermal energy system to reduce the burden of the preexisting heating and hot water systems in combination with the vertical turbine to take advantage of the wind energy that can be generated as well as a backup energy source in case of a blackout generated by the national power supply failure or natural disasters.

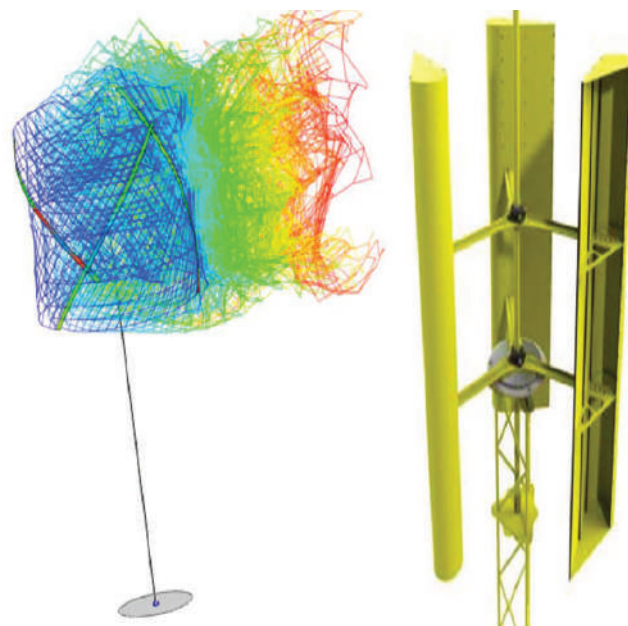


Fig.13. Wind speed simulation of 1.92 m/s with color by age

4. CONCLUSIONS

The most obvious lesson to be learned from this analysis is the amazing capacity of technology to help us in the development of our buildings. Integrating the abilities of such software as Design Builder in the matter of bringing up to date old buildings, even historic ones, is of great importance, as it allows us to find precise estimations and build solid arguments for our decisions.

By doing the 3 case studies on renewable sources of energy we managed to compile that the total annual field yield of an integrated solar thermal energy system would be 8944 kWh, for a PV

system made out of the PV technology of mono crystalline silicon, the yearly PV energy production would reach 5854 kWh and for a Vertical Axis Wind Turbine, though lower than the other renewable energy systems would still yield a 4842 kWh per year and provide energy most noticeably in the winter. From an economic point of view, the improvements studied in this paper can bring significance in annual costs of resources.

For instance, given the natural gas price for 150 RON / MWh, the price would reduce from 7633.5 RON to 2514 RON for a whole year.

REFERENCES

- [1] https://ec.europa.eu/energy/content/nzeb_en
- [2] https://www.researchgate.net/publication/314280467_The_importance_of_the_solar_systems_to_achieve_the_nZEB_level_in_the_energy_renovation_of_southern_Europe's_buildings
- [3] <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/nearly-zeroenergy-building>
- [4] <https://thermohouse.ie/blog/nzeb/>
- [5] <https://www.millionacres.com/real-estate-investing/commercial-realestate/pros-and-cons-net-zero-energy-building/>
- [6] <https://ec.europa.eu/cefdigital/wiki/display/CEFDIGITAL/Fighting+COVID-19>



CONFERINȚA NAȚIONALĂ DE INSTALAȚII Ediția 57/2022, Sinaia

13-14 Octombrie 2022

SOLUȚII DE REDUCERE A PIERDERILOR DE CĂLDURĂ ÎN SISTEMELE DE TERMIFICARE PRIN ZONAREA TEMPERATURII DE LIVRARE

¹Universitatea Politehnica Timișoara,
Facultatea de Construcții, Traian
Lalescu 2, 300223,
Timișoara, Romania

contact: adriana.tokar@upt.ro



Daniel Muntean¹



Matei Mirza¹



Adriana Tokar¹

Rezumat: În contextul schimbărilor climatice generate de emisiile de CO₂ și a problematicii sistemelor de termoficare din România, articolul propune implementarea unor soluții de eficientizare energetică a sistemelor de termoficare prin reducerea pierderilor de căldură și implicit a emisiilor de CO₂. În acest sens, s-au efectuat simulări pentru racordarea din rețeaua primară a sistemului centralizat de termoficare a unei zone rezidențiale, nou construite, din Timișoara, utilizând o buclă de amestec amplasată pe ramificația din rețeaua primară. Pentru un necesar de căldură de 2,156 MW, calculat pe baza volumului util locuit, s-a considerat cazul cel mai dezavantajat (iarna -15°C) pentru care temperaturile pe tur și retur la soluția clasică existentă sunt ($t_t=115^\circ\text{C}$ și $t_r=65^\circ\text{C}$), iar pentru soluția propusă ($t_t=60^\circ\text{C}$ și $t_r=40^\circ\text{C}$). Rezultatele obținute pe baza simulării indică o reducere a pierderii de energie, pentru zona propusă, în varianta de alimentare cu sistem cu buclă de amestec, de 34,5% comparativ cu varianta de racordare clasică posibilă în prezent.

Cuvinte cheie: rețea termoficare, zonare temperatură, reducerea pierderilor de căldură

1. INTRODUCERE

În sistemele clasice rețeaua termică primară alimentează întreaga zonă de clădiri racordată la sistemul centralizat de alimentare cu energie termică al unui oraș, iar agentul termic transportat prin rețeaua primară are o temperatură destul de ridicată, ajungând până la 90-160°C pe conducta de tur și 60-110°C pe conducta de retur, temperaturi care variază în funcție de temperatura exterioară și de parametrii de proiectare a cazanelor ce compun sursa de alimentare.

De-a lungul timpului, sistemele de alimentare centralizate cu energie termică, au evoluat, trecând de la generația I și ajungând în prezent la generația III, iar propunerile pentru perioada actuală sunt cele de trecere la generația IV.

Primele sisteme centralizate cu căldură (Generația a I-a) au folosit ca și agent termic aburul, au apărut în Statele Unite în anul 1880 și s-au răspândit pe plan Mondial înainte de anul 1930 [1].

Generația a II-a de sisteme a apărut în anii 1930 și a fost preponderantă până în anii 1970, perioadă în care aburul a fost înlocuit treptat cu apa caldă la temperaturi de peste 100°C. Acest tip de sistem se caracterizează prin consumuri mari de materiale cu slabe proprietăți termice (conducte în canale de beton, schimbătoare de

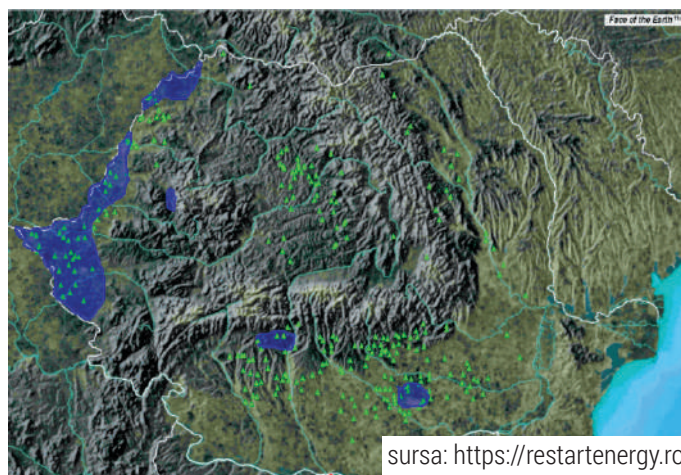


Fig. 1. Localizarea izvoarelor geotermale în România [3]
(Sursa: Energie geotermala: din scoarța Pământului
fix în casa ta | Restart Energy)



căldură în contracurent masive) și un control al cererii de căldură aproape inexistent [1].

Generația a III-a de sisteme a apărut după anii 1970, și se caracterizează prin modernizările făcute în anii 1980 și după, care au constat în scăderea temperaturilor de alimentare a agentului termic, care a continuat să fie apa caldă.

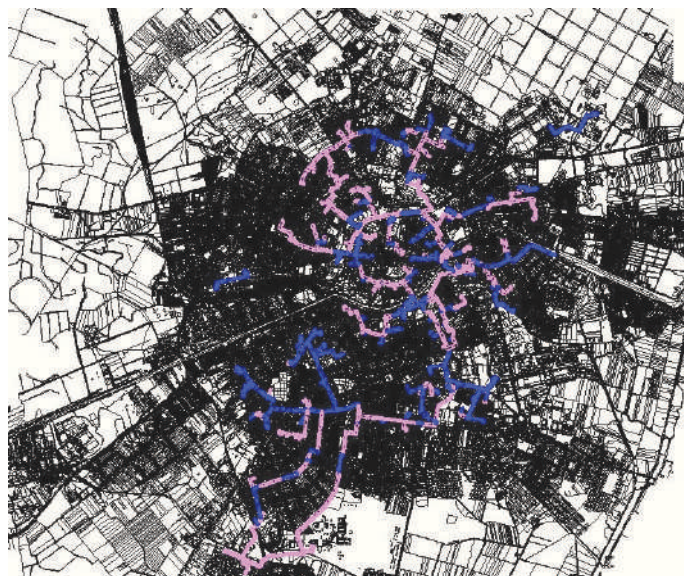
În această perioadă, s-a trecut la componente prefabricate îngropate în pământ (conducte preizolate) și la schimbătoare de căldură cu plăci ceea ce a generat o reducere a consumului de materiale [1].

În contextul exigențelor privind calitatea în construcții, referitoare la economie de energie și izolare termică, respectiv utilizare sustenabilă a resurselor naturale, generația a IV-a de sisteme reprezintă o evoluție firească a celei de-a III-a generații și pune în valoare caracteristicile orientate spre eficiență.

Temperaturile agentului termic de transport sau de distribuție a energiei termice au în continuare un trend descrescător, echipamentele folosite sunt din ce în ce mai modulare, iar materialele sunt din ce în ce mai flexibile și cu pierderi de energie reduse, însă cel mai important aspect îl reprezintă faptul că sistemul permite integrarea mai ușoară a surselor de energie regenerabile.

Cum energia geotermală face parte din clasa energiilor regenerabile și România fiind clasată pe locul trei în rândul țărilor din Europa cu un potențial geotermal foarte ridicat, considerăm că valorificarea acestui potențial în sistemele de termoficare va contribui la eficientizarea energetică a acestora [2].

Deasemenea apreciem că, pentru o societate cât mai verde, această resursă a Pământului va fi din ce în ce mai exploatată. Referitor la zona de vest a României, potențialul geotermal de care dispune Timișoara [3],[4] se poate observa din Fig.1 [3] și respectiv Tab.1 [4].



Legendă rețea termoficare clasică
 — Rețea termică primară clasică
 — Rețea termică primară preizolată

Fig.2. Localizarea izvoarelor geotermale în România [3]
 (Sursa: *Energie geotermală: din scoarța Pământului fix în casa ta | Restart Energy*)

În acest sens, pentru trecerea de la generația III, la generația IV, articolul propune ca și soluții de eficientizare zonarea sistemului centralizat, în sensul că rețeaua de distribuție primară să transporte agent termic pe un traseu principal la o temperatură maximă necesară celui mai defavorizat consumator, din care să fie alimentate zone cu necesar de temperatură inferioară (zone cu clădiri dotate cu instalații de încălzire în pardoseală, pereți și tavane sau instalații de încălzire cu aer).

Tab. 1. Gradul de utilizare a energiei geotermale pentru incalzire [4]

Localitate	Tip	Maximum utilizat			Capacitate		Anual utilizat	
		Debit (kg/s)	Temperaturi °C		MWt	Debit (kg/s)	Energie (TJ/an)	Factor de capacitate
			Intrare	Ieșire				
Timișoara	HB	15	45	25	1,3	10	26,4	0,67

2. SOLUȚII DE REDUCERE A CONSUMULUI DE ENERGIE PRIN REGLAREA TEMPERATURII, LA TRECERE DE LA GENERAȚIA A III-A LA A IV-A

O rețea tipică de termoficare alimentează zone cu diferite nevoi de temperatură pentru încălzirea clădirilor, ca de exemplu zone rezidențiale de tip individual sau condominiu, clădiri administrative și zone industriale (Fig.1a).

Aceste zone vor avea nevoie de temperaturi diferite (pentru industrie temperaturi ridicate, iar în zonele rezidențiale noi cerința este mult mai mică)

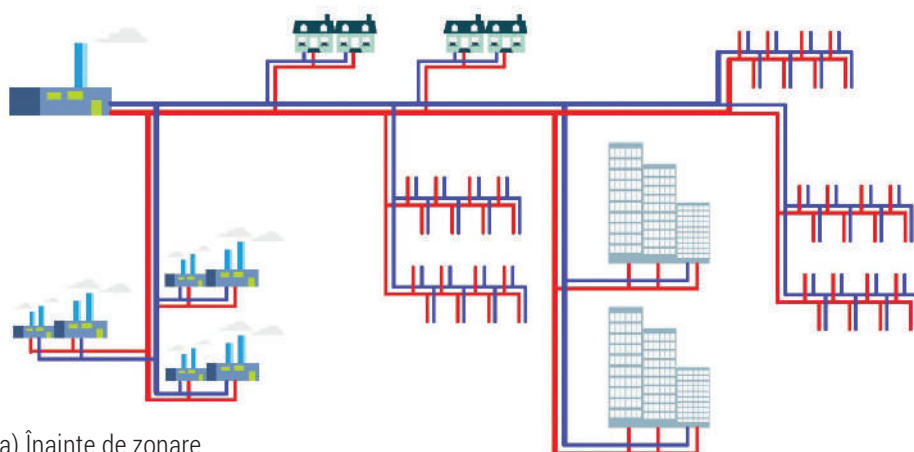
Dacă luăm în considerare întregul sistem de termoficare, pierderea totală de căldură este semnificativă, la fel și potențialul de economisire.

În fiecare zonă, rețeaua de alimentare aferentă este practic o ramură din rețeaua primară principală (Fig.3a) și în aceste puncte de ramificare se propune schimbarea temperaturii prin instalarea unei bucle de amestec (Fig.3b) [6], adaptând temperatura pentru a corespunde cererii reale de căldură din zonă, reducând la minim pierderea de căldură pe ramura respectivă.

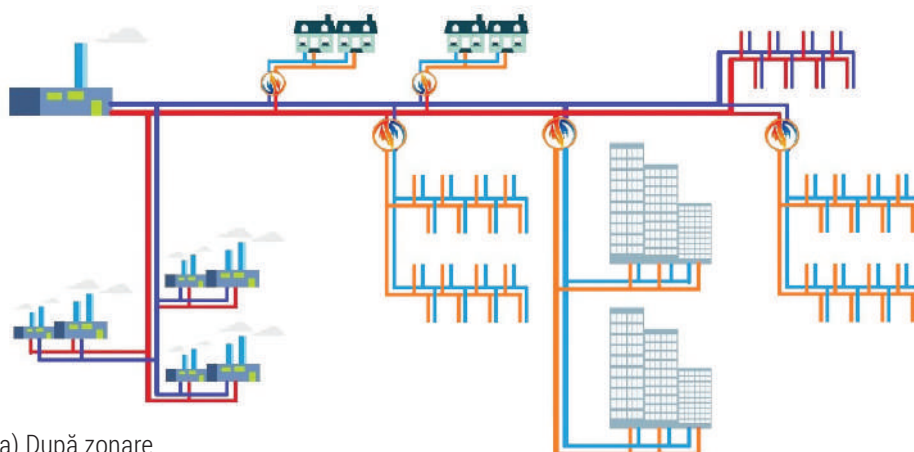
În principiu bucla de amestec preia apa din conducta de retur la temperatura t_r și o injectează în conducta de tur, unde apa caldă are temperatura t_t , rezultând un amestec la temperatura t_{am} , temperatură necesară asigurării parametrilor instalației consumatorilor finali din zona deservită de bucla de amestec (Fig.4) [6].

Pe lângă reducerea pierderilor de căldură, soluția prezintă și următoarele avantaje:

- Capacitate îmbunătățită în rețeaua principală de transport;
- Posibilitatea racordării surselor de energie regenerabilă;
- Reducerea emisiilor de carbon;
- Control mai bun al temperaturii, rezultând o performanță mai bună a rețelei;
- Pierderi mai mici de presiune pe rețeaua principală;
- Control mai bun al presiunii atunci când sistemul utilizează o pompă de amestec montată pe retur.



a) Înainte de zonare



a) După zonare

Fig. 3 Soluții de zonare a sistemului centralizat de termoficare

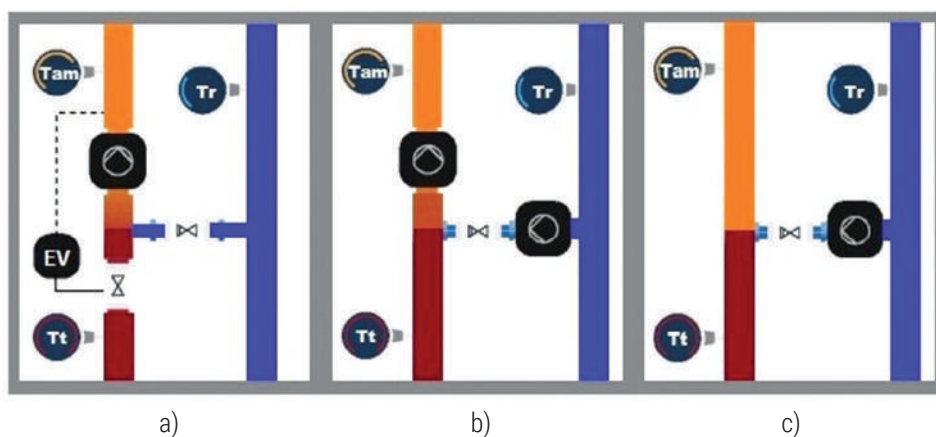


Fig. 4. Sisteme de reglaj cu bucla de amestec
 t_r - temperatură retur, t_t - temperatură tur,
 t_{am} - temperatură de amestec, EV - electrovană

În Tabelul 2 [6], sunt prezentate avantajele și dezavantajele soluției cu buclă de amestec în cele trei variante constructive prezentate în Figura 4.
Prin monitorizarea părților critice ale rețelei cu bypass-uri inteli-

gente sau puncte de măsurare, bucla de amestec ajustează temperatura și presiunea pentru a satisface nevoia consumatorului în timp real, scăzând și mai mult pierderile de căldură și îmbunătățind confortul în mod continuu [6].

Tab. 2. Descriere variante constructive pentru bucla de amestec [6]

Varianta constructivă	Schema de montaj	Componente	Avantaje	Dezavantaje
Clasică	Fig.4a	- Pompă de circulație pe conducta de amestec; - Vană reglare debit pe conducta de bypass; - Electrovană reglare debit pe conducta de tur.	- Cea mai cunoscută soluție; - Ușor de calculat și dimensionat.	- Pierdere de presiune locală în electrovană; - Neutilizarea presiunii disponibile din rețeaua principală; - Costuri de exploatare ridicate.
Curgere liberă	Fig.4b	- Pompă de circulație pe conducta de amestec; - Vană reglare debit pe conducta de bypass; - Pompă de circulație pe conducta de bypass.	- Pierderi de presiune scăzute; - Fiabilitate ridicată; - Costuri de exploatare scăzute.	Control scăzut al diferenței de temperaturi între rețeaua principală și conducta de amestec.
Pompă By-pass	Fig.4c	- Vană reglare debit pe conducta de bypass; - Pompă de circulație pe conducta de bypass.	- Pierderi de presiune scăzute; - Fiabilitate ridicată; - Ușor de implementat.	Control scăzut al diferenței de temperaturi în rețeaua de amestec.

3. INTEGRAREA SISTEMULUI CU BUCLĂ DE AMESTEC PENTRU O ZONĂ REZIDENȚIALĂ DIN TIMIȘOARA. STUDIU DE CAZ

Sistemul de termoficare din Timișoara face parte din categoria sistemelor de generația a III-a ce folosește ca sursă de energie termică combustibil solid cu aport de gaze naturale.

Agentul termic utilizat de centralele de termoficare este apa fierbinte (90°C-115°C) transportată prin circuitul primar către punctele termice zonale unde energia este transferată circuitului secundar utilizând schimbătoare de căldură în plăci. Din punctele termice agentul termic este transportat către consumatorii finali, după cum se poate observa în Fig. 5.

În general, sistemele de termoficare din țara noastră (care conțin în interdependență sursa, rețeaua de apă fierbinte, instalațiile de racordare și clădirile alimentate) utilizează 2 trepte de reglare a temperaturii. Astfel, la sursă se fixează pe baza datelor de prognoză (temperatura exterioară și viteza vântului pentru o perioadă de timp de 6-12 ore), temperatura din conducta de tur în rețeaua primară. La punctele termice se operează o a doua treaptă de reglare prin corelarea temperaturii agentului termic din instalațiile interioare cu temperatura exterioară.

Prin urmare, din punct de vedere termo-hidraulic, în furnizarea căldurii folosind, în practică, reglarea calitativ-cantitativă (mixtă) bazată pe utilizarea graficului teoretic calitativ la surse și pe corectarea puterii termice preluată de la consumatorii finali modificând la punctele termice, automat sau manual debitul de

agent termic primar. Această modificare a debitului vizează atât corelarea temperaturii agentului termic secundar cu temperatura aerului exterior cât și realizarea condiției privind temperatura apei calde de consum.

Astfel se poate spune că reglările în cele două trepte privind temperatura/debitul de agent termic asigură în final o corectare suplimentară a consumului de căldură la consumatorul final.

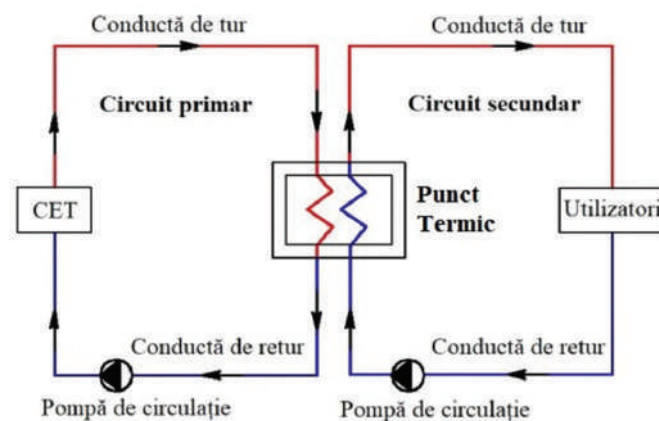


Fig. 5. Schema funcțională a rețelei de termoficare

În funcționarea sistemului se stabilește de fapt o corelare între temperatura agentului termic și factorii climatici (în special temperatura aerului exterior). Rațiunea acestei corelări, cuprinsă în graficul de reglare, este legată de procesul de încălzire a clădirilor.

Procesul de preparare a apei calde de consum, ca urmare a schemelor de racordare a consumatorilor, contribuie la diminuarea temperaturii apei din conducta de retur dar și la limitarea inferioară a temperaturii apei din conducta de tur, la valoarea de 65°C, ca urmare a cerinței de a putea obține și în perioadele de tranziție relativ calde, apă caldă de consum la temperatura de 50 - 55°C.

Având în vedere faptul că rețeaua termică primară și secundară nu acoperă suprafața totală a orașului Timișoara, care este în continuă dezvoltare și extindere, apare problema găsirii unor soluții cât mai economice și eficiente din punct de vedere tehnic, cu ajutorul cărora să poată fi alimentate noile construcții sau cartiere la nevoile consumatorilor finali.

Una dintre soluțiile clasice este extinderea rețelei termice primare și realizarea unui nou punct termic care să deservească noua zonă de clădiri ce se dorește a fi racordată.

Având în vedere că circuitul termic primar alimentează întregul oraș, agentul termic transportat prin rețeaua primară are o temperatură destul de ridicată, cu o variație între 90-115°C pe conducta de tur și 50-65°C pe conducta de retur, generând o pierdere de energie considerabilă.

În figura Fig.6, se prezintă soluția de alimentare propusă pentru un cartier rezidențial nou construit, "City of Mara", situat în localitatea Timișoara. Soluția propusă prevede alimentarea zonei din rețeaua de termoficare primară existentă, de temperatură ridicată, prin intermediul unui tronson de rețea de termoficare cu o lungime de 300 metri.

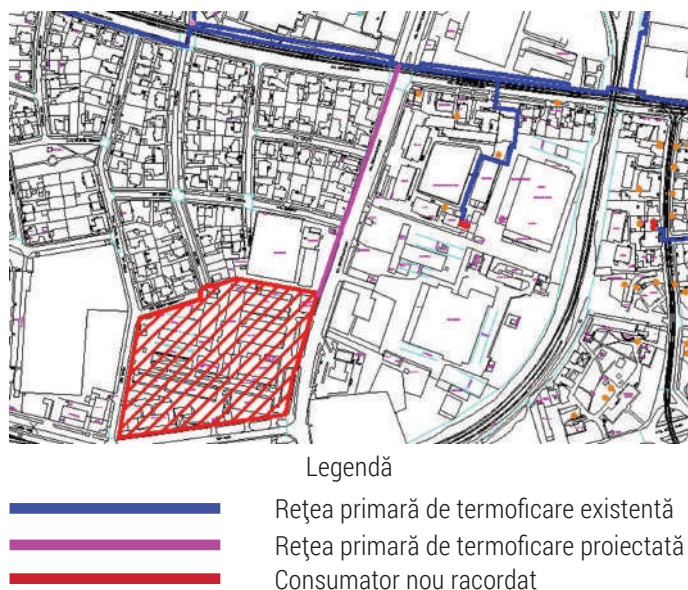


Fig. 6. Zona rezidențială propusă spre racordare

În imediata apropiere a punctului de racord la rețeaua primară se propune instalarea unei bucle de amestec (Fig.7) care va avea ca scop schimbarea temperaturii pentru conducta de tur prin amestecul cu agentul termic din retur furnizând o temperatură de amestec potrivită cerințelor consumatorului final (cartierului rezidențial).

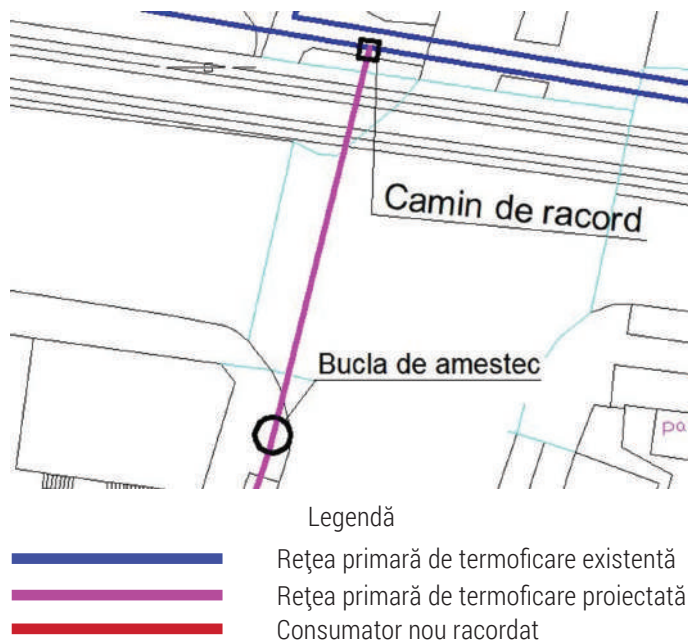


Fig. 7. Amplasare buclă de amestec

Evoluția de la sistemul de termoficare de generația a III-a la a IV-a impune scăderea temperaturii agentului termic de transport, astfel că suntem nevoiți să alegem o soluție de alimentare care să susțină acest principiu.

Lucrul acesta poate fi realizat utilizând sistemul de reglare al temperaturii cu buclă de amestec, care ne permite să păstrăm aceeași temperatură pe rețeaua termică primară existentă, iar pe traseul nou proiectat cu scopul de a alimenta noii consumatori, să reducem temperatura la valoarea solicitată de aceștia.

Reducerea temperaturii este favorizată și de faptul că instalațiile interioare de încălzire proiectate pentru aceste clădiri sunt de joasă temperatură, de tipul încălzirii în pardoseală, pereți și tavane sau încălzire cu aer cald.

Simularea pentru cartierul rezidențial s-a efectuat cu ajutorul programului Microsoft Excel, pe baza relației analitice (1), conform normativelor de proiectare a instalațiilor de încălzire [7], [8].

$$Q = m \cdot c_p \cdot (t_1 - t_2) \quad (1) \text{ unde:}$$

m - debitul masic, în kg/s;

c_p - căldura specifică a apei, în kJ/kg·K;

t_1 - temperatura interioară a apei, în °C;

t_2 - temperatura exterioră a mediului ambiant, în °C.

Rezultatele simulării sunt centralizate în Tab.3, iar evidențierea pierderilor de căldură a sistemului cu buclă de amestec comparativ cu sistemul clasic este prezentată în Fig.8.

Tab.3. Rezultate simulării pierderilor de căldură pentru un traseu cu o lungime de 300 m

Parametru	U.M.	Soluție Clasică	Bucă de amestec
Temperaturi Tur	(°C)	115	60
DN	(mm)	125	150
q	(W/m)	36,02	22,15
Q	(kW)	10,81	6,65
R Tur	%	27,46	
Temperaturi Retur	(°C)	65	40
DN	(mm)	125	150
q	(W/m)	20,36	14,77
Q	(kW)	6,11	4,43
R Retur	%	38,50	
q	W/m	16,91	11,08
Q	(kW)	5,07	3,32
R Sistem zonat	%	34,51	

Nota: q - pierderea de căldură specifică pe unitate (W/m) [9]; Q - pierderea de căldură totală a sistemului (kW); R Tur - reducerea pierderii de căldură pe traseul de tur (%); R Retur - reducerea pierderii de căldură pe traseul de retur (%); R Sistem - reducerea pierderii de căldură pe tronsonul studiat (%); DN - Diametrul nominal al conductelor (mm).

4. CONCLUZII

Pentru studiul de caz, pe baza rezultatelor obținute prin simulare, se poate spune că soluția cu buclă de amestec a dus la o reducere a pierderilor de căldură cu 34,5% comparativ cu rețeaua primară convențională, ceea ce este în acord cu documentația tehnică a producătorilor de sisteme iGrid care prezintă reduceri ale pierderilor de energie de peste 20%.

Pe de altă parte, reducerea pierderilor de energie se poate observa și din reducerile procentuale pe turul (38,4%) și returul (27,4%) sistemului de termoficare, obținute pe baza relațiilor analitice.

După cum am menționat în introducere un alt avantaj al sistemelor de termoficare de generația a IV-a este posibilitatea utilizării surselor regenerabile pentru instalații de încălzire de joasă temperatură.

Lucrarea își propune ca direcții viitoare, o analiză a dezvoltării sistemului prezentat prin realizarea unui stand experimental în laborator și integrarea lui într-un punct termic zonal, ce utilizează preponderent energie termică produsă din surse regenerabile.

Un exemplu este utilizarea resurselor geotermale și asigurarea vârfurilor de sarcină cu energie termică preluată din rețeaua de transport primară.

Utilizarea soluției cu buclă de amestec a condus la o reducere a pierderilor de căldură cu 34,5% în comparație cu rețeaua primară convențională. Soluția de instalare permite scăderea temperaturilor medii de funcționare de la 115°C tur și 65°C retur la 60°C tur și 40°C retur în concordanță cu temperatura agentului termic solicitată de consumatorul final, pentru ramura studiată cu o lungime de 300 m.

Pe baza rezultatelor studiului, se poate observa că o scădere a temperaturii agentului termic cu 55°C pe conducta de tur și cu 25°C pe conducta de retur, odată cu implementarea soluției propuse, conduce la o reducere a pierderilor de căldură pe traseele respective de până la 38,5% pe conducta de tur și 27,4% pe conducta de retur.

Grafic pierderi de căldură

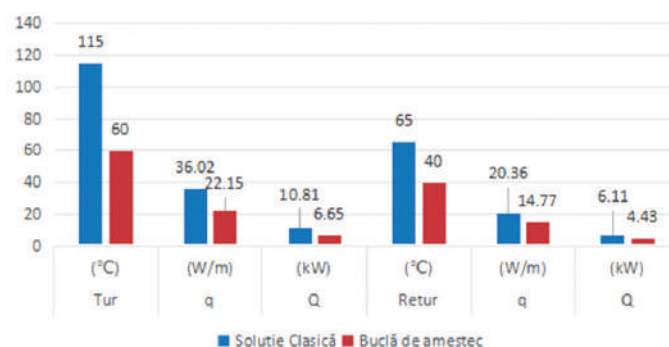


Fig. 8. Graficul pierderilor de căldură în sistem clasic vs. sistem cu buclă de amestec

BIBLIOGRAFIE

1. Lund H., Werner S., Wiltshire R., Svendsen S., Thorsene J. E., Hvelplund F., Mathiesen B. V., 4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems, Energy, Volume 68, pp. 1-11, 2014.
2. Polizu R., Potențialul energetic geotermal al României și câteva sisteme de încălzire/răcire centralizate eficiente energetic, Conferința națională "Orașe Energie România", Brașov, 6-7 aprilie, 2017.
3. Restart Energy, Energie geotermală: din scoarța Pământului fix în casa ta, <https://restartenergy.ro/anre/energie-geotermala-in-casa-ta/>, accesat: 06.12.2021.
4. Ioan C., Miklos A., European Geothermal Conference Basel 1999, Volume 2.
5. Compania Locală de Termoficare COLTERM S.A. Timișoara, 2021.
6. Nielsen A., Winther Hansen C., Grundfos iGrid temperature zone, District Heating - Grundfos white paper, pp.1-9, 2019.
7. SR 1907-1:2014, Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Metodă de calcul.
8. SR 1907-2:2014, Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Temperaturi interioare convenționale de calcul.
9. Documentație tehnică producător Isoplus, www.isoplus.org, accesat: 02.12.2021.



U-CERT

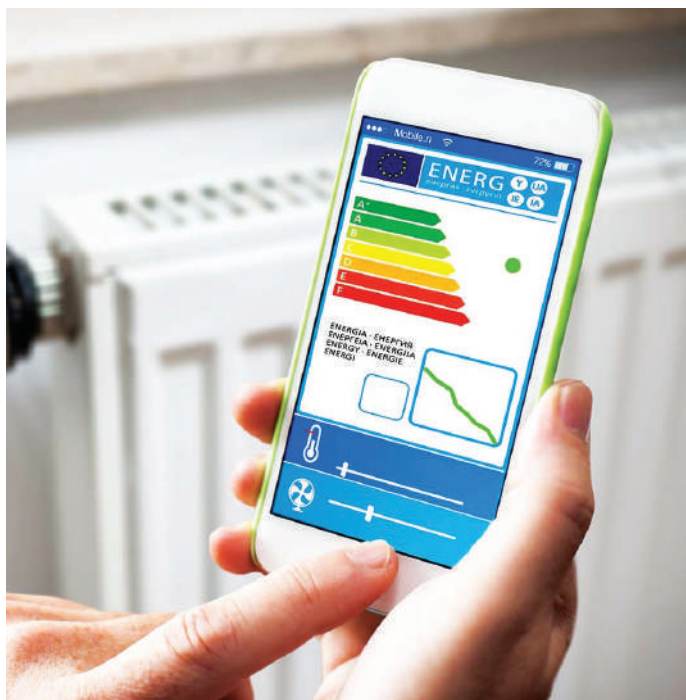
User-Centred Energy Performance
Assessment and Certification

PE SCURT DESPRE U-CERT

- Introducerea unei noi generații de Scheme de Evaluare și Certificare a Performanței Energetice, centrate pe utilizator, pentru a evalua clădirile într-o manieră holistică și eficientă din punct de vedere al costurilor, susținută de un proces de formare și certificare la nivelul UE pentru profesioniștii din domeniul construcțiilor
- Facilitarea convergenței calității și fiabilității, folosind standardele EPB elaborate în cadrul mandatului M/480, prezentând opțiunile naționale și regionale pe o bază comparabilă
- Încurajarea dezvoltării și aplicării de soluții inovatoare holistice centrate pe utilizator, inclusiv Smart Readiness of Buildings (SRI)
- Încurajarea și sprijinirea utilizatorilor finali în procesul de luare a deciziilor (de exemplu, în ceea ce privește renovarea profundă), îndemnul pentru achiziții mai bune și insuflarea încrederii prin crearea unei valori adăugate vizibile, folosind EPC
- Consolidarea implementării efective a EPBD prin furnizarea și aplicarea standardelor din perspectiva tuturor părților interesate, facilitată și împuternicită de Centrul EPB



PRINCIPALELE PROVOCĂRI PE CARE LE ABORDEAZĂ U-CERT



- Procesele de evaluare și certificatele ar trebui să fie mai fiabile, mai ușor de utilizat, mai eficiente din punct de vedere al costurilor, să aibă o calitate comparabilă și să fie conforme cu legislația UE pentru a insufla încredere în piață și a incita investiții în clădiri de înaltă performanță;
- Procesele de evaluare și certificatele ar trebui să reflecte dimensiunea inteligentă a clădirilor;
- Facilitarea convergenței calității și fiabilității certificatelor de performanță energetică (EPC) în întreaga UE;
- Asigurarea unei abordări neutre din punct de vedere tehnologic, prin prezentarea în mod transparent utilizând standardele internaționale și europene;
- Procesele de evaluare și certificatele ar trebui să se bazeze pe o listă agreată de parametri și indicatori, trecând la performanța măsurată/operațională a clădirii și mergând dincolo de energia consumată, de exemplu: niveluri de confort;
- Noile procese de evaluare ar trebui să contribuie la îmbunătățirea eficienței schemelor și certificatelor actuale și să ajute la verificarea conformității și la eficacitatea sprijinului financiar.

3 CĂI DE TRANZIȚIE PRECONIZATE DE U-CERT

1. Implementarea completă și fără probleme a standardelor EPBD și EPB în cadrul mandatului M/480;
2. Valorificarea sinergiilor dintre Indicatorul de pregătire inteligentă pentru clădiri și setul de standarde EPB pentru schimbarea paradigmei EPC actuale la o abordare bazată pe dovezi, de ex. evaluarea operațională a clădirii;
3. Design centrat pe utilizator pentru a facilita și accelera îmbunătățirea performanței clădirii (de la schimbarea comportamentului până la renovarea profundă).

ECHIPA U-CERT



PROTECȚIA EFICIENTĂ A SĂNĂTĂȚII COPIILOR ȘI PERSONALULUI DIDACTIC ÎN ȘCOLI ÎN CONTEXTUL COVID 19

VIESSMANN

SISTEME COMPACTE DE PURIFICARE ȘI VENTILAȚIE A AERULUI VITOVENT 200-P



Școlile joacă un rol important în societatea noastră.

Lecțiile față în față, predate într-un mediu de clasă motivațional sunt esențiale pentru dezvoltarea copiilor noștri. În plus, părinții au nevoie ca școlile să rămână deschise pentru a putea lucra. În ciuda aspectelor sociale și economice, însă, un lucru este primordial: sănătatea elevilor și a profesorilor.

Pentru a putea asigura acest lucru, avem nevoie de sisteme care să asigure atât aer proaspăt din exterior, cât și purificarea aerului din interior.

Această acțiune combinată reduce semnificativ riscul de infecție în sălile de clasă, protejându-ne copiii și personalul didactic.

“Conform unui studiu J.P., “cazurile de transmitere primară a COVID-19 în medii închise a fost de 18,7 ori mai mare în comparație cu transmiterea în aer liber”

Pericol pentru sănătate în săli de clasă: riscul de infectare este în special ridicat în spațiile închise, cu multi oameni.



Cele mai bune mijloace de control a infecțiilor în școli: calitate bună a aerului și minimizarea aerosolilor.

Autoritățile au făcut și fac tot posibilul pentru a menține școlile deschise în perioada pandemiei, acestea fiind extrem de importante pentru societatea noastră. Prin urmare, este cu atât mai importantă reducerea riscurilor pentru sănătatea elevilor și personalului didactic.

Soluția perfectă pentru controlul infecțiilor în școli:
Calitatea foarte bună a aerului și minimizarea aerosolilor.

Efectele CO₂ asupra elevilor și profesorilor:

- Alterarea stării de bine și a productivității;
- Lipsă de concentrare și atenție;
- Performanță cognitivă redusă (gândire logică);
- Creșterea stresului și iritabilității;
- Oboseală;
- Absenteism pe motive de boală din cauza unui risc crescut de infectare;
- Costuri crescute ale tratamentului medical pentru bolile respiratorii cronice.



Aerosoli: risc ridicat de infectare în clasă
Transmiterea virusilor prin infecție cu frotiu și picături

Dezinfectarea suprafețelor și acoperirea gurii și nasului protejează împotriva inhalării lor.

Răspândirea virusurilor prin intermediul celor mai mici aerosoli din aerul pe care îl respirăm.

Ventilația prin deschiderea ferestrelor reduce riscul de infectare, dar are consecințe

Ventilația prin deschiderea ferestrelor reduce riscul de infectare cu rezultate nesatisfăcătoare

- Reducerea confortului;
- Mucoase uscate;
- Costuri mai mari pentru încălzire.

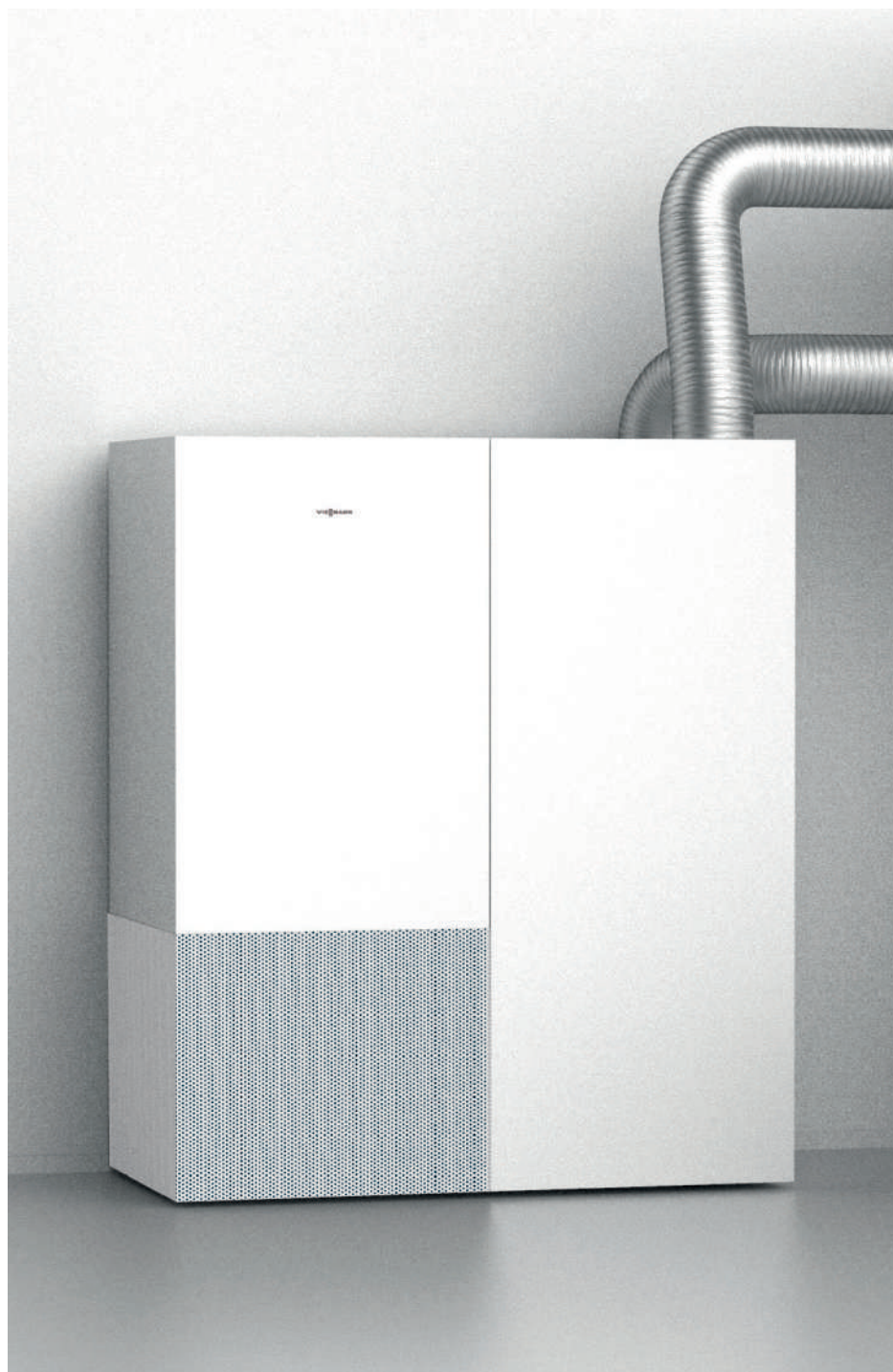
Concentrația de CO₂: un indicator important

Concentrații mari de CO₂ din cauza ventilației insuficiente.

Avantajele sistemelor de ventilație decentralizate:

- aer proaspăt permanent;
- fără întrerupere a lecțiilor;
- îmbunătățirea capacității de performanță printr-o bună calitate a aerului.

VITOVENT 200-P: UN SISTEM AVANSAT PENTRU CONTROLUL EFICIENT AL INFECTĂRIILOR ÎN SĂLILE DE CLASĂ



Vitovent 200-P: Prevenirea eficientă a infecțiilor prin alăturarea a două subiecte esențiale pentru orice sală de clasă.

Furnizarea de aer proaspăt din exterior și purificarea aerului din interior.

Subiectul nr. 1:

Aer proaspăt din exterior

Adesea ventilarea este insuficientă. În consecință, există un risc ridicat de infectare cu aerosoli virali în aerul pe care îl respirăm.

Schimbul constant de aer și alimentarea cu aer proaspăt controlat reduc acest risc. Un avantaj suplimentar: elevii învață mult mai eficient atunci când aerul are o calitate bună.

Subiectul nr. 2:

Aer interior filtrat

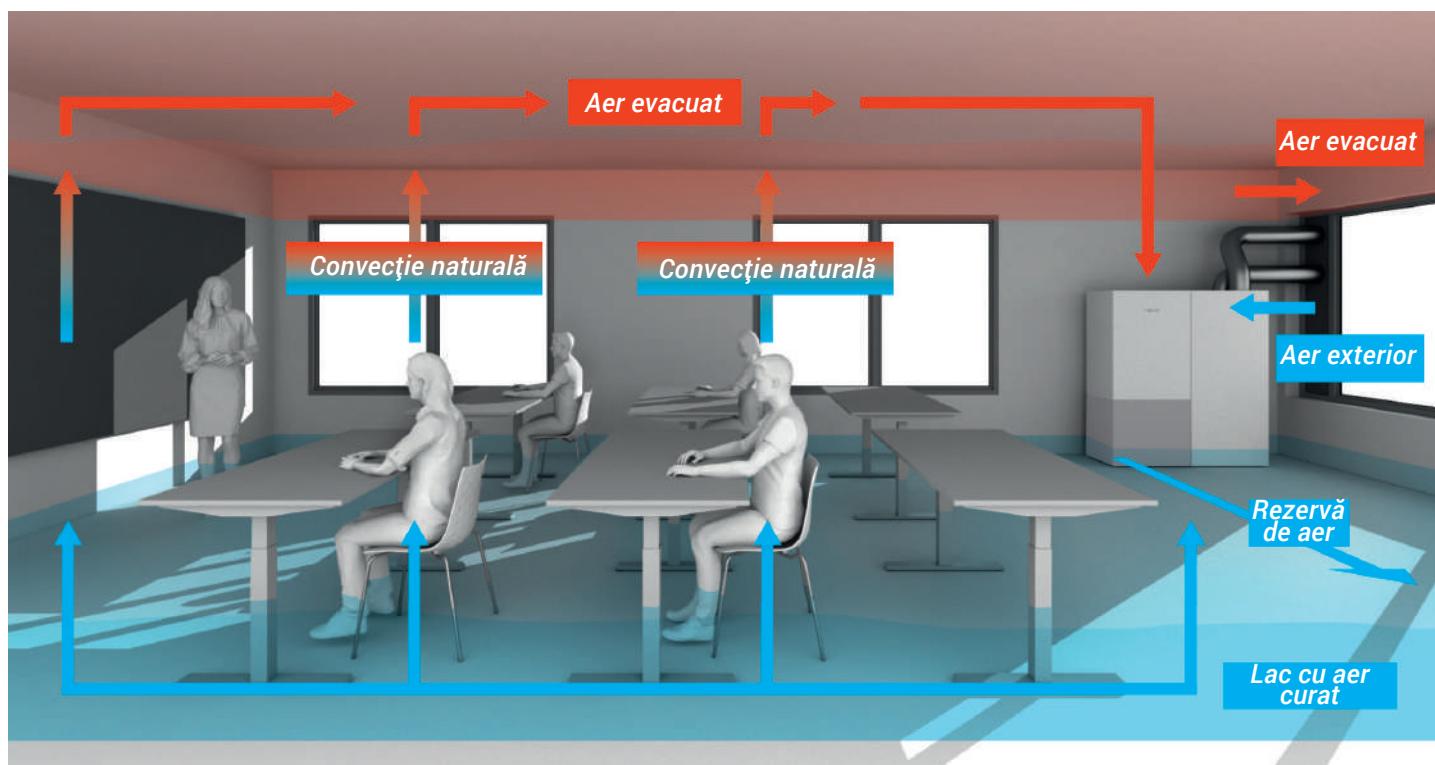
Sistemul de ventilație compact Vitovent 200-P combină alimentarea cu aer proaspăt cu filtrarea eficientă a aerului din încăpere.

Filtrele HEPA (High Efficiency Particulate Air) utilizate rețin chiar și cele mai mici particule.

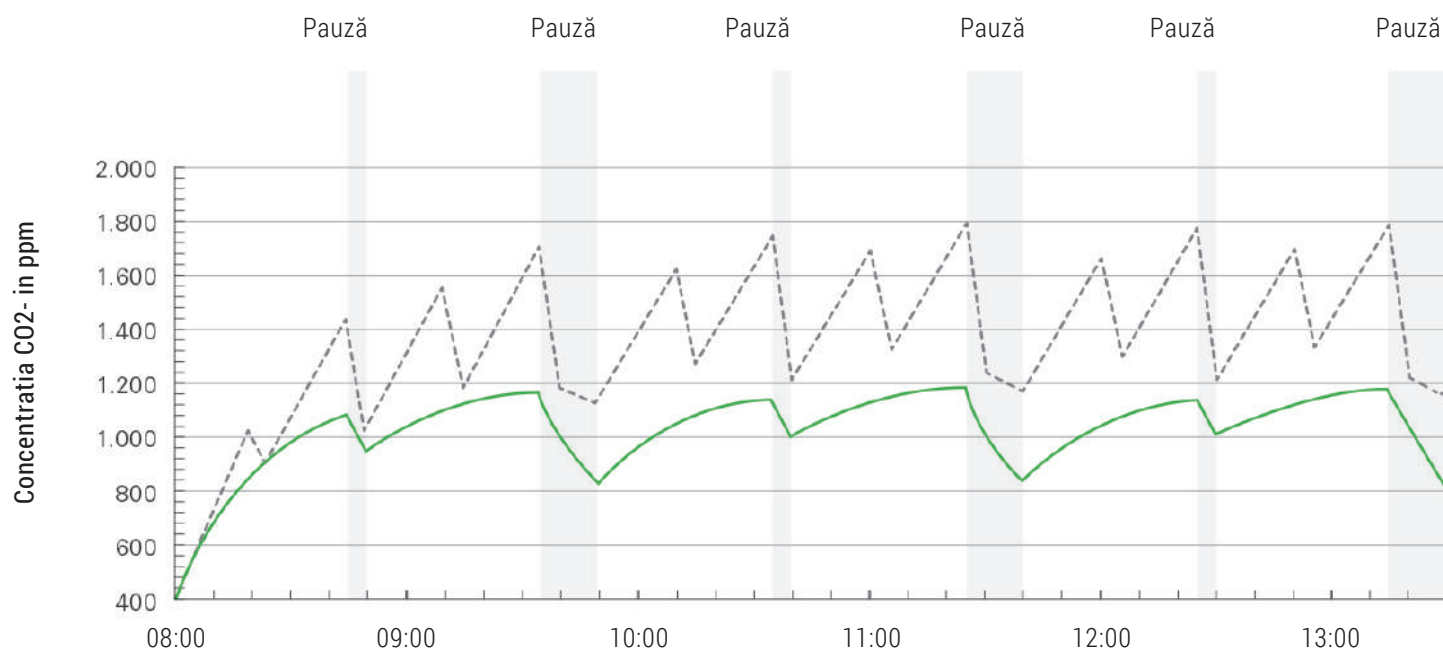
Principiul deplasării aerului

- Funcționare foarte silențioasă;
- Fiecare ocupant primește volumul de aer necesar individual printr-un „lac de aer proaspăt”;
- Prin fluxul de flotabilitate al corpului, acesta ajunge direct în zona de respirație;
- Aerosolii expirați se ridică și sunt îndepărtați de unitatea de ventilație.

Sistemul de ventilație Vitovent 200-P furnizează continuu aer curat purificat (în funcție de echipament) pentru maxim 30 de persoane.



Concentratia de CO_2 în săli de clasă cu ventilație prin deschiderea ferestrelor în comparație cu Vitovent 200-P¹ (Configurație: 19 elevi, 1 profesor, suprafața salii 90 m²)

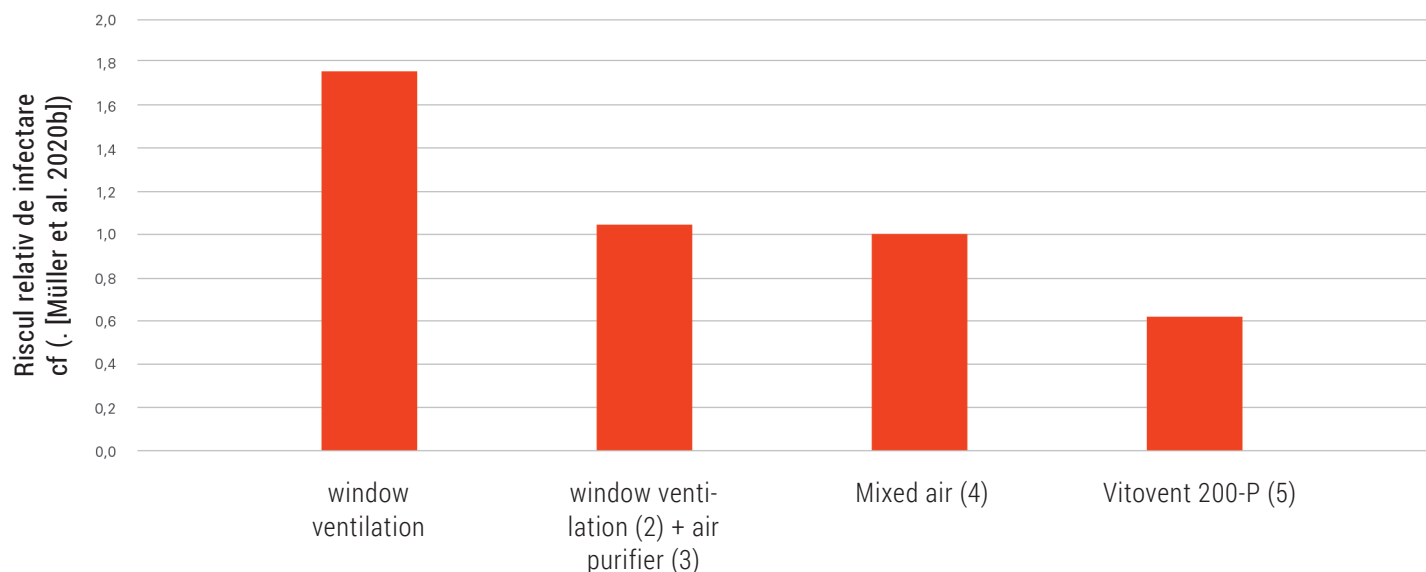


Vitovent 200-P creează un climat plăcut în cameră prin recuperarea căldurii și umidității

Ventilația prin deschiderea ferestrelor (UBA 2020) creează un climat neplăcut în încăpere și usucă membranele mucoase

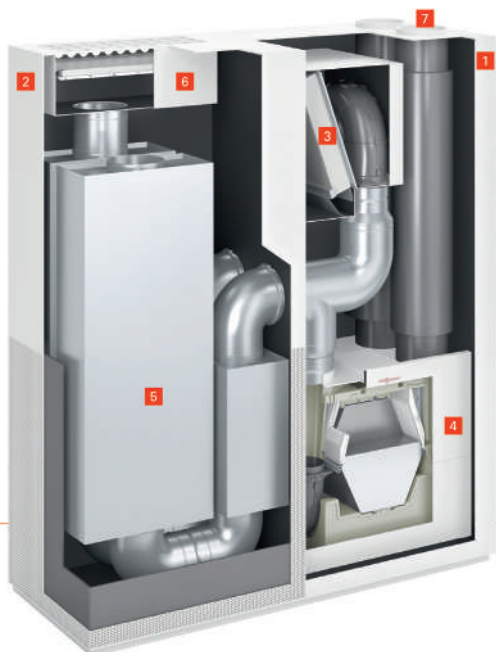
¹[UBA 2020]: Federal Environment Agency: Ventilația în școli. Recomandările Agenției Federale de Mediu privind schimbul de aer și ventilația eficientă pentru a reduce riscul de infecție cu aerosoli care conțin viruși în școli. Dessau-Roßlau, 2020.

Riscul relativ de infecție este redus prin metoda de circulație a aerului prin deplasare (displacement) cu un Vitovent 200-P (Sala de clasă: 200 m³, 25 persoane (cf. [Müller et al. 2020b]))

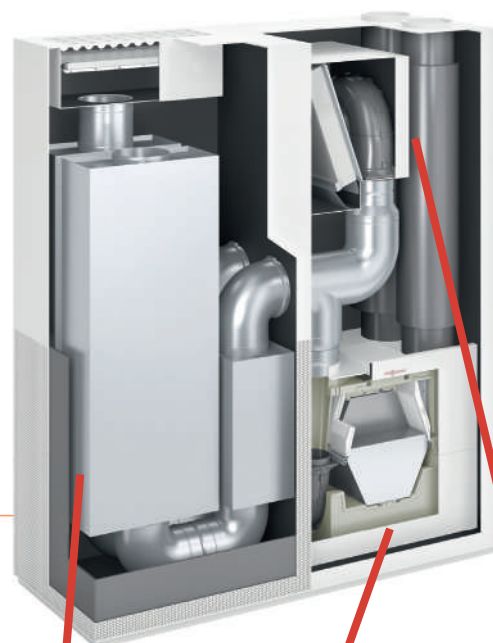


2 ferestre pentru ventilare: ventilație *șoc* ("Stoßlüftung") pentru 5 Min. la fiecare 20 Min. conform „Lüften in Schulen“ (vgl. [UBA 2020] și [Müller et al. 2020b]) 3 purificatoare de aer: 500 m³/h, separare completă a particulelor, amestec ideal în încăpere (cf. [Müller et al. 2020b]) 4 sistem de ventilație: aport mecanic de aer proaspăt, rata de schimb de aer 4,4 l/h (cf. [Müller et al. 2020b]) 5 Aer în mișcare: 50 % aer exterior în aerul respirat (cf. [REHVA 2002], [Melikov et al. 2003], [Fitzner 2008], [Li et al. 2011] sowie Messungen RWTH Aachen)

Vitovent 200-P - Componenta sistemului și debitele de aer



1. Modul ventilație Vitovent 200-P
2. Modul de introducere/evacuare aer Vitovent 200-P
3. Unitate filtrare HEPA
4. Unitate de ventilație
5. Atenuator de zgomot
6. Grilă pentru extracția aerului
7. Racorduri pentru aerul exterior și evacuare



Tratarea aerului,
debit total
800 m³/h

Aer proaspăt
400 m³/h

Purificarea
aerului
400 m³/h



CLIMA 2022 the 14th REHVA HVAC World Congress

22nd – 25th May in Rotterdam,
The Netherlands

CLIMA 2022 EYE ON 2030 we go on in hybrid form

Congresul mondial REHVA CLIMA este cel mai important congres științific internațional în domeniul încălzirii, ventilației și aerului condiționat (HVAC). Congresul este organizat la fiecare 3 ani de una dintre asociațiile membre ale REHVA. CLIMA 2022 va fi organizat de TVVL, Societatea Olandeză pentru Servicii de Construcții, în colaborare cu Universitatea de Tehnologie Delft și Universitatea de Tehnologie Eindhoven. De acum până în 2030 lumea HVAC se va schimba radical. Alimentație de influențe ireversibile, cerințele actuale privind instalațiile climatice se vor schimba complet.

Pentru a îndeplini obiectivele climatice globale și pentru a urmări Pactul verde al UE, mediul de reglementare privind performanța clădirilor, decarbonizarea și tranziția energetică

se va schimba în 2022 în cadrul „pachetului UE Fit for 55”, în timp ce strategia valului de renovare vizează renovarea energetică profundă a până la 35 de milioane de clădiri până în 2030. CLIMA 2022 se va concentra pe 5 teme legate de această transformare masivă care se află la orizont: energie, circularitate, digitizare și sănătate și confort.

Toată lumea va fi de acord că aceste teme vor avea un impact uriaș. Dar cum vor evolua de acum până în 2030? Ce perspective vom avea cu privire la teme? Și cum se leagă aceste teme unele cu altele? Se vor întări sau se vor întârzia reciproc? Și cum se leagă impactul instalațiilor climatice cu procesul de construcție și cu alte influențe? De ce educație și învățare este nevoie?

clima2022.org

Prima traducere in limba română din cărțile publicate de ASHRAE



Cuprins

OBIECTIVUL 1

Achiziția, construcția și exploatarea unei locuințe în scopul obținerii unei bune calități a aerului interior (CAI)

OBIECTIVUL 2

Managementul Umidității

OBIECTIVUL 3

Limitarea contaminanților ce intră în spațiul de locuit

OBIECTIVUL 4

Controlul umidității și contaminanților generați de sistemele mecanice

OBIECTIVUL 5

Limitarea contaminanților din interiorul locuințelor

OBIECTIVUL 6

Păstrați contaminanții la locul lor

OBIECTIVUL 7

Reducerea concentrațiilor de contaminanți prin ventilare, filtrare și curățarea aerului

OBIECTIVUL 8

Minimizarea utilizării de energie, maximizarea confortului și tratarea interacțiunilor dintre factorii care afectează calitatea aerului interior (CAI)



ISBN:978-606-15-0643-8

Cititorii "Revistei de Instalații" pot achiziționa cartea la prețul special de ~~73~~ 65 lei (plus cheltuieli de expediție) folosind codul **INSTAL1**

Din portofoliul nostru de traduceri, vă mai recomandăm:



ISBN:978-606-25-0541-7
Preț: 14 lei



ISBN:978-606-25-0580-6
Preț: 31 lei



ISBN:978-973-755-777-3
Preț: 103 lei



ISBN:978-973-755-855-8
Preț: 59 lei

Pentru achiziții accesați www.matrixrom.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