MÉG
MAGYAR ÉPÜLETGÉPÉSZET
2026/7–8.
EPGEPONLINE.HU



Hőmennyiségmérők távleolvasással és felhőkapcsolattal

BELIMO®

MŰEGYETEMI ÉPÜLETGÉPÉSZ NAP



INNOVÁCIÓ | TUDÁS | KAPCSOLATOK | INSPIRÁCIÓ | JÖVŐ

2026. NOVEMBER 27.

BME E épület

1111 Budapest, Egry József u. 1.

FŐTÁMOGATÓ

Lindab

KIEMELT TÁMOGATÓINK

AIRVENT smart air solutions · Haier · BELIMO · KE KELIT

mcr dunamenti · Promat · SCHAKO

TROX TECHNIK · wilo

SZERVEZŐK

BUDAPESTI ÉS PEST VÁRMEGYEI MÉRNÖKI KAMARA / BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

www.talalkozzunk-muegyetem.hu

MAGYAR ÉPÜLETGÉPÉSZET

LXXV. ÉVFOLYAM, 2026/7–8. SZÁM

Az épületgépészeti szakterület elméleti és gyakorlati folyóirata. Az Építéstudományi Egyesület „Épületgépészet” című lapjának jogutódja. Megjelenik kéthavonta.

Főszerkesztő: **Dr. Both Balázs**
balazs.both@epgeponline.hu
Szakszerkesztő: **Dr. habil. Magyar Zoltán**
zoltan.magyar@epgeponline.hu
Reklám-média: **Zoles Réka** (+36 30 552 2033)
info@epgeponline.hu
Palotás Dávid (+36 70 330 8790)
david.palotas@epgeponline.hu

Szakmai szerkesztőbizottság: prof. emeritus Barótfi István, Dr. Chappon Miklós, Eördöghné Dr. Miklós Mária, prof. emeritus Garbai László, Illés Zoltán, Kurucz Regina

A lapot kiadja: **Épületgépészet Kiadó Kft.**
Ügyvezető igazgató: Dr. habil. Magyar Zoltán
A szerkesztőség és kiadóhivatal elérhetősége:

e-mail: *info@epgeponline.hu*
Online kiadás: *www.epgeponline.hu*

A kiadásban közreműködő partnerünk:

REHVA Journal – European Journal of Heating, Ventilating and Air-conditioning Technology
www.rehva.eu

Az Épületgépészet Kiadó Kft. tagjai:
Építéstudományi Egyesület, Caloris Kft.

Kéziratokat, ábrákat, fotókat nem őrzünk meg és nem küldünk vissza. Hirdetésfelvétel, előfizetés és egyes lapszámok megvásárlása a szerkesztőségben. Egy összevont szám ára 2 400 Ft. Az előfizetés díja egy évre 12 000 Ft. Az online letöltés díja fél évre 4 000 Ft, egy évre 6 000 Ft, két évre 9 000 Ft.

A lapot előfizetésben a Magyar Posta Zrt. Hírlap Üzletága terjeszti. Előfizethető valamennyi postán, a kézbesítőknél, illetve a *hirlapelofizetes@posta.hu* e-mail címen (észrevétel bejelentési lehetőség a 06-40/56-56-56-os számon).

A papír alapú szakfolyóirat ONLINE előfizetési lehetősége:
www.epgeponline.hu/megrendeles
HU ISSN 1215 9913

Grafikai tervezés, szerkesztés, nyomdai munkák:
PRINTMEDIA COM Kft.
Felelős vezető:
Majorné Nagy Zsuzsanna

Lapunkat rendszeresen szemlézi a megújult OBSERVER www.observer.hu

TARTALOM

Dr. Both Balázs: Főszerkesztői köszöntő - Megújulás az őszi szezon küszöbén 3
Regina Kurucz et al.: Indoor Air Quality Study – Primary School Budapest 4
Faris Alajlouni, Zsuzsa Szalay: From Operational Energy to Whole Life Carbon: Regulatory Transformation and Implications for the Hungarian Building Sector 10
Dr. Kassai Miklós Ph.D., Orbán Péter: Intézményi épületek energiahatékony fűtéstechnikai rendszerének fejlesztése 16
Dr. Deme Bélafi Zsófia, Dr. Barna Edit, Horváth Barnabás János: Az óvodai ablaknyitási szokások szerepe a belső levegőminőség alakulásában - Esettanulmány 20
Dr. Barna Zsófia, Eördöghné Dr. Miklós Mária: Az energiahatékonyság és az ivóvízhigiénia egyensúlya a modern használati melegvíz-rendszerekben 25
Kovács István: Szellőzés sport- és fitneszermekben a MSZ EN 16798-3 és DIN 18032 szerint 31
Szilágyi Zsombor: Kánikula és áramellátás 33
Belimo: 2027-től új korszak kezdődik a hőmennyiségmérésben 35
Dr. Léderer András János: Bambergben ülök egy hatalmas málnás fagyi előtt, és csak bámulok magam elé 37
Jubileumhoz érkezett a szakma őszi csúcsrendezvénye: Indul a X. Épületgépész Tervezői Konferencia 39
Készüljünk együtt az OMÉN 2026-ra: November idén is az épületgépészet hónapja! 40
Keresik a legkiválóbb mérnöki megoldásokat: Indul a Tervezői Pályázat az OMÉN-2026 keretében 41
Takács Zsuzsanna: A feledés rétegei alatt: láthatóvá tenni a láthatatlant 42
Zoltán Attila: Áldás és átok - a vízkő 43
Nekrológ - Dr. Csoknyai István (1947 - 2026) 44

BELIMO

2027. január 1-jétől a központi fűtésű és távhővel ellátott épületekben kötelezővé válik a távleolvasásra alkalmas hőmennyiségmérők alkalmazása. A szabályozás célja a fogyasztási adatok átláthatóbb kezelése, a pontosabb költségelszámolás és az energiahatékonyság növelése.
A követelmények teljesítésében kiemelt szerepet kaphat a Belimo TEM (Thermal Energy Meter) termékcsalád. A MID-hitelesített, EN 1434 szabványnak megfelelő mérők pontos energiamérést, távleolvasást, IoT-kommunikációt és felhőalapú adatkezelést biztosítanak. A valós idejű energiafelügyelet, az automatizált riportálás és a glikolfelügyeleti funkció támogatja az energiafelhasználás optimalizálását és az üzemeltetési költségek csökkentését. A Belimo TEM így a jogszabályi megfelelés mellett az adatvezérelt, fenntartható épületüzemeltetés hatékony eszköze.

MAGYAR ÉPÜLETGÉPÉSZET

VOLUME 75, 2026/7-8.

Theoretical and practical periodical in the field of HVAC. Successor of the previous periodical of the Hungarian Scientific Society for Building „Épületgépészet". Published every two months.

Editor in Chief: **Balázs BOTH PhD**
Technical Editor: **Zoltán MAGYAR PhD**

Edited and published by **Épületgépészet Kiadó Kft.**
Managing Director: Zoltán MAGYAR PhD

http: www.epgeponline.hu e-mail: info@epgeponline.hu
Published in co-operation with
REHVA Journal: European Journal of HVAC Technology, *www.rehva.com*

CONTENTS

Balázs Both PhD: Editor-in-Chief's Welcome - Renewal on the Threshold of Fall 3
Regina Kurucz et al.: Indoor air quality study – a primary school in Budapest 4
Faris Alajlouni, Zsuzsa Szalay: From operational energy to full life-cycle carbon dioxide emissions: regulatory transformation and its implications for the Hungarian construction industry 10
Miklós Kassai, Ph.D., Péter Orbán: Development of energy-efficient heating systems for institutional buildings 16
Zsófia Deme Bélafi PhD, Edit Barna PhD, Barnabás János Horváth: The role of window-opening habits in nurseries in shaping indoor air quality – A case study 20
Zsófia Barna PhD, Mária Eördöghné Miklós PhD: The balance between energy efficiency and drinking water hygiene in modern domestic hot water systems 25
István Kovács: Ventilation in sports and fitness centres in accordance with MSZ EN 16798-3 and DIN 18032 31
Zsombor Szilágyi: Heatwaves and the electricity supply 33
Belimo: A new era in heat measurement begins in 2027 35
András János Léderer PhD: I'm sitting in Bamberg in front of a huge raspberry ice cream, just staring into space 37
The sector's flagship autumn event marks its anniversary: The 10th Building Services Engineers' Design Conference is set to begin 39
Let's prepare together for OMÉN 2026: November is Building Services Engineering Month again this year! 40
Seeking the finest engineering solutions: The Design Competition launches as part of OMÉN 2026 41
Zsuzsanna Takács: Beneath the layers of oblivion: making the invisible visible 42
Attila Zoltán: A blessing and a curse – limescale 43
Obituary – István Csoknyai PhD (1947–2026) 44

MAGYAR ÉPÜLETGÉPÉSZET

JAHRGANG 75, 2026/7-8.

Theoretische und praktische Fachzeitschrift im Bereich Heizung, Lüftung und Klimatechnik. Nachfolger der früheren Zeitschrift der Ungarischen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Gebäudetechnik „Épületgépészet". Erscheint alle zwei Monate.

Chefredakteur: **Balázs BOTH PhD**
Technischer Redakteur: **Zoltán MAGYAR PhD**

Herausgegeben und veröffentlicht von **Épületgépészet Kiadó Kft.**
Geschäftsführer: Zoltán MAGYAR PhD

http: www.epgeponline.hu; e-mail: info@epgeponline.hu
Veröffentlicht in Zusammenarbeit mit
REHVA Journal: Europäisches Journal für HLK-Technologie, *www.rehva.com*

INHALT

Balázs Both PhD: Grußwort des Chefredakteurs – Neuanfang an der Schwelle zur Herbstsaison 3
Regina Kurucz et al.: Studie zur Raumluftqualität – eine Grundschule in Budapest 4
Faris Alajlouni, Zsuzsa Szalay: Vom Betriebsenergieverbrauch zu den CO_2-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus: Regulatorischer Wandel und seine Auswirkungen auf die ungarische Bauindustrie 10
Miklós Kassai, Ph.D., Péter Orbán: Entwicklung energieeffizienter Heizsysteme für institutionelle Gebäude 16
Zsófia Deme Bélafi, PhD, Edit Barna, PhD, Barnabás János Horváth: Die Rolle der Fensteröffnungsgewohnheiten in Kindertagesstätten bei der Beeinflussung der Raumluftqualität – Eine Fallstudie 20
Zsófia Barna, PhD, Mária Eördöghné Miklós, PhD: Das Gleichgewicht zwischen Energieeffizienz und Trinkwasserhygiene in modernen Warmwassersystemen 25
István Kovács: Lüftung in Sport- und Fitnesszentren gemäß MSZ EN 16798-3 und DIN 18032 31
Zsombor Szilágyi: Hitzewellen und die Stromversorgung 33
Belimo: 2027 beginnt eine neue Ära der Wärmemessung 35
András János Léderer PhD: Ich sitze in Bamberg vor einer riesigen Himbeereisportion und starre einfach nur vor mich hin 37
Das Flaggschiff der Branche feiert Jubiläum: Die 10. Planerkonferenz der Gebäudetechnik steht vor der Tür 39
Bereiten wir uns gemeinsam auf die OMÉN 2026 vor: Auch in diesem Jahr ist der November wieder der Monat der Gebäudetechnik! 40
Auf der Suche nach den besten technischen Lösungen: Der Planungswettbewerb im Rahmen der OMÉN 2026 startet 41
Zsuzsanna Takács: Unter den Schichten der Vergessenheit: Das Unsichtbare sichtbar machen 42
Attila Zoltán: Segen und Fluch – Kalkablagerungen 43
Nachruf – István Csoknyai PhD (1947–2026) 44

Megújulás az őszi szezon küszöbén

Tisztelt Olvasó! Tisztelt Kollégák!

A nyári pihenés, a szabadságok és a megérdemelt feltöltődés hetei után egy új, kihívásokkal és lehetőségekkel teli időszakhoz érkeztünk. A naptár szerinti ősz beköszöntével hajlamosak vagyunk az elmúlásra, a természet lecsendesedésére gondolni, holott a mi szakmánkban és hivatásunkban ez az évszak egészen mást jelent. Az ősz sosem az elmúlás, hanem sokkal inkább a megújulásra való felkészülés, a szellemi tartalékolás és a szakmai elmélyülés időszaka, amikor a nyáron gyűjtött energiákat és inspirációkat a gyakorlat nyelvére fordítjuk le. A tervezőasztalokon és a kivitelezési helyszíneken felpezsdül az élet: újabb alkotások, kreatív mérnöki munkák és izgalmas szakmai rendezvények sora vár ránk.

Az előttünk álló őszi szezon hagyományosan a szakmai találkozások, a tudásmegosztás és az innováció időszaka. Örömmel jelenthetem be, hogy ahogyan a szakmai élet, úgy a Magyar Épületgépészet szakfolyóirat is a megújulás útjára lépett. Fejlődésünk első, kézzelfogható lépéseként egy frissebb vizuális világgal, megújult borítóval és a proaktív energiát tükröző új logóval jelentkezünk. Ugyanakkor a formai frissítés mellett a tartalom is gazdagodott: büszkék vagyunk arra, hogy új szerzők, friss hangok és innovatív látásmódok is helyet kaptak az újság hasábjain.

E tartalmi megújulás jegyében jelen számunk az épületgépészet legaktuálisabb kihívásait járja körbe. Kiemelt figyelmet szentelünk a belső környezeti minőségnek: egy átfogó esettanulmány keretében elemezzük egy budapesti általános iskola, valamint óvodai csoportszobák beltéri levegőminőségét. A folyamatos, inBiot MICA Plus szenzorokkal végzett monitorozás adatai rávilágítanak, hogy a természetes szellőztetés és a pedagógusok tudatos ablaknyitási szokásai elengedhetetlenek a megfelelő CO_2-szint fenntartásához, miközben a magas hőmérséklet és az alacsony páratartalom továbbra is beavatkozást igényel. A fenntarthatóság terén egy hiánypótló cikkben vizsgáljuk az európai direktívák hazai hatásait, bemutatva az elkerülhetetlen átmenetet a működési energiafogyasztástól a teljes életciklusra vonatkozó szén-dioxid-kibocsátás és az életciklus-elemzés alapú tervezés felé.

Gyakorlati megoldásokat is kínálunk: lépésről lépésre követhetik nyomon egy tiszagyendai intézményegyüttes energiahatékony fűtéstechnikai fejlesztését, ahol elavult gázkazánokat váltanak ki korszerű, zárt szondás Vaporline hőszivattyús rendszerekkel a meglévő magas hőfokú hőleadók megtartása mellett. Részletesen foglalkozunk a modern használati melegvíz-rendszerek egyik legkritikusabb dilemmájával is, bemutatva, miként teremthető meg az egyensúly az alacsonyabb előremenő hőmérsékletet kívánó energiahatékonyság és a Legionella-kockázatot minimalizáló ivóvízhigiénia között a megfelelő rendszerszemlélet, a decentralizáció és a hidraulikai optimalizálás révén.

Mindemellett szerzőink gyakorlati útmutatást adnak a sport- és fitnesztermek szellőzésének pontos méretezéséhez az MSZ EN 16798-3 és a DIN 18032 szabványok alapján. Kiemelten foglalkozunk az idei nyári kánikula és csapadékhiány villamosenergia-ellátásra gyakorolt drámai hatásaival, a paksi atomerőmű hűtővíz-problémáitól kezdve a napenergia-hálózat túlterheltségén át a tőzsdei áramárak és a többciklusú tarifák jövőjéig. Szakmai kitekintést nyújtunk a 2027-től kötelező, távleolvasásra és IoT kommunikációra alkalmas hőmennyiségmérők technológiai hátteréről is.

A jövő építése mellett a múlt tisztelete is kötelességünk. Ebben a számban debütál Értékmentő rovatunk. Olvashatnak a régi temetői síremlékek kíméletes, műemléki feltárásáról, valamint a zárt rendszerekben és hűtőtornyokban egyaránt áldásos és átkos hatású vízkő természetéről. A jövő mérnökeinek támogatása és a tehetséggondozás jegyében szorosabbra fűzzük együttműködésünket az egyetemi szférával, hogy a legkiválóbb TDK-dolgozatok és diplomaterves is szakmai nyilvánosságot kapjanak.

Ez a mostani megújulás egy hosszú távú stratégia első lépése, amelynek fókuszában a minőség és a megalkuvást nem tűrő szakértelem áll. Arra biztatom Önöket, hogy merítsenek erőt az őszi elmélyülésből, vegyenek részt a szakma vérkeringésében – találkozzunk a jubileumi X. Épületgépész Tervezői Konferencián és a novemberi Országos Magyar Épületgépész Napokon –, és lapozgassák haszonnal megújult folyóiratunkat.

Kívánok mindannyiuknak sikeres őszi szezont, elmélyült alkotómunkát és jó egészséget!

Tisztelettel:

Dr. Both Balázs



Dr. Both Balázs
egyetemi adjunktus, BME Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

Indoor Air Quality Study – Primary School Budapest

Regina Kurucz, Mónika Vértesy, Zoltan Magyar PhD, Göksu Ozdemir, Maria Figols González, Miguel Escribano Hierro

Bevezetés

A tanulmány egy iskolai környezetben alkalmazott beltéri levegőminőség-figyelő rendszert értékel, hogy felmérje az osztálytermekben uralkodó levegőminőségi viszonyokat, és javító intézkedéseket javasoljon. A felhasznált mérőeszközök inBiot MICA Plus érzékelők, amelyeket 2026. március 17. és április 17. között egy budapesti általános iskola három tantermében helyeztek el. A mért paraméterek között szerepel a levegő hőmérséklete, a relatív páratartalom, a szén-dioxid (CO_2), az illékony szerves vegyületek összmennyisége (TVOC), a formaldehid és a levegőben lévő részecskék (PM_1, $PM_{2.5}$, PM_4 és PM_{10}).

Összességében a beltéri levegőminőségi eredmények jobbak voltak, mint amit a legtöbb iskolában általában tapasztaltak. A CO_2-koncentrációkat a szellőzés révén jól sikerült szabályozni, a TVOC- és a formaldehid-szintek az elfogadható tartományon belül maradtak, a levegőben lévő részecskék koncentrációja pedig végig kiváló volt. A főbb javítandó területek a három megfigyelt teremben egyaránt a magas levegőhőmérséklet és a tartomány alatti relatív páratartalom voltak.

A tanulmány a Magyar Környezettudatos Építés Egyesülete Well Munkacsoportjának és az inBiot cég együttműködésében készült.

A cikk teljes változata a www.epgeponline.hu oldalon található.

Abstract

The study evaluates the solution for indoor air quality (IAQ) monitoring in a school environment, to assess the air quality conditions in classrooms and recommend actions for improvement. The monitoring devices used are inBiot MICA Plus sensors, placed in three rooms of a Budapest primary school from 17 March to 17 April 2026. The measured parameters include air temperature, relative humidity, carbon dioxide (CO_2), total volatile organic compounds (TVOC), formaldehyde and airborne particulate matter (PM_1, $PM_{2.5}$, PM_4 and PM_{10}).

Overall, the indoor air quality results were better than those typically found in most schools. CO_2 concentrations were well managed through ventilation, TVOC and formaldehyde levels were within acceptable ranges, and particulate matter was at excellent levels throughout. The main areas for improvement identified were elevated air temperatures and below-range relative humidity across all three monitored rooms.

The study was prepared in collaboration with the Well Working Group of the Hungary Green Building Council and the company inBiot.

The full version of the article can be found at www.epgeponline.hu.

Introduction

Indoor air quality in schools is a critical factor affecting children's health, concentration and academic performance. Children spend a significant portion of their day in classrooms, making it essential that the indoor environment meets established air quality standards. Poor IAQ can lead to reduced cognitive performance, increased absenteeism and long-term health consequences.

Key indoor pollutants of concern in school environments include carbon dioxide (CO_2) — an indicator of ventilation adequacy — volatile organic compounds (VOCs) emitted from furniture, cleaning products and building materials, formaldehyde from adhesives and composite wood products, and airborne particulate matter (PM) of various size fractions. Temperature and relative humidity also directly affect comfort and



Regina Kurucz
Rewell Consulting, Managing Director, WELL AP



Mónika Vértesy
TaxonomyReady, Sustainability Specialist



Zoltan Magyar PhD
Comfort Consulting Kft, Managing Director, owner.



Göksu Ozdemir
inBiot, International Business Developer



Maria Figols González
inBiot, CSO



Miguel Escribano Hierro
inBiot, Head of Revenue Operations

concentration levels.

The Hungary Green Building Council (HuGBC), WELL & Environment Working Group, together with inBiot, conducted a pilot IAQ measurement project in a Budapest primary school during spring 2026. The study aimed to characterise current indoor air quality conditions, identify areas for improvement and demonstrate the value of continuous sensor-based IAQ monitoring in educational settings.

Primary School – Budapest, Hungary

The measurement was carried out in a primary school located in Budapest, Hungary. The school management supported the measurement and contributed to the interpretation of results.

Three representative rooms were selected for monitoring: a room on the first floor and two active classrooms serving different year groups.

The measurement was conducted during a transitional period between winter and spring (March–April 2026), a period during which windows could sometimes be opened, providing an opportunity to observe the effect of natural ventilation on indoor air quality parameters.

Objective

The present study evaluates the use of continuous indoor air quality sensors to monitor school environments and determine whether current conditions in the monitored rooms meet expected comfort and health thresholds. The specific objectives are:

- To characterise indoor air quality in selected classrooms by continuously monitoring temperature, relative humidity, CO_2, TVOC, formaldehyde and particulate matter.
- To identify critical parameters and locations that require corrective action.
- To assess the impact of ventilation behaviour on CO_2 concentration levels.
- To provide evidence-based recommendations for improving indoor air quality and energy efficiency in the school building.

Material and methods

The study was carried out at a primary school in Budapest, Hungary, from 17 March to 17 April 2026. Three inBiot MICA Plus IAQ monitoring instruments were installed in selected rooms identified in coordination with the school management.

inBiot MICA Plus monitoring device

The measurements were obtained using inBiot MICA Plus devices, multi-parameter indoor air quality monitors designed for continuous, real-time monitoring in occupied spaces. The devices operate on mains power and transmit data to the inBiot application and web interface, where results can be tracked, visualised and exported.

Each device measures the following parameters at preset time intervals:

- Air temperature (°C)
- Relative humidity (%)
- Carbon dioxide – CO_2 (ppm)
- Total volatile organic compounds – TVOC (µg/m³)
- Formaldehyde – HCHO (µg/m³)
- Airborne particulate matter: PM_1, $PM_{2.5}$, PM_4, PM_{10} (µg/m³)

The devices also provide direct visual feedback through a colour-coded LED signal. For this study, the CO_2 concentration was selected as the primary indicator, with the device displaying green (good), yellow (acceptable) or red (poor) signals based on the CO_2 level. This feature was found to actively promote ventilation behaviour among staff and students.

Monitoring locations and period

Three monitoring locations were selected to provide a representative picture of indoor air quality across different areas of the school building. The device was installed in each room at breathing height (approximately 1.5 m), following standard practice for occupied-space IAQ assessment.

Table 1. Monitoring locations and device identifiers.

Device ID	Location	Start Date	End Date	Duration
SIM 01	1st floor, Room 6	17/03/2026	17/04/2026	31 days
WIFI 01	3.c Classroom	17/03/2026	17/04/2026	31 days
WIFI 02	5.b Classroom	17/03/2026	17/04/2026	31 days

Data analysis and assessment thresholds

Measurement data were transmitted to the inBiot cloud platform and analysed continuously throughout the monitoring period. For each parameter, the percentage of time spent within each quality category was calculated based on established reference thresholds.

These percentages are computed over a fixed weekday daytime window (approximately 07:00–16:00 local time) applied to every school day in the monitoring period. This is a computational definition of the analysis window, not a logged record of actual classroom occupancy or window-opening events, neither of which was separately recorded during this study.

Determining occupied hours (GO IAQS comparison). For the GO IAQS comparison presented later in this report, hours are further filtered to a proxy for classroom occupancy: weekday hours where CO_2 readings indicate people were present, evidenced by a sustained rise above a baseline level. Classroom attendance and timetable records were not available for this study, so occupancy is estimated from the sensor data itself, not from verified attendance.

CO_2 hourly evaluation (GO IAQS comparison). MICA sensors record readings roughly every 10 to 15 minutes. To report at an hourly resolution, these readings are normalised into a single comparable value per hour. For CO_2, the value used is the highest reading recorded that hour, reflecting its role here as a real-time indicator of ventilation adequacy rather than a pollutant whose health effect depends on average exposure over time. To avoid a single unusual reading determining the result, an hour is only counted as exceeding the 800 ppm limit when at least two of its readings are above it. PM2.5 continues to be reported as an hourly mean, consistent with its own health basis.

Table 2. IAQ assessment thresholds applied in this study and their reference basis.

Parameter	Excellent	Acceptable	Poor	Basis / Reference for the threshold
CO_2 (ppm)	< 800	800–1500	> 1500	RESET Air Standard; ASHRAE 62.1; WELL v2 (Feature A06)
TVOC (ppb)*	< 220 (< 200 index points)	220–660 (200–400 index points)	> 660 (> 400 index points)	German Federal Environmental Agency (UBA) VOC classification
Formaldehyde (µg/m3)**	< 70	70–100	> 100	WHO (2010); WELL v2 (Feature A01); SBM (Baubiologie)
PM2.5 (µg/m³)	< 15	15–35	> 35	WHO Global Air Quality Guidelines (2021)
PM10 (µg/m³)	< 50	50–100	> 100	EU Ambient Air Quality Directive (2024/2881/EN); WHO Global Air Quality Guidelines (2021)
Temperature (°C)	20–22	23–25	> 25 / < 18	ASHRAE 55; EN 16798-1:2019
Rel. Humidity (%)	30–60	< 30 or > 60	—	ASHRAE 55; EN 16798-1:2019; WHO Guidelines on Dampness and Mould (2009)

Figure 1. inBiot MICA Plus monitoring device installed in a monitored room



** My inBiot ranges are expressed in ppb, based on the German Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt) VOC classification linked to exposure-time-dependent allergic and sensitizing reactions. For µg/m³ reporting, inBiot converts using its published factors: Mølhave/WELL equivalent = 2.61 × ppb(ethanol), or isobutylene/RESET equivalent = 2.3 × ppb(ethanol); e.g. the 204-ppb cut ≈ 532 µg/m³ (Mølhave) or ≈ 469 µg/m³ (isobutylene).*

*** MICA thresholds are framed by three major references. The WHO (2010) 30-minute guideline value is 100 µg/m³, most widely cited health-based reference for non-industrial indoor air; WELL v2, Feature A01 sets a stricter certification threshold of ≤ 50 µg/m³, and SBM2024 (Baubiologie) indicative values for rest/sleep areas with concentration levels known to trigger allergic and sensitizing reactions – taking into account the sensor's accuracy of ± 25 µg/m³.*

Results and discussion

This section presents and analyses the results obtained during the IAQ monitoring campaign at the Budapest primary school. Results are presented per monitoring location, followed by a cross-location comparison.

A note on methodology before the numbers below. The percentages in this Results by location section use a fixed weekday class-hours window (see Data analysis and assessment thresholds, above). The GO IAQS and WELL comparisons later in this report use a stricter, occupancy-detected method (weekday hours where CO_2 itself signals someone is in the room), and will show lower compliance for the same rooms and the same 800 ppm line. Both are correct on their own terms, they are simply answering "what fraction of the time" with a different definition of "the time."

See the methodology notes in those sections for the detail.

Results by location

The results were recorded at the first-floor room 6, the classroom 3.c. and the classroom 5.b. during the 31-day measurement period. The detailed results are presented in the online version of the article.

Cross-location comparison

Table 6 provides a comparative overview of the key IAQ findings across the three monitored locations.

Table 6. Comparative IAQ summary across all monitored locations

Parameter	Room 6 (1st Fl.)	Classroom 3.c	Classroom 5.b
Avg. Temperature	26°C ⚠	23°C ⚠	27°C ⚠
Avg. Rel. Humidity	29% ⚠	33% ⚠	28% ⚠
CO_2 Excellent %	75%	80%	92%
CO_2 Acceptable %	24%	20%	8%
CO_2 Poor %	1%	0%	0%
TVOC Good %	88%	76%	88%
TVOC High %	1%	6% ⚠	0%
Formaldehyde	**Excellent**	**Excellent**	**Excellent**
$PM_{2.5}$	**Excellent**	**Excellent**	**Excellent**
PM_{10}	**Excellent**	**Excellent**	**Excellent**

All three locations show consistently excellent results for formaldehyde and all measured particulate matter fractions. Temperature and relative humidity are the two parameters that require the most attention across all monitored rooms. CO_2 performance is best in Classroom 5.b, suggesting that ventilation practices in that room are more consistently applied.

Impact of ventilation on CO_2 levels

Analysis of the CO_2 time series data clearly demonstrates the impact of window opening on indoor air quality.

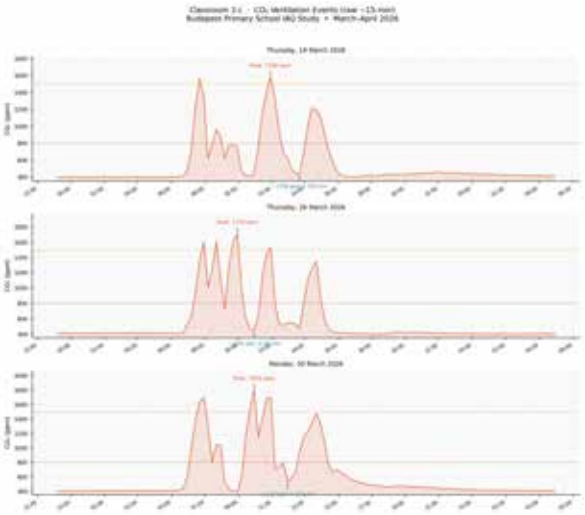


Figure 2. CO_2 concentration during ventilation events, Classroom 3.c (19, 26 and 30 March 2026).

Concentration levels show sharp declines whenever windows were opened, rapidly returning to the excellent range (below 800 ppm). Where constant low CO_2 values are observed, windows were kept open for extended periods.

In Classroom 3.c specifically, raw ~15-minute sensor data shows this in detail: on several school days, CO_2 peaks above 1500 ppm during a lesson, then falls more than 1100 ppm within 60 to 120 minutes once a window opens, close to the pre-lesson baseline. The build-up consistently precedes the decline, suggesting ventilation in this room is reactive rather than scheduled. A short window-opening period at the start of each lesson would likely prevent much of this build-up rather than only responding to it.

The visual CO_2 indicator of the inBiot MICA Plus device was reported by teaching staff to be particularly effective in prompting timely ventilation action. One teacher noted that the device kept the class constantly aware of the need for regular ventilation. This suggests that real-time visual feedback tools can significantly improve ventilation compliance in school settings.

However, one teacher also reported that the constant light signal of the device was distracting to students during lessons. It is recommended that in future installations the LED signal be turned off, or the device be positioned so that it is not directly visible to students during class time, while remaining visible to the teacher.

GO IAQS for Schools

In May 2026, GO AQS CIC published the GO IAQS for Schools Strategic Plan (EN20260611-1), establishing the first health-based indoor air quality performance standards designed specifically for educational environments. The framework anchors its limits in the Ultimate tier of GO IAQS, the most stringent classification, to ensure that indoor air protects even clinically vulnerable children with chronic health conditions or compromised immune systems.

The IAQ monitoring data collected at this Budapest primary school have been assessed against these newly published limits, positioning this study as one of the first documented real-world applications of the GO IAQS for Schools framework in Central Europe. The assessment follows the GO IAQS Step 1 protocol: a continuous-monitoring baseline audit that establishes the documented foundation for a targeted improvement plan.

The GO IAQS for Schools framework sets six pollutant-specific limits derived from its Ultimate tier (Table 1 in EN20260611-1). For the parameters assessed in this study, the primary thresholds are a CO_2 ceiling of 800 ppm, used as a proxy for ventilation adequacy and pathogen rebreathe risk, and a 1-hour $PM_{2.5}$ limit of 15 µg/m³ to protect against respiratory and systemic inflammation. Formaldehyde is subject to a ceiling value of 27 ppb. These limits are designed not as regulatory minimums but as active health-protection targets; the framework explicitly acknowledges that children are biologically more vulnerable than adults, inhaling more pollutants per kilogram of body weight due to higher metabolic rates and still-developing respiratory systems.

Measured results vs. GO IAQS limits

How to read the compliance bars (Panels B and D). GO IAQS reports present exposure as a binary percentage of occupied hours, healthy (blue) versus unhealthy (red), without intermediate tiers, so that compliance reads unambiguously (GO AQS, goaqs.org/go-iaqs-reports). Each bar shows the percentage of occupied hours within the limit for that pollutant, using the evaluation method described above.

How to read the time-series charts (Panels A and C). These charts are inBiot's own construction, not a GO IAQS output. Each line shows the average CO_2 or PM2.5 reading for each hour of the school day, calculated across all occupied weekdays in the study period; the shaded band shows the spread (±0.5 standard deviation) across those days, not measurement uncertainty. The dashed line marks the GO IAQS limit. Because each point is an average across many days, the line can sit below the limit even during hours when a meaningful share of individual days exceeded it. The compliance bars reflect that hour-by-hour reality, while these charts show the typical daily pattern rather than the compliance calculation itself.

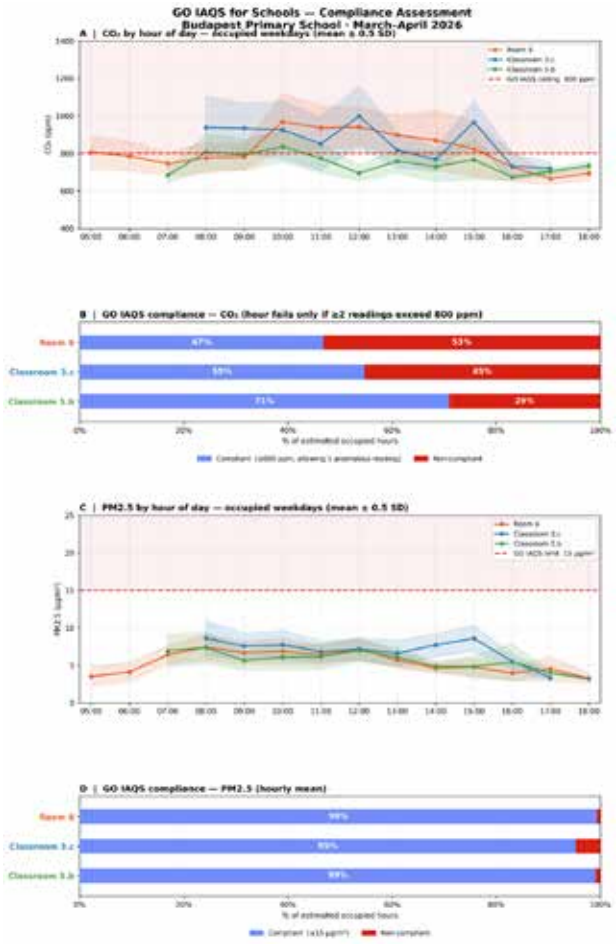


Figure 3. GO IAQS for Schools compliance assessment, Budapest Primary School, March–April 2026. (A) CO_2 diurnal profile with GO IAQS ceiling; (B) CO_2 compliance, share of occupied hours within limit; (C) PM2.5 diurnal profile with GO IAQS limit; (D) PM2.5 compliance, share of occupied hours within limit.

Key findings

CO_2 is the primary parameter requiring intervention across all three classrooms. However, the data also demonstrate that the 800 ppm GO IAQS ceiling is achievable within the building's existing infrastructure, Classroom 5.b maintained CO_2 below the limit during 71% of occupied hours, and all three rooms achieved rapid CO_2 reduction within a single lesson period when windows were opened. This confirms that a structured pre-lesson ventilation protocol can bring the school into GO IAQS compliance without capital investment.

PM2.5 concentrations were well within the GO IAQS limit in all monitored rooms throughout the entire study period (5.7–7.4 µg/m³ against a 15 µg/m³ ceiling). Room 6's formaldehyde readings (the only working sensor, partial data) were compliant 82% of occupied hours against the ~33 µg/m³ ceiling, with 18 of 103 occupied hours showing two or more readings above it. The three parameters not assessed in this study, Radon, CO, and NO_2, are recommended for inclusion in any follow-up monitoring campaign, particularly given the school's older building stock and gas-based heating infrastructure.

This study fulfils the requirements of Step 1 of the GO IAQS for Schools implementation roadmap and constitutes the documented baseline from which a targeted improvement plan should be developed.

WELL for Schools: K-12

The WELL Building Standard, run by the International WELL Building Institute (IWBI), evaluates how a building's physical environment affects occupant health. It is voluntary and commercial, not a legal requirement: an owner chooses to pursue it and pays IWBI's fees, often through an accredited WELL AP consultant. IWBI runs several separate programmes under the WELL name: WELL Certification (the full points-based standard), the WELL Health-Safety Rating (lighter, policy-focused), the WELL Equity Rating, and WELL at Scale. These are different scorecards, not tiers of one ladder.

It remains a useful reference here: its Air concept thresholds are grounded in a substantial body of research, and its verification rules are unusually well documented for a voluntary standard.

IWBI markets "WELL for K-12 Schools" as an entry point for education-sector projects; it is not a distinct technical standard. Classrooms are scored under the same Air concept thresholds as any other space type: there is no separate CO_2 or PM2.5 limit for schools. This section applies the generic WELL v2 Air concept to this study's data.

Table 8. WELL v2 Air concept features relevant to this study

Feature	Requirement
A01 Air Quality (Precondition)	PM2.5 ≤15, PM10 ≤50 µg/m³ (Part 1); TVOC ≤500 µg/m³ Mølhave-equivalent, or formaldehyde ≤50 µg/m³ via lab (Part 2, Option 1)
A05 Enhanced Air Quality (Optimization)	Formaldehyde ≤9 µg/m³ (lab-verified only)
A06 Enhanced Ventilation (Optimization)	CO_2 ≤900 ppm (1pt) or ≤750 ppm (2pt), demand-controlled ventilation pathway
A08 Air Quality Monitoring and Awareness (Optimization)	Continuous monitors, ≥3 regulated parameters, data shared with occupants

WELL's own compliance rule: at least 90% of a sensor's occupied-hour readings must fall within threshold, missing data counts as a failure rather than being excluded. The 90% bar is not asking for perfection (real buildings have off-moments), but it separates reliably compliant spaces from ones that fall short more than occasionally. This study did not run WELL's formal verification, but the same question is worth asking of this data. The table below asks it.

Table 9. Measured results vs. WELL v2 Air thresholds: occupied hours, individual readings. WELL's continuous-monitoring pathway requires ≥90% of occupied-hour readings within threshold.

Parameter	Room 6	Classroom 3.c	Classroom 5.b	WELL bar
CO_2 ≤900 ppm	65.2%	62.7%	82.1%	≥90%
CO_2 ≤750 ppm	36.4%	40.2%	58.4%	≥90%
PM2.5 ≤15 µg/m³	99.4%	95.3%	98.7%	≥90%
TVOC ≤500 µg/m³ (Mølhave-equivalent)	75.4%	47.5%	75.8%	≥90%

Formaldehyde: mean 17.8 µg/m³, 99.6% under WELL's lab-verified ≤50 µg/m³ threshold, only 30.3% under the stricter ≤9 µg/m³ tier. WELL verifies formaldehyde by laboratory test, not continuous sensor data, so this is context, not a compliance check.



Figure 4. WELL v2 Air concept compliance, measured vs. the 90% continuous-monitoring bar, occupied hours.

Key findings

None of the three classrooms reach WELL's 90% bar for CO_2, at either tier. PM2.5 clears it comfortably everywhere. TVOC is uneven: Classroom 3.c, on WELL's Mølhave-equivalent basis, averages 601 µg/m³ against the 500 ceiling, only 47.5% compliant, worse than the other two rooms. Radon, CO, O_3, and NO_2 were not measured.

This is a directional comparison, not a certification determination. Real WELL verification needs photographs, a floor plan, a Monitor Master List, and a month of platform-submitted data, none of which this study produces.

Conclusions

The objective of the study was to evaluate the use of continuous IAQ sensor technology in a school environment and to characterise current indoor air quality conditions, identify areas requiring corrective action and provide evidence-based recommendations. Based on the analysis of results, the following conclusions are drawn:

- Overall IAQ results were better than those typically found in most schools. The measurement was conducted during a transitional period, which allowed windows to be opened more frequently, contributing to better ventilation results than might be expected in winter conditions.
- Temperature is the most critical parameter across all three rooms. Average temperatures of 23–27°C consistently exceed the recommended 20–22°C comfort range. This not only weakens student concentration but also leads to significantly higher than necessary heating and cooling energy consumption. Immediate action is recommended to bring temperatures into the recommended range.
- Relative humidity is below the recommended range in all rooms. Averages of 28–33% fall below the 30–60% target range. Low humidity can cause skin and eye irritation, dry throat and increased allergy symptoms. Installing indoor plants or small humidifiers is recommended as a low-cost improvement.
- CO_2 levels were well managed through natural ventilation. The data clearly show that regular window opening effectively controls CO_2 concentration. The inBiot MICA Plus LED indicator was found to actively promote timely ventilation, demonstrating the value of real-time visual feedback in school settings.
- TVOC and formaldehyde levels can be managed through product selection. Concentrations were within or close to acceptable ranges. Selecting appropriate cleaning and sanitising agents with lower VOC content is recommended as a preventive measure, particularly for Classroom 3.c where 6% of readings were in the high TVOC range.
- Particulate matter is satisfactory across all monitored locations and fractions. $PM_{2.5}$, PM_{10}, PM_1 and PM_4 were all at excellent levels the vast majority of the time, indicating a low-dust indoor environment.
- Continuous monitoring with visual feedback devices is recommended for future campaigns. The device LED indicator should be turned off or repositioned so as not to distract students during lessons, while remaining visible to the teacher.

In conclusion, the study successfully characterised the indoor air quality at the Budapest primary school and demonstrated the value of continuous sensor-based IAQ monitoring in educational environments. The most actionable finding is the consistently elevated temperature, which should be addressed as a priority to improve both student wellbeing and the school's energy performance.

Recommendations

Based on the monitoring results, the following practical recommendations are provided:

- Reduce indoor temperature: Adjust heating/cooling setpoints to maintain temperatures within the 20–22°C range. This will improve student concentration and reduce energy costs.
- Improve relative humidity: Install indoor plants or use small humidifiers to bring average relative humidity above 30%. This is a low-cost measure with significant comfort benefits.
- Maintain ventilation routines: Continue the practice of regular window opening. The real-time CO_2 indicator proved effective at promoting ventilation behaviour and should be utilised consistently.
- Apply proper ventilation also in winter: Although it may be uncomfortable, ventilation should not be skipped during colder months. Brief but frequent ventilation episodes (e.g. 5–10 minutes per hour) are sufficient to significantly reduce CO_2. If indoor temperatures make this uncomfortable, students may temporarily leave the classroom during ventilation.
- Review cleaning and sanitising products: Select low-VOC cleaning agents, particularly for Classroom 3.c where TVOC levels occasionally reached the high category. Check furniture and building materials for potential formaldehyde-emitting sources.
- Adjust device placement: Position inBiot MICA Plus devices so that the LED signal is visible to the teacher but not facing students directly, or disable the visual signal during lessons to avoid distraction.
- Extend the monitoring programme: A follow-up measurement campaign during the winter months (October–February) is recommended to assess IAQ performance under closed-window conditions, when CO_2 and VOC levels are likely to be higher.

References

1. European Committee for Standardisation. EN 16798-1:2019. Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics.
2. World Health Organisation. 2010. WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
3. ASHRAE Standard 62.1-2022. Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
4. Hungary Green Building Council (HuGBC) - WELL & Environment Working Group. 2026. Pilot IAQ Monitoring Project – Primary School Budapest. Internal project report.
5. inBiot Indoor Environment Technology. 2026. MICA Plus Technical Documentation. inBiot, Pamplona, Spain. www.inbiotair.com.
6. Daisey, J.M., Angell, W.J., & Apte, M.G. 2003. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. Indoor Air, 13(1), 53–64.

From Operational Energy to Whole Life Carbon: Regulatory Transformation and Implications for the Hungarian Building Sector

Faris Alajlouni, Zsuzsa Szalay

Bevezetés

Magyarország jelenleg az életciklus-elemzés (LCA) és a teljes életciklusra vonatkozó szén-dioxid-kibocsátás (WLC) tevékenységek korai szakaszában tart, amelyet a jóváhagyott nemzeti módszertan és a nemzeti adatbázis hiánya jellemez.

Az építőipari szakemberekre vonatkozó jogi környezet jelentős változáson megy keresztül, mivel az európai és nemzeti szabályozások a működési energiafogyasztásról a teljes életciklusra vonatkozó szén-dioxid-kibocsátásra (WLC) és az életciklus-elemzésre (LCA) helyezik át a hangsúlyt. A mérnökök számára ez az átmenet új, kötelező felelősséget jelent: az épületek teljes életciklusuk alatti környezeti hatásának kiszámítását és közzétételét.

Ebben a tanulmányban bemutatjuk a jogszabályi követelményeket és határidőket, az adatokkal és a módszertannal kapcsolatos kihívásokat, valamint a jelenlegi helyzetet Magyarországon, és összehasonlítjuk azt más, e területen vezető európai országokkal.

Emellett kitekintünk a jövőre is, és bemutatjuk, mire számíthatunk a következő években, hiszen a mérnököknek fel kell gyorsítaniuk a külföldi adatbázisok bevezetését, és ki kell dolgozniuk egy nemzeti számítási módszertant. Ezek a fejlemények együttesen támogatják azt a hosszú távú célt, hogy 2050-re teljesen szén-dioxid-mentes, nulla kibocsátású épületállományt érjünk el.

Abstract

Hungary is currently in the early phase of Life Cycle Assessment (LCA) and Whole Life Carbon (WLC) activities, which are marked by the lack of an approved national methodology and a national database.

The legislative landscape for building professionals is undergoing a significant shift as European and national regulations move from a focus on operational energy to Whole Life Carbon (WLC) and Life Cycle Assessment (LCA). For engineers, this transition implies a new mandatory responsibility to calculate and disclose the environmental impact of buildings throughout their entire life cycle.

In this paper we will demonstrate the legislative requirements and deadlines, data and methodology challenges, as well as the current situation in Hungary and how it compares to other leading European countries in this domain.

We will also have a future outlook of what we expect in the upcoming years, as engineers will need to accelerate the adoption of foreign databases and develop a national calculation methodology. Together, these developments support the long-term objective of achieving a fully decarbonized, zero-emission building stock by 2050.

Introduction

Life Cycle Assessment (LCA) has emerged as a critical framework for understanding the full environmental impact of buildings beyond their operational phase [1]. Traditionally, the construction sector has focused primarily on operational energy use, often overlooking the significant carbon emissions embedded in materials, construction processes, maintenance, and end-of-life stages [2]a critical review of the life cycle energy analyses of buildings resulting from 73 cases across 13 countries is presented. The study includes both residential and office buildings. Results show that operating (80–90%. LCA addresses this gap by providing a comprehensive, cradle-to-grave evaluation of environmental performance, enabling more informed decision-making. Its importance has grown in response to global climate targets, as embodied carbon can represent a substantial share of a building's total emissions over its lifespan. By integrating LCA into design and planning, stakeholders can identify opportunities to reduce emissions early in the project lifecycle, where the greatest impact can be achieved [2]a critical review of the life cycle energy analyses of buildings resulting from 73 cases across 13 countries is presented. The study includes both residential and office buildings. Results show that operating (80–90%.

For the construction sector, this translates into more sustainable material selection, optimized structural solutions, and improved resource efficiency [1]. Moreover, LCA supports regulatory compliance as governments increasingly shift toward whole life carbon approaches in building policies [3] For professionals, including engineers, architects, and project managers, LCA enhances their ability to deliver environmentally responsible and future-proof projects. It also provides a common language and quantitative basis for collaboration across disciplines [2]a critical review of the life cycle energy analyses of buildings resulting from 73 cases across 13 countries is presented. The study includes both residential and office buildings. Results show that operating (80–90%. Ultimately, adopting LCA not only contributes to climate mitigation goals but also drives innovation and long-term value creation within the built environment [4]or buildings with low greenhouse (GHG.



Faris Alajlouni
Department of Construction Materials and Technologies, Faculty of Civil Engineering
Fares.ajlouny@gmail.com



Zsuzsa Szalay
Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary

This paper examines the current status of LCA implementation in Hungary and evaluates its position in comparison with global practices and leading European countries. It also discusses the INDICATE Life project and its contribution to supporting other countries in establishing national benchmarks through the identification and application of appropriate methodologies. Finally, the paper presents a roadmap for Hungary and provides recommendations for engineers and professionals involved in the field.

The Larger EU Regulatory Context

The Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)

The Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) (Directive 2024/1275) is essentially the EU's main tool for pushing improvements in how buildings use energy, whether residential or non-residential. At its core, it sets the direction for how member states approach efficiency in the built environment, though the way it's applied can vary from one country to another, as it tries to account for differences in climate, indoor comfort expectations, and, perhaps most importantly, cost-effectiveness [9]. Over time, it has also started to take on a broader role, gradually moving beyond just operational energy toward wider sustainability concerns [5].

The EPBD signals a noticeable change in priorities. Instead of focusing mainly on operational energy, the emphasis now moves towards whole life carbon (WLC). That might sound like a straightforward extension, but in practice it asks the sector to rethink how buildings are evaluated from the very beginning.

The rollout, however, is staged rather than immediate. By January 2027, Member States are expected to put together a national roadmap outlining how limit values for life-cycle global warming potential (GWP) will be introduced [6]. This step will likely reveal how prepared the country is, and how ambitious it intends to be. A year later, in January 2028, the rules become more concrete: all new buildings over 1,000 m² will need to calculate and disclose their life-cycle GWP [6]. For many practitioners, this may be the point where LCA shifts from being optional or experimental to something unavoidable.

By 2030, the requirement extends to all new buildings, regardless of size [6]. At that stage, whole life carbon assessment will not just be a niche practice—it will effectively become part of standard procedure. Whether the industry can adapt in time, though, probably depends on how quickly tools, data, and expertise catch up with the regulation [7].

Methodological Framework

To make sure results are comparable across Member States — a challenge that has come up quite often in LCA discussions — the EU introduced a Delegated Act in late 2025 setting out a shared calculation framework. At first glance, the requirements seem technical, but they are relevant in how assessments are carried out in practice. Calculations are expected to follow the EN 15978 standard, which is already familiar to many practitioners, though not always applied consistently [7].

There's a fixed reference study period of 50 years [3]. While that helps with alignment, it may not always reflect the real lifespan of certain building types or components, which raises some practical questions. The scope itself is quite broad: assessments need to include embodied emissions — so everything from material production to transport and replacement — as well as operational energy use and end-of-life stages like demolition and waste processing. In theory, this gives a full picture, but it also makes the process more data-intensive than many teams are used to[3].

Finally, the system boundaries are tied to the Level(s) framework, which defines what exactly needs to be included, from structural elements to technical systems. That should help reduce ambiguity, although some grey areas are probably unavoidable, especially in more complex projects [8].

The Construction Products Regulation (CPR)

The requirements introduced under the EPBD don't stand on their own—they're part of the wider Fit for 55 package, which is pushing for an ambitious 55% reduction in emissions by 2030 [6]. A closer examination reveals that these policies are not isolated but rather increasingly interrelated [7]. The revised Construction Products Regulation (CPR) will require manufacturers to declare Global Warming Potential (GWP) values in the Declaration of Performance and Conformity, which essentially feeds the data pipeline that designers and engineers rely on for building-level assessments. In theory, this should make LCA work more straightforward, although in practice it will probably depend on how consistent and reliable that product data turns out to be [8].

The Construction Products Regulation (EU) No 305/2011 (CPR) and the Construction Products Regulation (EU) 2024/3110 are one of those EU frameworks that shape how construction works in practice. It sets the rules for how construction products are placed on the market across the European Union [10]. Before this, the system was governed by the Construction Products Directive 89/106/EEC, which, while useful, did not always lead to consistent application between countries.

At its core, the CPR seems to be trying to balance two things that do not always sit comfortably together: ensuring products are safe and perform as expected, while also allowing them to move freely across EU borders [11]. It is worth noting that it does not deal with how buildings are designed — that's still up to national rules—but rather focuses on the performance of the materials and products.

Some key Changes in the Revised Construction Products Regulation (CPR) Related to Global Warming Potential (GWP) are [12]:

- Mandatory Environmental Sustainability Information: The revised CPR requires manufacturers to provide environmental sustainability information for construction products in a harmonized manner. This includes the declaration of environmental impact indicators, particularly Global Warming Potential (GWP), thereby increasing transparency and enabling the consistent assessment of product-related carbon emissions across the European market.
- Enhanced Integration of Life Cycle Assessment (LCA) Methodologies: The regulation strengthens the application of standardized LCA methodologies for evaluating

the environmental performance of construction products. By requiring environmental data to be generated according to harmonized European standards, the CPR improves the reliability, comparability, and scientific robustness of GWP calculations.

- Support for Whole-Life Carbon Assessment: The revised CPR establishes a foundation for integrating product-level environmental data into building-level assessments. The availability of harmonized GWP data enables more accurate whole-life carbon calculations, supporting the evaluation of embodied carbon throughout the life cycle of buildings and infrastructure projects.
- Alignment with EU Climate and Decarbonization Objectives: The CPR has been updated to support the European Union's climate-neutrality targets and broader sustainability policies. By emphasizing the measurement and disclosure of GWP, the regulation encourages manufacturers to reduce greenhouse gas emissions associated with material extraction, production, transportation, use, and end-of-life processes.
- Improved Data Harmonization and Digitalization: The revised framework promotes the development of digital and standardized environmental information systems. Harmonized reporting formats facilitate data exchange between manufacturers, designers, policymakers, and LCA practitioners, improving the accessibility and usability of GWP data for carbon assessment and reporting purposes.
- Facilitation of Low-Carbon Material Selection: By providing transparent and comparable GWP information, the CPR enables stakeholders to identify and prioritize lower-carbon construction products. This supports evidence-based decision-making and incentivizes innovation in materials, manufacturing processes, and supply chains aimed at reducing embodied carbon emissions.

The link to the EU Taxonomy and broader ESG frameworks is also hard to ignore. Having standardized GWP data makes it much easier to classify projects as "sustainable," which in turn affects access to green financing [7]. In that sense, LCA isn't just a technical exercise anymore—it's starting to influence investment decisions directly [6]. At the same time, making carbon impacts more visible seems likely to nudge the sector toward more circular practices, whether that's reusing materials or thinking more seriously about end-of-life scenarios [6]. Materials like timber often come up in this discussion because of their carbon storage potential, although even here the benefits can depend heavily on sourcing and lifecycle assumptions [8].

The INDICATE LIFE project

The INDICADE LIFE project helps to create national whole life carbon (WLC) benchmarks and collect market and policy insights. It also supports policy-level action and engages national stakeholders to mobilize the industry to support WLC regulations.

The INDICATE LIFE project also addresses the challenges in data collection and proposes several solutions building on the successes of the previous INDICATE project, which implemented pilots in Ireland, Spain, and the Czech Republic. INDICATE LIFE seeks to address gaps in LCA data for WLC regulations in Austria, Croatia, Italy, Luxembourg, and Hungary. Hungary is represented by the Hungarian Green Building Council (HuGBC) with a follower role in the project.



Figure 1: Objectives for the INDICATE LIFE project [13]

The methodological framework of the INDICATE project relies on a carefully selected, representative set of building typologies to capture the diversity of the national building stocks. Main typologies were taken into account (e.g. detached houses, multi-family houses, office buildings, educational buildings, warehouses and other building types). For each reference case, Whole Life Carbon (WLC) metrics were quantified across the building life cycle (Modules A1-3, A4-5, B4-5, B6-7, C1-4 and D). A thorough statistical analysis was then performed, using mainly descriptive statistics, typology-based comparative analysis, sensitivity analysis and benchmark development. The analysis was conducted on a large dataset of case studies, with the aim of identifying WLC patterns and ranges for each building typology. Some results of the original INDICATE project can be seen in Figure 2 and 3.

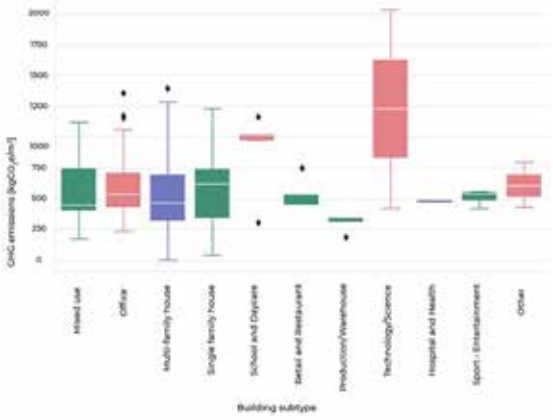


Figure 2: Whole life embodied carbon for all countries (A1-C4; Cradle-to-gave)[14]

Figure 2 shows the box plot diagrams of the combined datasets from all countries. Most building types have similar specific embodied carbon (between 300-750 $kgCO_2e/ m^2$), with much higher values for technology/science buildings that can reach up to 1600 $kgCO_2e/ m^2$.

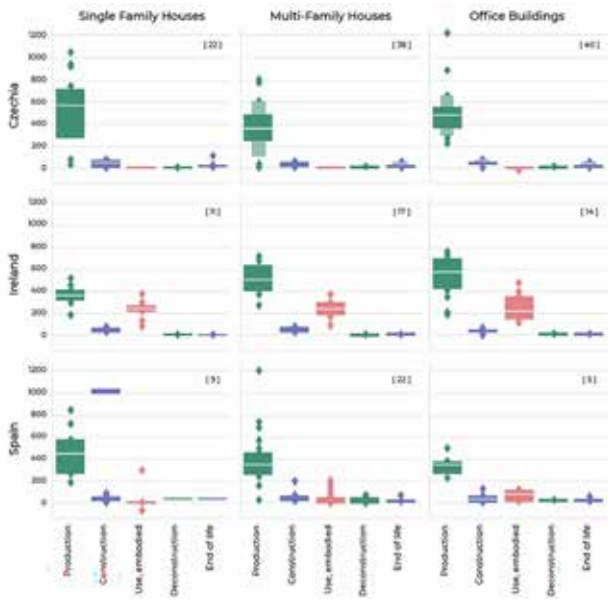


Figure 3: Embodied carbon intensity for selected key attributes [14]

The results indicate that material production is the dominant life-cycle stage in terms of carbon emissions, contributing the largest share of embodied carbon. Emissions associated with the production stage account for approximately 80% of the total embodied carbon across the building life cycle, highlighting it as the primary source of emissions in new construction projects. The embodied carbon associated with the product stage (Modules A1–A3) typically ranges from 400 to 500 $kgCO_2e/m^2$ on average (median). Furthermore, the interquartile range, representing 50% of the observations, lies between 300 and 700 $kgCO_2e/m^2$ for the majority of residential and non-residential buildings included in the dataset.

There are differences between the countries, e.g. the interquartile range for the product stage emissions is 250-750 kg CO_2e/m^2 in Czechia, compared to 300-400 kg CO_2e/m^2 in Ireland. This is probably due to heavy construction being more widely used in Central Europe. The data challenges and suggested solutions can be seen in Figure 4. The project also emphasizes the importance of implementing the WLC regulation correctly, as a poor implementation risks increasing housing affordability issues and weakening public support for climate action, where in the absence of market preparedness and stakeholder participation, WLC regulation may lead to greater costs, lower building production, and higher home prices.

The Current Status Quo in Hungary

Hungary's current landscape for building Life Cycle Assessment (LCA) is characterized by an "infancy stage" of maturity, reflecting the early phase of its institutional and technical evolution [16].

This status is fundamentally defined by a regulatory vacuum, as the country presently lacks both an officially mandated national methodology and a centralized, EN 15804-compliant environmental database for construction products [16]. LCA remains predominantly restricted to academic inquiry or is utilized as an a posteriori administrative exercise to fulfill the requirements of voluntary green building certification schemes, rather than serving as an integrated design-optimization tool [16].

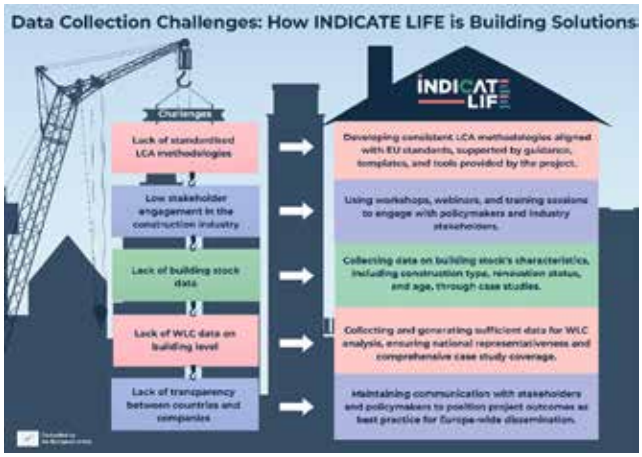


Figure 4: How INDICATE LIFE is a building solution [15]

Based on a survey conducted among LCA specialists in 2025, consultancy firms tend to encounter LCA primarily through green certification requirements — LEED and BREEAM being the usual drivers [17] Most have been doing this for 2-10 years, and altogether they have worked on between 90 to 100 projects: office buildings, industrial sheds, logistics halls, public buildings, sports facilities. The work is real and diverse, but the certification brief is usually what sets it in motion [7].

Pioneering architectural offices are a different story. For a handful of practices, LCA has become genuinely embedded in how they design — used not just for reporting, but for actual design optimization. One practice has 27 years experience, another started just 3 years ago. These two offices assessed altogether around 30 projects, mostly detached houses, both new-build and refurbished. Small in volume, but arguably more methodologically serious than much of what happens in the consultancy world [18] Researchers often use virtual building models and archetypes (mostly residential) to maintain strict analytical control. However, this methodological isolation can result in findings that lack direct alignment with actual construction outcomes.

From a methodological standpoint, a standardized national framework has yet to be officially established. Academic methods do exist and are broadly in line with EN 15978, and some practitioners follow Level(s) or the RICS standard where a project calls for it. Certification schemes occasionally impose their own requirements, which helps, though it also means different projects end up using different rules.

Assumptions are, often default values available in the software tool (e.g. One Click LCA). That is worth flagging — it's practical, but it raises questions about how comparable results really are across projects. There are several open methodological questions that the field has not resolved yet, and that gap is probably more significant than practitioners tend to acknowledge.

International Comparison

When we place Hungary alongside countries with more established LCA practices, it becomes clear that it is still finding its footing—especially when it comes to consistent data and institutional support [7]. In places like the Netherlands, France, and Germany, the systems feel more settled, largely because national databases are not only available but also actively maintained and, in some cases, backed by government structures [8]. France's INIES and Germany's Ökobaudat are good examples of how this can work in practice; they don't just store data; they shape how professionals actually approach design and compliance [8].

The picture is a bit different in the United States, where things are less centralized. Even so, the sheer number of tools and databases in use—often tied to certification systems like LEED—means LCA is already part of everyday decision-making for many practitioners [8]. The UK sits somewhere in between, with widely trusted datasets linked to frameworks like BREEAM, though access can sometimes depend on subscriptions or institutional ties [19]. China is harder to pin down; progress there has been fast, at least on paper, with new databases emerging, but their day-to-day use in design processes still seems somewhat uneven [20].

Against this backdrop, Hungary's situation feels more fragmented. There isn't a single, coordinated database that professionals can rely on, which makes LCA work more cumbersome than it probably needs to be [7]. From what was gathered, this doesn't just slow things down—it can also lead to inconsistencies in how assessments are carried out [8]. As EU policies begin to lean more heavily toward whole life carbon thinking, this gap may become more noticeable. Building a more unified system would likely make a real difference, not just in terms of data quality, but in helping practitioners actualy use LCA in a meaningful way rather than treating it as an added complication [6].

Critical Gaps: What is Missing?

Hungary does not have an official, nationally coordinated database for environmental data, which creates an immediate gap for anyone trying to carry out LCA in a consistent way. The current workaround seems to lean toward adopting or adapting existing systems—most notably the German Ökobaudat database—but it's not entirely clear how smoothly that would translate into the local context. Differences in construction practices and materials could make direct use a bit tricky.

There is also no dedicated national body managing Environmental Product Declarations (EPDs), meaning there is not a clear system for verifying or storing this kind of data. In practice, this leaves professionals relying on external sources, which may or may not align with Hungarian conditions.

A similar issue shows up with benchmarking: there are no established national reference values for embodied CO_2 emissions, so architects often fall back on international guidance like RIBA or LETI. While useful, these benchmarks do not always reflect local realities, which can make comparisons feel a bit disconnected.

Another weak point is building services. Information on technical systems— heating, ventilation and air-conditioning (HVAC), electrical, etc.—is often incomplete, and in some cases simply left out or heavily simplified in assessments. That is not necessarily due to negligence; it is more a reflection of how limited the available data still is. Taken together, these gaps suggest that while LCA is technically possible in Hungary, it is still far from being a seamless or fully reliable process.

Recommendations

To support the development of a national Life Cycle Assessment (LCA) database in Hungary, a structured roadmap is required to guide the process from initial planning to implementation. The proposed roadmap outlines a series of interconnected steps designed to establish a robust, transparent, and nationally relevant database that can support environmental assessments of buildings and construction materials. These steps encompass stakeholder engagement, governance structure development, strategic planning, and technical implementation, ensuring that the database is aligned with national priorities and international best practices. By following this systematic approach, Hungary can create a reliable foundation for improving the quality, consistency, and accessibility of life-cycle data, thereby facilitating more accurate carbon assessments and supporting the transition toward a low-carbon built environment, The detailed steps of this roadmap include [8]:

1. Baseline Assessment and Stakeholder Mapping: A detailed assessment of the current state of LCA in the country and an identification of key stakeholders, including government agencies (for hosting/funding), researchers, consultants (for modeling expertise), and industry associations (as data providers).
2. Establish a National Database Working Group (NDWG): Formulating a dedicated group from stakeholder pools to contribute funds, effort, or expertise. It is recommended to have a small core working group supported by a larger advisory body.
3. Determine Level of Ambition: The NDWG must decide whether the goal is a fully functional, high-complexity LCA database or a simpler repository of consistent datasets. This decision directly influences estimated costs and necessary funding.
4. Plan the Roadmapping Process: Developing an overall project plan that includes a meeting schedule, a development timeline, and chosen work methods such as workshops, surveys, or brainstorming sessions.
5. Define Vision and Goals: Explicitly defining the purpose of the database initiative to clarify all subsequent technical and management requirements.
6. Action Plan for Database Development: Creating a prioritized list of tasks and deliverables with a clear timeline. This step also establishes roles, responsibilities, and quality control mechanisms.
7. Draft the Database Roadmap Document: Consolidating the vision, goals, and action plan into a formal document that outlines dependencies between tasks and responsibilities to ensure stakeholder acceptance.
8. Review the Roadmap and Obtain Stakeholder Support: Subjecting the draft to reviews by local stakeholders and international experts to ensure broad acceptance and encourage future collaboration.

9. Revise and Finalize the Roadmap: Updating the document based on expert feedback and developing a formal plan for its dissemination.

10. Disseminate and Execute First Steps: Launching the finalized roadmap and begin implementation, such as the collection of core datasets or initiating pilot studies.

While the 10 steps provide a general framework, specific strategic recommendations are proposed for Hungary's execution of this roadmap [8]:

- The "Fast Track" Approach: due to limited resources and a small current dataset, it is recommended that Hungary does not build a database from zero. Instead, it should adopt a high-quality foreign database — for example the German Ökobaudat — and adapt it (contextualize it) to the Hungarian energy mix and transport distances.
- Current Progress: The INDICATE LIFE project is currently assisting with Step 1 (baseline assessment) and has initiated Step 2 by organizing workshops where stakeholders expressed a strong commitment to forming the necessary working group [15].
- Governance: The roadmap emphasizes the need for a long-term management structure and secure funding, noting that the database could be hosted by a government organization, an NGO, or an academic institute.

Beyond data and governance, there is also a broader shift being encouraged. Rather than a posteriori reporting , the idea is to use it earlier in the design phase to guide material choices. That, in theory, could have a much bigger impact, especially if combined with digital tools like Building Information Modelling (BIM), which can automate quantities and make assessments less time-consuming. At the same time, a one-size-fits-all approach probably would not work. Simpler methods are suggested for smaller projects like single-family houses, while larger developments would require more detailed analysis [8].

One of the more immediate changes is around disclosure. Engineers will need to make sure that life-cycle GWP calculations are carried out in line with EN 15978 and then actualy reported in the Energy Performance Certificate (EPC) [6]. On paper, that sounds straightforward, but in practice it adds another layer of responsibility – especially given how uneven data availability can still be.

There is also a growing focus on professional qualifications. The EPBD requires Member States to ensure that architects and engineers have the right level of expertise [6]. That could mean new certification schemes or additional training requirements, although how this will be implemented likely varies from country to country. In any case, it points to a broader shift: LCA and whole life carbon are no longer niche topics, and professionals may need to adapt more quickly than expected.

Conclusions

The transition towards Whole Life Carbon (WLC) in Hungary's built environment represents a fundamental shift from a traditional focus on operational energy to a comprehensive, cradle-to-grave evaluation of environmental performance. While Hungary is currently in an "infancy stage" characterized by a regulatory vacuum and a lack of a centralized, national database, the upcoming EU legislative mandates make the adoption of Life Cycle Assessment (LCA) unavoidable. Under the recast Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), Hungarian building professionals must prepare for mandatory GWP disclosure for large buildings by 2028 and all new buildings by 2030.

To overcome the current fragmentation, the paper proposes a "Fast Track" approach that involves adapting established foreign databases, for example the German Ökobaudat, to the Hungarian energy mix and transport distances. This strategy, supported by initiatives like the INDICATE LIFE project, is essential for establishing the national benchmarks and data collection frameworks needed to mobilize the industry. Furthermore, the role of the engineer must evolve from providing a posteriori administrative reports to utilizing LCA as a proactive design-optimization tool early in the project lifecycle.

The path forward requires addressing critical gaps in building services data, establishing a national body for environmental database management, and implementing mandatory professional training in areas such as calculation methodologies and circularity. Successfully navigating this roadmap is not merely a technical requirement but a strategic necessity to avoid housing affordability issues while meeting the ambitious goals of the Fit for 55 package. Ultimately, these efforts provide the essential foundation for achieving a fully decarbonized, zero-emission building stock by 2050.

Acknowledgement

The authors acknowledge the support of the INDICATE LIFE project.

References

[1] F. Pomponi and A. Moncaster, "Embodied carbon mitigation and reduction in the built environment – What does the evidence say?," Journal of Environmental Management, vol. 181, pp. 687–700, Oct. 2016, doi: 10.1016/j.jenvman.2016.08.036.

[2] T. Ramesh, R. Prakash, and K. K. Shukla, "Life cycle energy analysis of buildings: An overview," Energy and Buildings, vol. 42, no. 10, pp. 1592–1600, Oct. 2010, doi: 10.1016/j.enbuild.2010.05.007.

[3] Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings (recast) (Text with EEA relevance). 2024. Accessed: Jun. 09, 2026. [Online]. Available: http://data.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj

[4] T. Häkkinen, M. Kuittinen, A. Ruuska, and N. Jung, "Reducing embodied carbon during the design process of buildings," Journal of Building Engineering, vol. 4, pp. 1–13, Dec. 2015, doi: 10.1016/j.jobe.2015.06.005.

[5] "EPBD implementation support hub," World Green Building Council. [Online]. Available: https://worldgbc.org/epbd-implementation-support-hub/

[6] "Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings (recast) (Text with EEA relevance)".

[7] Z. Szalay, "Status Quo analysis of WLC methods used in Hungary," Hungary Green Building Council, INDICATE LIFE, Deliverable 7.37, 2025.

[8] Z. Szalay, "WLC methodology and database strategy in Hungary," Hungary Green Building Council, INDICATE LIFE, Deliverable 7.38, 2025.

[9] "The Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)," EPB Center. [Online]. Available: https://epb.center/epb-standards/the-energy-performance-of-buildings-directive-epbd/

[10] "Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EECText with EEA relevance".

[11] O. Radley-Gardner, H. Beale, and R. Zimmermann, Eds., Fundamental Texts On European Private Law, 2nd ed. Hart Publishing Ltd, 2016. doi: 10.5040/9781782258674.

[12] Regulation (EU) 2024/3110 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2024 laying down harmonised rules for the marketing of construction products and repealing Regulation (EU) No 305/2011 (Text with EEA relevance). 2024. Accessed: Jun. 24, 2026. [Online]. Available: http://data.europa.eu/eli/reg/2024/3110/oj

[13] "INDICATE LIFE objectives infographic," INDICATE. Accessed: Jun. 23, 2026. [Online]. Available: https://www.indicatedata.com/resources/infographic-indicate-life-objectives

[14] "Results | Indicate Pilot," INDICATE. [Online]. Available: https://www.indicatedata.com/indicate-pilot-results

[15] "INDICATE | Whole Life Carbon Data for the Built Environment," INDICATE. [Online]. Available: https://www.indicatedata.com

[16] Z. Szalay, "A parametric approach for developing embodied environmental benchmark values for buildings," Int J Life Cycle Assess, vol. 29, no. 9, pp. 1563–1581, Sep. 2024, doi: 10.1007/s11367-024-02322-w.

[17] One Click LCA, "2025 Carbon Experts Report," One Click LCA, Helsinki, Finland, 2025. [Online]. Available: https://oneclicklca.com/survey-for-the-2026-carbon-experts-report

[18] D. Kumar, K. K. Maurya, S. K. Mandal, B. A. Mir, A. Nurdiawati, and S. G. Al-Ghamdi, "Life Cycle Assessment in the Early Design Phase of Buildings: Strategies, Tools, and Future Directions," Buildings, vol. 15, no. 10, p. 1612, Jan. 2025, doi: 10.3390/buildings15101612.

[19] F. Pomponi and A. Moncaster, "Scrutinising embodied carbon in buildings: The next performance gap made manifest," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 81, pp. 2431–2442, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.06.049.

[20] Q. Li et al., "A BIM–LCA Approach for the Whole Design Process of Green Buildings in the Chinese Context," Sustainability, vol. 15, no. 4, p. 3629, Feb. 2023, doi: 10.3390/su15043629.

Intézményi épületek energiahatékony fűtéstechnikai rendszerének fejlesztése

Dr. Kassai Miklós Ph.D., Orbán Péter

Abstract

In the first part of this research work the technical designing of energy efficient heating system with closed probe heat pumps for an institutional building is presented. The local government would like to change the old gas boiler-based heat producing system to up-to-date, environmental friendly equipment with the financial support of the European Union. As the continuation of the research work, investigation of the payback time and environmental calculations with CO_2-saving will be performed by various conditions that will be also achieved during the research project.

Bevezetés

Hazánkban a geológiai lehetőségek kiváló táptalajt nyújtanak a földhő alapú épületgépészeti rendszerek alkalmazásához, azonban sajnos erről néha még a környezetbarátok is hajlamosak elfelejtkezni [1-2]. Ezen lehetőségek közé tartozik egyebek mellett a hőszivattyú is. Széleskörű alkalmazhatósága és gyakorlatilag végtelen (primer oldali) munkaközege ellenére nem eléggé elterjedt a magyar épületgépészetben, pedig használatával alacsony működési költséggel állítható elő a komfort terek kívánt hőmérsékleti állapota, legyen szó akár fűtésről, akár hűtésről.Emellett a használati célú melegvíz készítésére is bevethető, így kiváló lehetőséget nyújt például hátrányos helyzetű önkormányzatoknak is az általuk üzemeltetett épületek alacsony és környezetbarát fűtéséhez, klimatizálásához.

A kutatómunka célja meghatározni azt az optimális üzemi állapotot adott, zárt szondás rendszerre, melynek alkalmazásával megfelelő komfortparaméterek alakíthatók ki a körülményekre különösen érzékeny emberek (gyermekek) számára is.

A kutatási munka konkrét témája a tiszagyendai óvoda, általános iskola és napközi épületek fűtéstechnikai rendszerének ellátása talajba fektetett zárt szondás rendszerrel. Cél, hogy ezek az épületek a jelenlegi, kazánokkal történő fűtési mód helyett korszerűen, alacsony üzemeltetési költséggel és magas komfortszinttel elégítsék ki a napjaikat ott töltő tanulók és természetesen a dolgozók igényeit. A város Európai Uniós pályázat segítségével szeretne forrást szerezni a jó geotermikus adottságú területben rejlő potenciál kiaknázására. A költségek csökkentése érdekében a jelenleg üzemelő fűtésrendszerekhez minél kevésbé szeretnének hozzányúlni, azonban elvárás azok minél jobb hatékonysággal működése, minél alacsonyabb üzemeltetési költségek mellett. A kutatómunka megvalósításában nagyon sok köszönhető Fodor Zoltán főmérnök úrnak és a Geowatt Kft. többi munkatársának, akik szaktanácsukkal hozzájárultak a munka sikeréhez, valamint Orbán Péter MSc. hallgatónak, aki a kutatásban asszisztált, és munkájának eredményéből egy kiváló minőségű diploma dolgozat született [3-10].



Dr. Kassai Miklós Ph.D.
műszaki fejlesztési igazgató, Kassai-Klíma Kft.



Orbán Péter
végzett MSc hallgató, BME Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

Ebben a cikkben a hőszivattyús rendszer fejlesztésének lépései kerülnek bemutatásra.

Az épület hőtechnikai méretezése

A feladat célja a tiszagyendai óvoda (cím: 5233 Tiszagyenda, Ady Endre u. 6.), általános iskola, illetve napközi három épületében az optimális komfortparaméterek biztosítása zárt szondás hőszivattyús rendszer alkalmazásával. Cél továbbá a jelenlegi, magas hőfokszintű rendszer megtartása.

1. táblázat A településen elhelyezkedő, fűtendő intézmények adatai [11]

Épület megnevezése	Alapterület [m^2]	Fűtendő légtérfogat [m^3]
Alsó tagozat és tornaterem	854	4704,2
Felső tagozat	336	1007,2
Napközi	121,5	289,9

Az egyes intézmények üzemelése szakaszos, tervezetten napi legfeljebb 12 óra, így ezek nem igényelnek 24 órás, teljes fűtést. Az épületek a helyi önkormányzat adatszolgáltatása [11] szerint a tornaterem kivételével az 1970-es években épültek, szerkezetük feltételezhetően tégla vagy vályog. A tornaterem épületét 2010-ben építették pályázati forrásból. A napközi épületének fűtése jelenleg gázkonvektoros fűtés, az alsó tagozat épületében öntöttvas radiátorok, míg a felső tagozat és a tornaterem esetében lapradiátorok lettek beépítve, épületenként egy gázkazános hőközponttal. Az alsó tagozat és a tornaterem közös körön helyezkedik el, melynek hidraulikai szabályozása jelenleg nem megoldott, a korábbi kivitelezés szakszerűtlenül történt. A beruházó igénye, hogy a energetikai korszerűsítés lehetőleg a beltéri hőleadók cseréje nélkül történjen. Emiatt az alsó és felső tagozat esetében a radiátorok változatlanok maradnak. A tornatermi részen a kiszolgáló helyiségekben a komfort panaszok miatt azonban szükséges a jelenlegi hőleadók nagyobb méretűre történő cseréje, továbbá a nagy belmagasság miatt a küzdőtéri részen fan-coilokkal célszerű kiváltani a radiátorokat. A napköziben értelemszerűen a gázkonvektoros rendszer elbontásra kerül, helyette lapradiátorok lesznek beépítve.

Fontos tudnivaló még, hogy az épületeket energetikailag korszerűsítik, a fal-és födémszerkezeteket a 7/2006 (V. 24.) TNM rendelet jelenleg hatályos verziója alapján a költségoptimalizált követelmények szerint szigetelik, továbbá a nyílászárókat is cserélik. Ez alól kivétel az egyébként is korszerű állapotban lévő tornaterem, mivel ez pályázati pénzből épült, jelenleg fenntartási szakaszban van, így a jogszabályok nem engedik annak módosítást.

Az önkormányzat által rendelkezésre bocsátott adatok alapján kiszámítható volt az egyes épületek hőszükséglete, mely a következő eredményt hozta.

2. táblázat Az egyes épületek hőszükséglete

Hely	Hőszükséglet [kW]
Felső tagozat	21.498
Alsó tagozat	20.228
Tornaterem	44.466
Napközi	8.866
Összesen:	95.058

A hőtechnikai méretezést, annak gördülékeny készítése érdekében, a rendkívül felhasználóbarát és a szakmában széles körben elterjedt WinWatt programmal készítettük, mely energetikai méretezés szempontjából a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet aktuális verziója, a hőtechnikai méretezést, pedig az MSZ 04-140/2-1991 szabvány szerint végzi.

A gépészeti rendszer fejlesztése

A hőszivattyúk kiválasztása

A hőszivattyús berendezések kiválasztása során általánosságban nézve a következő paramétereket vettük figyelembe:

- A kiszámított teljesítményigények,
- Az alkalmazni kívánt hőfokszintek,
- Az ellátandó közvetlen és közvetett funkciók (fűtés, hűtés, HMV előállítás),
- A hőszivattyú szabályozhatósága, illeszkedése a rendszerbe.

Ezek alapján kiválaszthatóak az egyes épületek ellátására szolgáló hőszivattyúk. Mivel a jelenlegi hőleadók nagyrészt változatlanok maradnak, így 60/53 °C-os hőlépcsővel kellett kalkulálni az energetikai korszerűsítést igénylő méretezés során.

A méretezés során eredményül kapott adatok alapján az egyes épületek energetikai ellátására a következő hőszivatytyúk kerültek kiválasztásra.

3. táblázat A kiválasztott hőszivattyúk

Hőközpont neve	Fűtési teljesítmény igény [kW]	Választott hőszivattyú
Felső tagozat és tornaterem	65.964	Vaporline GBI66-HW
Alsó tagozat és napközi	29.094	Vaporline GBI48-HW

A magyar fejlesztésű és gyártású Vaporline GBI-HW hőszivattyúk főbb paraméterei a gyártó tájékoztatása szerint:

- EVI körfolyamatú kompresszió,
- EEV szeleppel és hűtőközeg-tartállyal felszerelt berendezés,
- időjárás függvényében vezérelt digitális szabályzó berendezése biztosítja a leghatékonyabb üzemet, valamint a monitoring és védelmi funkciókat,
- az elérhető maximális fűtési előremenő hőfok 63 °C,
- széles fűtési teljesítmény tartomány,
- alacsony és magas hőmérsékletű fűtési rendszerekben is alkalmazható,
- használati melegvíz előállítására is alkalmas, desuperheaterrel felszerelt,
- kifejezetten halk működés.

A gyártó által rendelkezésre bocsátott hőszivattyúk főbb műszaki paramétereit és adatait a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat A kiválasztott hőszivattyúk főbb műszaki paraméterei és műszaki adatai [12]

	Vaporline GBI66-HW	Vaporline GBI48-HW
Fűtési teljesítmény 0/35 °C [kW]	64,8	47,6
Fűtési teljesítmény 0/63 °C [kW]	65,4	49
Elektromos telj. igény 0/35 °C [kW]	14	10,1
Elektromos telj. igény 0/63 °C [kW]	25,2	19,1
COP 0/35 °C	4,6	4,7
COP 0/63 °C	2,6	2,6
Elpárologtató oldali térfogatáram igény [l/min]	204	150
Fűtés oldali térfogatáram igény [l/min]	204	150

A 4. táblázatban összefoglalt műszaki adatokat figyelembe véve a tervezett rendszer összes térfogatáram-igénye a hőszivattyúk elpárologtató oldalán: 354 l/min.

A szondarendszer méretezése

A szondarendszer méretezése a GLD Design tervezőprogramjával készült. A program segítségével a bemenő paraméterek megadását követően meghatározható a szükséges szondahossz, valamint elkészíthető a hosszú távú termikus hatáselemzés is.

A felső tagozat-tornaterem kör esetén a megadott paraméterek alapján tíz darab, egyenként száz méter mélységű szonda szükségeltetik ahhoz, hogy a kiválasztott hőszivattyú megfelelően el tudja látni feladatát. Ebben az esetben az SCOP 4,4-es értéket vesz fel, míg a szonda hőmérséklete nem süllyed átlagban 5 °C alá. A termikus elemzés pedig megmutatja, hogy várhatóan 14,2 °C-ra hűl a talaj a szonda környezetében 25 év alatt úgy, hogy nyáron hőbevitel nem történik. (Mivel a rendszer csak fűteni fog, hűteni nem.)

Az alsó tagozat-napközi körnél a számított szondaszám kilenc, a szondamélység száz méter. Ebben az esetben az SCOP értéke 4,4. A szonda hőmérséklete nem süllyed átlagban 5,5 °C alá, 25 év alatt pedig várhatóan 14,6 °C-ig hűl a talaj, vagyis 25 év üzemeltetés után is lesz a talajban annyi kinyerhető hőmennyiség, amely fedezni tudja a fűtési teljesítmény igényt. A szondarendszer méretezése során kapott eredmények az 5. táblázatban olvashatóak összefoglalva.

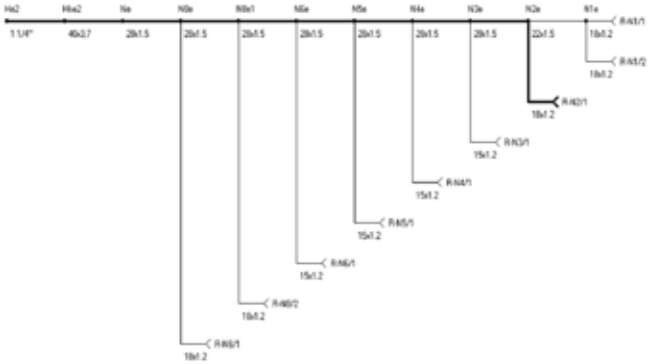
5. táblázat A szondaméretezés eredményeinek kivonata

	Felső tagozat +tornaterem	Alsó tagozat +napközi
Teljes szondahossz [m]	894,3	850,3
Szondaszám [db]	10	9
Szükséges szondamélység [m]	89,4	94,5
Valós szondamélység [m]	100	100
Talajhőmérséklet-változás [°C]	-0,8	-0,4
Teljes kapacitás [kW]	160,8	145,3
Csúcsigény [kW]	3,6	3,7
Hőszivattyú COP	4,5	4,8
Rendszer COP	4,4	4,4

A gépészeti rendszer hidraulikai méretezése

A WinWatt program segítségével készült a rendszer hidraulikai méretezése is. Az 1. ábra mutatja a rendszer hidraulikai hálózatának a modellezését. A hálózathoz a napközi kivételével érdemben nem nyúlnak a kivitelezés során. A beruházás része a radiátorok termosztatikus szeleppel, illetve visszatérő csavarzattal való felszerelése. További változás, hogy a tornateremben a radiátorokat fan-coilokra cserélik.

Az alsó tagozat+napközi kör esetén három darab beszabályozó szelep kerül beépítésre, melyek típusa Danfoss ASV-I. A napközi esetében teljesen új radiátoros rendszer kerül kiépítésre.



1. ábra A napközi hálózatának modellezése

A rendszer működéséhez elengedhetetlenül szükséges a megfelelő cirkulációs szivattyú kiválasztása. Az egyes körökre külön-külön cirkulációs szivattyúk kerültek ki választásra. A felső tagozat és a tornaterem esetében a mértékadó ellenállás: 60 kPa, a szükséges, szállítandó tömegáram 12,2 m^3/h értékre adódott. A mértékadó ellenállás tehát 6 m vízoszlop értékének felel meg, így legalább ekkora emelőmagasságú szivattyút kell választani. A Grundfos méretező programjának segítségével kiválasztásra került a Grundfos gyártó MAGNA1 40-100F típusú szivattyúja. Az alsó tagozat és napközi esetében a kiválasztott szivattyú típusa: Grundfos MAGNA1 40-80F. A kiválasztott szivattyúk alkalmasak a hálózatok nyomásszintjének megfelelő tartására, épületfelügyeleti berendezésre csatlakoztatható, így alkalmasak a korszerű nyomásszabályozási módszerek beprogramozására. Üzembiztonsági okokból körönként kettő darab szivattyú kerül beépítésre párhuzamosan kapcsolva, mely közül egyszerre csak az egyik üzemel majd, a másik a tervezett karbantartások, illetve a meghibásodások esetén hivatott fenntartani a folyamatos üzemet.

Emellett földoldalon is szükséges keringtető szivattyú beépítése. A rendelkezésre álló térfogatáram adatok, valamint emelőmagasságok függvényében a Grundfos méretező programjának segítségével kiválasztott szivattyúk műszaki paraméterei a 6. táblázatban láthatók [13].

6. táblázat A földoldali szivattyúk

Hőközpont	Szivattyú típusa	Tömegáram [m^3/h]	Emelőmagasság [m]	Elektromos telj. felvétel [W]
Felső tagozat+ tornaterem	CR 10-2	12,2	15,2	780
Alsó tagozat+ napközi	CR 5-4	9	15	580

A CR típusú függőleges tengelyű szivattyúk széles hőmérsékleti tartományú közeggel képesek működni. Alkalmazási területük vízellátási, valamint ipari területeken szokás, beleértve a magas nyomású vagy hőmérsékletű, továbbá akár agresszív, veszélyes közegek szállítását is [14]. A mai igényeknek megfelelően a szabályozás képes változtatni a szivattyú működési paramétereit a rendszer igényeinek megfelelően. Minden körbe kettő darab, párhuzamosan kötött szivattyú kerül beépítésre, mely közül csak az egyik üzemel, a másikat meghibásodás, illetve tervezett karbantartás céljából építik be, hogy a rendszer folyamatosan üzemképes legyen.

A puffertartály méretezése

A megfelelő méretű puffertároló alkalmazásával elérhető, hogy a hőszivattyú kompresszorát hajtó motor indítási száma ne haladja meg a kritikus értéket. Ezzel a hajtás élettartama jelentősen növelhető. A puffertárolók méretezése a szakmában megszokott ökölszabály szerint történt. Eszerint minden 1 kW hőszivattyú teljesítményre 10 l pufferkapacitást számolnak. Elvégezve a méretezést, a következő puffermérete-ket kaptunk eredményül:

7. táblázat A szükséges kapacitású puffertároló

Hőközpont	Telj. igény [kW]	Minimálisan szükséges puffertároló méret [l]
Felső tagozat+ tornaterem	64,8	648
Alsó tagozat+ napközi	47,6	476

A puffer kapacitás meghatározása alapján a kiválasztott szabványos puffertároló méretek a 8. táblázatban olvashatók.

8. táblázat A kiválasztott puffertárolók méretei

Hőközpont	Puffertároló méret [l]
Felső tagozat+ tornaterem	800
Alsó tagozat+ napközi	500

A tervező munka során azonban kiderült, hogy helyhiány miatt nincs lehetőség két külön puffertartály beépítésére, mivel a későbbiekben használati melegvíz ellátást is szeretnének megvalósítani, a HMV tartály beépítésének is van beépítési hely igénye, azonban az építendő hőközpont méretei területi korlátozottak és a megvalósuláshoz rendelkezésre álló anyagi háttér is szűkösebb. Emiatt a két hőszivattyú végül egy közös tárolóra dolgozik rá, ennek térfogata 1500 l, mely a rendelkezésre álló legkisebb szabványméret, mely azonban kielégíti az energetikai igényeket.

A hőszivattyúk számára egy új hőközponti épület kerül kialakításra a napközi épülete közelében. Ebben kerülnek elhelyezésre az egyes épületek hőszivattyús berendezései. Az egyes épületekbe a fővezetékek lehetőség szerint a jelenlegi fűtőhelyiségek területén lépnek be.

A kutatómunka folytatása gyanánt célunk, gazdaságossági vizsgálatok és környezeti számítások végzése. Ismerve a tervezett rendszer megvalósításának költségeit megvizsgálható illetve a beruházás megtérülési ideje különböző feltételek mellett.

Vizsgálatot tervezünk a tervezett rendszer megújuló energia mértékére vonatkozólag, illetve az ennek következtében kialakuló CO_2-megtakarítás meghatározására vonatkozólag, illetve műszaki javaslattétel kerül majd kidolgozásra terveink szerint a további, az üzemeltetés hatékonyságát és gazdaságosságát javító beruházásokra is.

Felhasznált irodalom

1. Ádám, Béla et al. (2013): Geotermikus energia – Hőszivattyúzás. Mérnöki Kamara Nonprofit Kft., Budapest. Energetikai Szakkönyvek sorozat, ISBN: 978-963-88358-5-7
2. Balogh, Jenő – Völgyes, István (1986): Termálvíz-hasznosítás. Építésügyi Tájékoztató Központ, Budapest. ISBN: 963 512 645 X
3. Fodor, Zoltán (2016): A hőszivattyús rendszerek hatékonysága I. rész. Magyar Installateur 2016/1. szám, pp. 24-26.
4. Fodor, Zoltán (2015): A hőszivattyúk hatékonyságáról, alkalmazhatóságáról II. rész. Magyar Installateur 2015/4. szám, pp. 32-34.
5. Fodor, Zoltán (2013): A zárt szondás hőszivattyús rendszerek tervezése I. rész – A Hosszútávú Termikus Hatás Elemzés elméleti alapjai. Magyar Installateur 2013/1. szám, pp. 22-24.
6. Fodor, Zoltán (2013): A zárt szondás hőszivattyús rendszerek tervezése II. rész – A szondahosszúság és SCOP számítás elméleti alapjai. Magyar Installateur 2013/2-3. szám, pp. 22-24.
7. Fodor, Zoltán (2013): A zárt szondás hőszivattyús rendszerek tervezése III. rész – A szondahosszúság és SCOP számítás elméleti alapjai. Magyar Installateur 2013/4. szám, pp. 24-25.
8. Fodor, Zoltán (2013): A zárt szondás hőszivattyús rendszerek tervezése IV. rész – A szondahossz számítás szükségessége, gyakorlata. Magyar Installateur 2013/5. szám, pp. 30-33.
9. Fodor, Zoltán (2016): A feladatcsoportokra fejlesztett hőszivattyúk II. rész. Magyar Installateur 2016/4. szám, pp. 20-22.
10. Orbán Péter, Intézményi épületek energiahatékony fűtésrendszerének tervezése zárt szondás hőszivattyúkkal, MSc. diploma dolgozat, BME, 2018
11. A Tiszagyendai Önkormányzat adatszolgáltatása
12. http://www.geowatt.hu/storage/galleries/345/e5babad088556a28bf6bb563d4db6144.JPG (Elérés utolsó időpontja: 2018. 03. 29.)
13. Grundfos online szivattyúválasztó katalógus, elérve: https://product-selection.grundfos.com/sizing-by-application.html (Elérés utolsó időpontja: 2018. 04. 15.)
14. Dr. Ursula Schreier, Karl-Heinz Stawiarski, Wilhelm Kirchensteiner, Falk Antony, A hőszivattyú, Cser Kiadó, Budapest, ISBN: 978-963-9759-49-7, 2009

Az óvodai ablaknyitási szokások szerepe a belső levegőminőség alakulásában - Esettanulmány

Dr. Deme Bélafi Zsófia, Dr. Barna Edit, Horváth Barnabás János

Absztrakt

Az Európai Unió megújított Épületek Energiahatékonyságáról szóló Irányelve (EPBD - (EU) 2024/1275 irányelv az épületek energiahatékonyságáról) hangsúlyozza, hogy az energiahatékonysági intézkedések nem ronthatják a belső környezeti minőséget, különösen a belső levegő minőségét. A témában számos kutatás született, ezek többsége azonban irodai és lakóépületekre koncentrál, míg az oktatási intézmények vizsgálata jóval kisebb hangsúlyt kap. Jelen kutatás célja egy energetikai felújításon átesett természetes szellőzésű óvodában a belső levegőminőség és a használói viselkedés vizsgálata. A felmérés egy óvoda négy csoportszobájában zajlott, a téli időszaktól a nyárig tartó adatgyűjtés keretében, amelyből jelen cikkben a téli időszakot elemeztük. Az épület kondenzációs gázkazán által ellátott radiátoros fűtéssel rendelkezik, hűtési rendszerrel nem, a légcsere természetes szellőztetéssel biztosított. A mért idősoros adatokat meteorológiai adatokkal, jelenléti és napi működési adatokkal, a szellőztetési szokásokat feltáró interjúkkal egészítettük ki. Az eredmények alapján a négy vizsgált csoportszoba közül háromban a CO_2-koncentráció a mérési napok többségében napi két óránál hosszabb ideig meghaladta a 2000 ppm értéket. A napi lefutások között jelentős eltéréseket figyeltünk meg annak ellenére, hogy a csoportszobák tájolása, nyílászáró típusa és mérete megegyezett. A csoportszobák közötti különbségeket elsősorban a pedagógusok eltérő ablaknyitási és szellőztetési gyakorlata magyarázta, ami rámutat arra, hogy a használói viselkedés meghatározó szerepet játszik a természetes szellőzésű gyermekintézmények belső levegőminőségének alakulásában. A kutatás folytatásaként a belső levegőminőség és a gyermekek egészségének kapcsolatát fogjuk felmérni, illetve további óvodákban is tervezzük mérések lefolytatását.

Bevezetés

Az épületekben biztosított egészséges és komfortos belső környezet évtizedek óta a tudományos kutatások egyik kiemelt területe, amelynek jelentősége a COVID–19 világjárványt követően tovább erősödött. Ezzel párhuzamosan az épületek energiahatékonyságának javítása is egyre nagyobb hangsúlyt kap. Az Európai Unió megújított Épületek Energiahatékonyságáról szóló Irányelve (EPBD) kiemeli, hogy az energiahatékonysági intézkedések nem történhetnek a belső környezeti minőség – különösen a belső levegőminőség – rovására. Bár a belső környezeti minőséggel foglalkozó kutatások száma jelentős, ezek többsége irodai és lakóépületekre, valamint fejlett országok meghatározott épülettípusaira koncentrál, míg az oktatási intézmények vizsgálata jóval kisebb figyelmet kap.

A gyermekek a rossz belső levegőminőség (Indoor Air Quality, IAQ) káros hatásaira érzékenyebbek, mint a felnőttek, mivel testtömegükhöz viszonyítva nagyobb mennyiségű levegőt lélegeznek be, idejük jelentős részét zárt térben töltik, miközben légző- és immunrendszerük még fejlődésben van [1–4]. A belső levegő minőségének egyik leggyakrabban alkalmazott mutatója a CO_2-koncentráció, amely jól jellemzi a természetes légcsere hatékonyságát, mivel szoros összefüggésben áll a bent tartózkodók számával, a helyiség térfogatával.

Magyarországon az óvodák és bölcsődék belső levegőminőségére nincs közvetlen előírás. A vonatkozó szabályozás a 3/2002. (II. 8.) SzCsM–EüM együttes rendeletben szereplő frisslevegő-igényből vezethető le, amely személyenként 20–30 m^3/h friss levegő biztosítását írja elő, azonban CO_2-határértéket nem határoz meg. A gyakorlatban ezért a nemzetközileg széles körben elfogadott 1000 ppm-es irányérték tekinthető a megfelelő belső levegőminőség felső határának [1,3,4].

Az óvodák, bölcsődék belső levegőminőségével foglalkozó kutatások száma lényegesen kisebb, mint az általános és középiskolákra vonatkozó vizsgálatoké. Az eddigi eredmények ugyanakkor egyértelműen rámutatnak arra, hogy a természetes szellőztetésű óvodákban és bölcsődékben a CO_2-koncentráció gyakran meghaladja az ajánlott határértéket, különösen a fűtési időszakban. Több európai vizsgálatban rendszeresen 1500–4000 ppm közötti koncentrációkat mértek, elsősorban a nem megfelelő légcsere és a korszerűsítés (hőszigetelés, ablakcsere, ugyanakkor továbbra is ablaknyitással szellőztetett épületek) következtében [5–9]. A kutatások arra is rámutatnak, hogy a gépi szellőzés vagy az intelligens, igényvezérelt légcsere jelentősen javíthatja a levegőminőséget, ugyanakkor újabb kérdéseket vethet fel az energiafelhasználás, a hőkomfort vagy éppen



Dr. Deme Bélafi Zsófia
adjunktus, BME GPK, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék



Dr. Barna Edit
adjunktus, BME GPK, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék



Horváth Barnabás János
okleveles épületgépészeti és eljárástechnikai gépészmérnök

a kültéri szennyezőanyagok bejutása szempontjából [10–15].

Jelen kutatás célja egy vidéki óvoda–bölcsőde négy csoportszobájában a belső levegőminőség felmérése és a pedagógusok szellőztetési szokásainak feltárása. A vizsgálat több hónapon keresztül gyűjtött mérési adatok és a pedagógusokkal készített interjúk együttes értékelésén alapul.

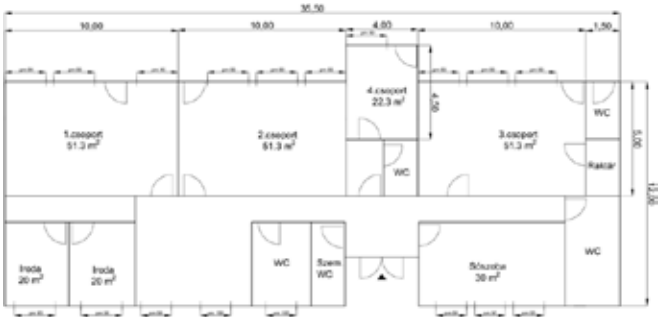
A kutatás módszertana

Az épület bemutatása

A vizsgált óvoda Magyarország egyik vidéki településén található. Az épület az 1970-es években épült, a korszakra jellemző falazott teherhordó szerkezettel és vasbeton födémmel, lapostetővel. A 3. csoportszoba egy későbbi bővítés során készült el, amelyhez kapcsolódóan az egész épület homlokzata 12 cm vastag expandált polisztirol (EPS) hőszigetelést kapott.

Az óvodai csoportszobák alapterülete egységesen 51,3 m², míg a 4. csoportszoba – amely bölcsődei foglalkoztatóként működik – kisebb, 23 m² alapterületű. A helyiségek belmagassága 3,0 m.

Valamennyi csoportszoba a felújítás során cserélt nyitható, 3 rétegű üvegezésű műanyag nyílászárókkal és egy teraszajtóval rendelkezik. Az ablakok bukó- és nyíló kivitelűek, így lehetőséget biztosítanak a természetes szellőztetés különböző módjaira. A vizsgált helyiségek tájolása azonos, mindegyik délnyugati irányba néz.



1. ábra Alaprajz

Munkanapokon az intézmény 6:30-tól 16:30-ig tart nyitva. Az óvodai és bölcsődei csoportok napirendje jól meghatározott napi rutint követ. A gyermekek 6:30 és 8:00 óra között érkeznek a csoportszobákba, ahol ekkor egy pedagógus felügyeli őket. Ezt követően 8:00 és 9:30 között csoportos foglalkozások zajlanak két pedagógus jelenlétében, majd tízórai következik. A délelőtt második felében a gyermekek csoportszobai foglalkozásokon vagy udvari játékokon vesznek részt, ezt követően 11:30 és 12:30 között kerül sor az ebédre. Délután 12:30 és 15:00 között pihenőidő van, amely alatt 14:00 óráig két, ezt követően egy pedagógus tartózkodik a csoportszobában. Az uzsonnát követően a gyermekek ismét szabadtéri tevékenységeken vagy szabad játékban vesznek részt, majd 15:30 és 16:30 között fokozatosan elhagyják az intézményt.

Belső környezeti paraméterek mérése

A belső környezeti minőség vizsgálatához Trotec BZ30 típusú adatgyűjtő műszereket alkalmaztunk, amelyek a CO_2-koncentráció, a levegő hőmérséklete és relatív páratartalma folyamatos mérésére alkalmasak. A mérés 2025. február 3. és július 16. között zajlott, egyperces mintavételezési gyakorisággal.

A mérőműszereket minden csoportszobában a gyermekek légzési zónájának megfelelő, mintegy 70 cm-es magasságban helyeztük el, úgy, hogy azok a napi tevékenységet ne zavarják, ugyanakkor a gyermekek számára ne legyenek hozzáférhetők.

A vizsgálatba a HungaroMet közeli mérőállomásának meteorológiai adatai is bevonásra kerültek, amelyek a külső hőmérsékletet és a relatív páratartalmat is tartalmazták.

Kiegészítő adatok

A mért adatok értelmezését több kiegészítő adatforrás segítette. Az óvodapedagógusok rendelkezésre bocsátották az egyes csoportok napi programját, amely tartalmazta a szabadtéri tartózkodások időpontját és időtartamát, valamint az egyéb napi tevékenységeket.

A pedagógusok kérdőíves interjú keretében számoltak be szellőztetési szokásaikról és a belső levegőminőség szubjektív megítéléséről.

Adatfeldolgozás és értékelés

A mérés megkezdése előtt a négy adatgyűjtő műszert Testo 400 referencia-műszerrel összehasonlító mérésnek vetettük alá. A feltárt kisebb mérési eltéréseket az adatfeldolgozás során korrigáltuk.

Az idősorokat egységes időbélyegek alapján szinkronizáltuk, majd ellenőriztük a hiányzó és hibás adatokat. A hiányos időszakokat az elemzésből kizártuk.

A mérési időszakot a napi átlaghőmérséklet alapján három évszakra (tél, tavasz és nyár) bontottuk. Ebben a cikkben a téli adatok értékelését mutatjuk be.

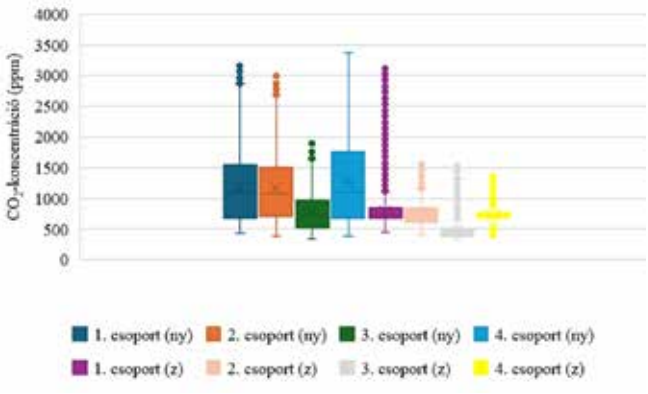
A belső levegőminőséget leíró statisztikai mutatókkal (átlag, medián, módusz, minimum, maximum, szórás) jellemeztük, majd az eredményeket gyakorisági elemzéssel és dobozdiagramok segítségével értékeltük.

Az óvónői interjúk és napirendek kiértékelésekor csoportonként összehasonlító elemzést készítettünk a válaszokból, illetve a mért CO_2-szintekből kikövetkeztethető ablaknyitási szokásokról.

Eredmények

Mérési eredmények és IAQ-értékelés

Első lépésként a mért adatokat doboz diagrammal és leíró statisztikai mutatókkal értékeltük.



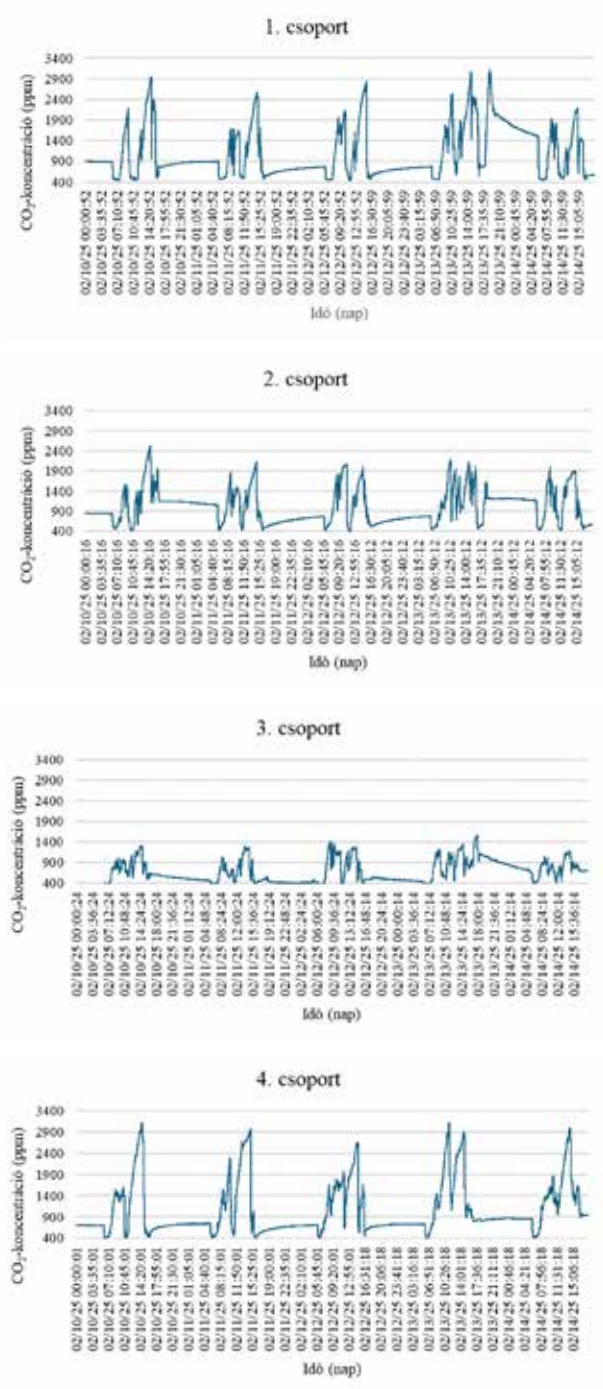
2. ábra Téli időszak CO_2-szintjeinek doboz diagramja 1-4-ig csoportszobák esetén nyitvatartási és azon kívüli időszakokban

A 2. ábrán elsőként a zárt (nem használt) időszakok eredményeit vizsgáltuk (a jobb oldali négy adatsor). Jól látható, hogy emberi jelenlét hiányában valamennyi csoportban mind a medián, mind az átlagos CO_2-koncentráció visszaállt a külső levegőre jellemző, mintegy 400–500 ppm-es háttérérték közelébe. Emellett az interkvartilis tartomány jelentősen beszűkült, ami a koncentrációértékek lényegesen kisebb ingadozására utal. A dobozdiagramok felett megjelenő kiugró értékek az épület kiürítését követő koncentrációcsökkenést szemléltetik: a nap végén bent maradó, magas CO_2-koncentráció a természetes infiltráció következtében fokozatosan csökkent.

A használt (nyitott) időszakok eredményei ezzel szemben lényegesen nagyobb szórást mutattak. Az 1., 2. és 4. csoportban az interkvartilis tartomány megközelítőleg 668 és 1750 ppm között helyezkedett el, ami jelentős változékonyságra utal. A mediánok és az átlagértékek (× jellel jelölve) 1155–1270 ppm között alakultak, miközben a felső bajuszok 2685–3370 ppm közötti maximumértékeket értek el. Az eloszlások pozitív ferdesége arra utal, hogy a rendkívül magas CO_2-koncentrációk nem tartósan voltak jelen, hanem elsősorban hosszabb, szellőztetés nélküli időszakok végén, rövid ideig jelentkező koncentrációcsúcsok formájában jelentek meg.

A többi csoporthoz képest a 3. csoportszoba eredményei egyértelműen kedvezőbbek voltak. A használati idő 50%-ában a CO_2-koncentráció 523 és 972 ppm között maradt, az átlagos koncentráció pedig mindössze 765 ppm volt. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy ebben a csoportban a természetes szellőztetés lényegesen hatékonyabban működött, ami a mérési és kiegészítő adatok áttekintése után a pedagógus tudatosabb szellőztetési gyakorlatával magyarázható.

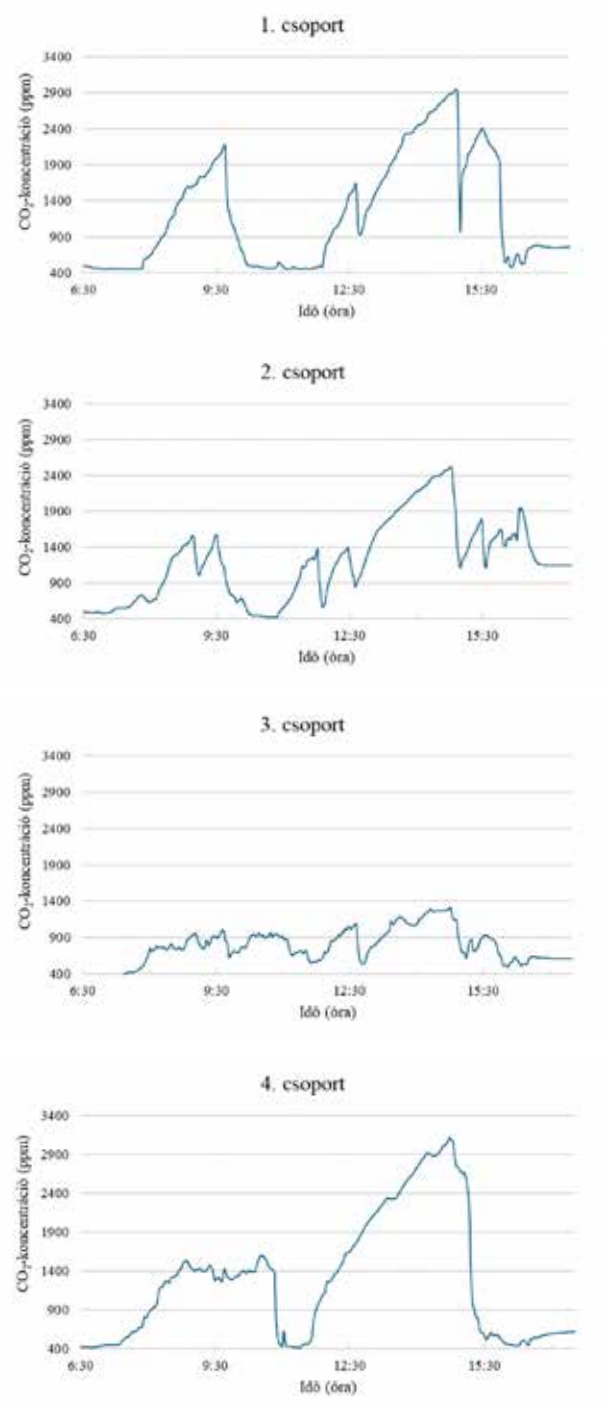
Mivel az 1., 2. és 3. csoportszobák alaprajzi kialakítása, tájolása és nyílászáróinak mérete azonos volt, továbbá a 3. csoport átlagos téli gyermeklétszáma még magasabb is volt (18 fő), mint a másik két óvodai csoporté (17 fő), az eltérések nem magyarázhatók sem az épület adottságaival, sem a bent tartózkodók számával. Eredményeink alapján a kedvezőbb belső levegőminőség elsősorban a pedagógus tudatosabb és gyakoribb szellőztetési gyakorlatának tulajdonítható.



3. ábra CO_2-szintek a téli időszak első hetében 1-4. csoportszobákban

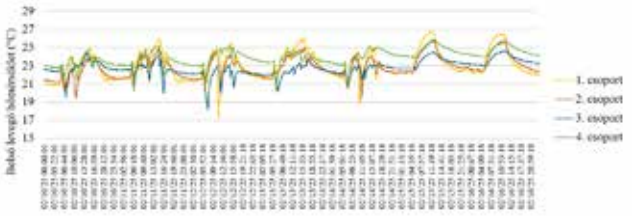
A 3. ábrán az 1-3. óvodai csoportok és a 4. bölcsődei csoportszoba téli CO_2-koncentrációjának alakulását mutatjuk be egy héten. Ezen az ábrán is jól látszik a 3. csoportszobában tapasztalható lényegesen jobb levegőminőség, alacsonyabb maximumok, gyakoribb ablaknyitás. Éjszakánként megfigyelhető az alacsony filtráció a külvilág felé, az ötözőkből, illetve más csoportszobákból még CO_2-szint emelkedés is megfigyelhető az 1, 2, 4-es csoportok esetében. A bölcsődei helyiségben mind a gyermeklétszám, mind az alapterület kisebb volt, mint az 1–3. csoportszobák esetében, a CO_2-koncentráció több alkalommal is megközelítette, illetve meghaladta a 3000 ppm-et.

Az idősor alapján megállapítható, hogy a szellőztetési gyakorlat hasonló mintázatot követett, mint az 1. és 2. csoportban.



4. ábra Napi (február 10.) CO_2-szintek a téli időszakban 1-4. csoportszobákban.

A 4. ábrán bemutatott napi CO_2-koncentrációk alapján megfigyeltük, hogy a 3. csoportszobában a koncentráció gyakrabban csökkent hirtelen, mint a többi helyiségben. Ezek az ismétlődő koncentrációesések egyértelműen gyakoribb ablaknyitásra, illetve intenzívebb természetes szellőztetésre utalnak.



5. ábra Heti belső mért hőmérsékletek (február 10-16.) 1-4. csoportszobákban

Vizsgáltuk azt is, hogy a gyakoribb szellőztetés okozott-e számottevő hőkomfortromlást a 3. csoportban, ahol a CO_2-mérések alapján a legkedvezőbb belső levegőminőséget tapasztaltuk. Az 5. ábra alapján megállapítottuk, hogy a 3. csoportszoba belső hőmérséklete gyakorlatilag megegyezett a 2. csoportszobában mért értékekkel. Eredményeink szerint tehát a tudatosabb és gyakoribb természetes szellőztetés nem járt kimutatható hőkomfortromlással, ugyanakkor jelentősen kedvezőbb belső levegőminőséget eredményezett.

Ablaknyitási mintázatok összehasonlítása a mért és az interjúadatok alapján

Az előzőekben feltárt tartósan magas beltéri CO_2-szintek ellenére, az óvodapedagógusokkal készített interjúk azt mutatták, hogy a dolgozók általában megfelelőnek ítélték meg a csoportszobák levegőminőségét, és egyik csoportban sem számoltak be rendszeres kellemetlen közérzetről vagy a rossz levegőminőséghez köthető tünetekről. Ez arra utal, hogy a belső levegőminőség szubjektív megítélése önmagában nem alkalmas a tényleges szellőzési állapot megítélésére.

Az 1. és 2. csoportban a szellőztetés elsősorban a napi rutin meghatározott időpontjaihoz kapcsolódik: a téli időszakban jellemzően a reggeli érkezés előtt, az étkezéseket követően, illetve az udvari tartózkodás idején nyitják ki rövid időre a teraszajtót.

Ettől jelentősen eltér a 3. csoport szellőztetési gyakorlata. Itt az étkezések és a pihenőidő előtti intenzív szellőztetés mellett a pedagógusok 30–40 percenként további 2–3 perces ablaknyitást is alkalmaznak. Ez a gyakoribb és tudatosabb szellőztetés jól összhangban van a mért, lényegesen kedvezőbb CO_2-koncentrációkkal, de az említett rendszeres szellőzési mintázat természetesen nem minden nap, pontosan ugyanúgy valósul meg.

A bölcsődei csoportban (4. csoport) a szellőztetési stratégia eltér az óvodai csoportokétól. Télen elsősorban bukóra nyitott ablakokat alkalmaznak napi két-három alkalommal 30–40 percen keresztül, amelyet óránként rövid átszellőztetéssel egészítenek ki. Ennek ellenére ebben a csoportban mértük a legmagasabb CO_2-koncentrációkat, ami egyrészt arra utal, hogy a kisebb gyermekek ellátásából adódó sajátos használati körülmények mellett ez a szellőztetési gyakorlat sem biztosít elegendő légcserét. Másrészt az is előfordulhat, hogy az interjúban nem mindig a valós szellőzési gyakorlat került rögzítésre.

Összefoglalás, következtetések

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy természetes szellőzésű óvoda épületekben a belső levegőminőséget nem kizárólag az épület adottságai vagy a gyermeklétszám határozza meg, hanem jelentős szerepet játszik az óvodapedagógusok szellőztetési gyakorlata is. Az azonos építészeti kialakítású csoportszobák között jelentős különbségek alakultak ki a CO_2-koncentrációkban, amelyek elsősorban a nyílászárók használatának eltérő módjával voltak magyarázhatók. A bölcsődei csoport eredményei arra is rámutattak, hogy a huzathatástól való félelem miatt visszafogottabb szellőztetés még alacsonyabb gyermeklétszám mellett is kedvezőtlen beltéri levegőminőséget eredményezhet.

Az eredmények alapján a folyamatos CO_2-mérés, valamint a tudatosabb szellőztetési gyakorlat egyszerű és költséghatékony eszközt jelenthet a belső levegőminőség javítására és a gyermekek számára a minél egészségesebb környezet fenntartására.

Jelen vizsgálat egyetlen intézmény adataira épült, ezért az eredmények általánosíthatósága korlátozott. A kutatás következő lépéseként több, eltérő építészeti kialakítású és üzemeltetésű óvodában tervezzük a mérési kampány megismétlését, további belső levegőminőségi és egészségügyi paraméterek bevonásával, hogy az összefüggések szélesebb körben is igazolhatók legyenek.

Köszönetnyilvánítás

A kutatásban Dr. Deme Bélafi Zsófia munkáját a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatta. A szerzők hálásak Dr. Both Balázsnak az adatelemzési folyamatok segítéséért.

A kutatás az Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Program (EKÖP-26-4-II) támogatásával, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem megvalósításában működő, a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával valósult meg.

Hivatkozások

[1] Daisey JM, Angell WJ, Apte MG. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: An analysis of existing information. Indoor Air. 2003;13(1):53–64. https://doi.org/10.1034/j.1600-0668.2003.00153.x

[2] Holgate S, Grigg J, Arshad H, Carslaw N, Cullinan P, Dimitroulopoulou S, et al. Health Effects of Indoor Air Quality on Children and Young People. RCPCH/RCP.

[3] Adamopoulos IP, Syrou NF, Mijwil M, Thapa P, Ali G, Dávid LD. Quality of indoor air in educational institutions and adverse public health in Europe: A scoping review. Electron J Gen Med. 2025;22(2). https://doi.org/10.29333/ejgm/15962

[4] Sadrizadeh S, Yao R, Yuan F, Awbi H, Bahnfleth W, Bi Y, et al. Indoor air quality and health in schools: A critical review for developing the roadmap for the future school environment. J Build Eng. 2022;57:104908. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104908

[5] Stiborova P, Badurova A, Skotnicova I. Analysis of Indoor Air Quality in a Kindergarten. Slovak J Civ Eng. 2023;31(2):1–8. https://doi.org/10.2478/sjce-2023-0007

[6] Telejko M, Zender-Świercz E. Attempt to Improve Indoor Air Quality in Kindergartens. Procedia Eng. 2016;161:1704–1709. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.649

[7] Zender-Swiercz E, Telejko M. Indoor Air Quality in Kindergartens in Poland. IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 2019;471(9). https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/9/092066

[8] Basińska M, Michałkiewicz M, Ratajczak K. Impact of physical and microbiological parameters on proper indoor air quality in nursery. Environ Int. 2019;132:105098. https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105098

[9] Branco PTBS, Alvim-Ferraz MCM, Martins FG, Sousa SIV. Children's exposure to indoor air in urban nurseries – part I: CO2 and comfort assessment. Environ Res. 2015;140:1–9. https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.03.007

[10] Dovjak M, Vaupotič J. Optimising Ventilation in Kindergartens Through a Dual-Indicator Framework Based on Carbon Dioxide and Radon for IAQ Assessment. Indoor Air. 2025;2025(1). https://doi.org/10.1155/ina/7596341

[11] Lee D, Kim Y, Hong K-J, Lee G, Kim H-J, Shin D, Han B. Managing Indoor Air Quality in a Kindergarten: CO2 and PM2.5 Concentrations. 2023. https://doi.org/10.20944/preprints202309.1212.v1

[12] Lee D, Kim Y, Hong K-J, Lee G, Kim H-J, Shin D, Han B. Strategies for Effective Management of Indoor Air Quality in a Kindergarten: CO2 and Fine Particulate Matter Concentrations. Toxics. 2023;11(11):931. https://doi.org/10.3390/toxics11110931

[13] Avella F, Gupta A, Peretti C, Fulici G, Verdi L, Belleri A, Babich F. Low-Invasive CO2-based visual alerting systems to manage natural ventilation and improve IAQ in historic school buildings. Heritage. 2021;4(4):3442–3468. https://doi.org/10.3390/heritage4040191

[14] Munckton B, Rajagopalan P. Interaction between Thermal Conditions and Ventilation in Kindergartens in Melbourne, Australia. Sustainability. 2024;16(3):1186. https://doi.org/10.3390/su16031186

[15] Zakaria IB, Mahyuddin N, Mohd Sahabuddin MF. Factors Influencing Indoor Air Pollution in Kindergarten: A Systematic Literature Review. J Adv Res Appl Sci Eng Technol. 2025;55(2):154–174. https://doi.org/10.37934/araset.55.2.154174

Az energiahatékonyság és az ivóvízhigiénia egyensúlya a modern használati melegvíz-rendszerekben

Dr. Barna Zsófia, Eördöghné Dr. Miklós Mária

Abstract

Improving the energy efficiency of domestic hot water systems has become a key consideration in both design and operation, particularly with the growing use of heat pumps and other low-temperature heat supply technologies. Although reducing system temperatures may lower energy consumption and distribution heat losses, it may also increase the risk of bacterial growth within the system, including the proliferation of Legionella spp.

This paper evaluates the implications of energy-efficiency measures for water hygiene based on Hungarian study data, international research findings, and regulatory and operational experience from Hungary and Austria. The comparison of practices in the two countries is also informed by practical consultancy experience gained in both countries. Brief presentations of experimental international practical solutions will also be included.

Energy consumption can be reduced most effectively not by arbitrarily lowering the required outlet temperatures, but by reducing system volume and heat losses, ensuring appropriate hydraulic design and balancing, applying decentralised solutions, implementing regular monitoring, and introducing targeted operational and corrective measures. A systems-based approach enables improvements in energy efficiency while maintaining the microbiological safety of the water system.

Összefoglaló

A használati melegvíz-rendszerek energiahatékonyságának javítása egyre fontosabb tervezési és üzemeltetési cél, különösen a hőszivattyús és más alacsony hőmérsékletű hőellátási megoldások terjedésével. A hőmérséklet csökkentése ugyan mérsékelheti az energiafelhasználást és a hálózati hőveszteségeket, ugyanakkor növelheti a rendszerben a bakteriális növekedés, így többek között a Legionella baktériumok elszaporodásának kockázatát is.

Jelen munka hazai vizsgálati eredmények, nemzetközi kutatások, valamint magyarországi és ausztriai szabályozási és üzemeltetési tapasztalatok alapján értékeli az energiahatékonysági beavatkozások vízhigiénés következményeit. A két ország gyakorlatának összevetését magyarországi és ausztriai tanácsadási tapasztalatok is kiegészítik. Röviden bemutatásra kerülnek kísérleti jellegű nemzetközi gyakorlati megoldások is.

A tanulmány bemutatja, hogy az energiafelhasználás csökkentésének elsődleges lehetősége nem a szükséges végponti hőmérséklet önkényes mérséklésében, hanem a rendszer térfogatának és hőveszteségeinek csökkentésében, a megfelelő hidraulikai kialakításban, a decentralizált megoldásokban, a rendszeres monitoringban, valamint a célzott üzemeltetési és korrekciós intézkedésekben rejlik. Az energiahatékonyság és a vízhigiénés biztonság megfelelő rendszerszemlélettel összehangolható.

Kulcsszavak

használati melegvíz, energiahatékonyság, ivóvízhigiénia, Legionella, hőmérséklet, vízkor, monitoring

Keywords

domestic hot water, energy efficiency, water hygiene, Legionella, temperature, water age, monitoring

Bevezetés és kiindulópont: az energiahatékonysági törekvések kora

Az épületgépészeti rendszerek tervezését és üzemeltetését alapjaiban határozza meg az energiahatékonyságra való törekvés. Ennek a célkitűzésnek az elérésére több tényező is motiválja a szakembereket, többek között az energiaárak emelkedése, a szigorodó környezetvédelmi szabályozások és a CO_2-kibocsátás csökkentésére irányuló globális dekarbonizációs célok. Az üzemeltetők és a végfelhasználók számára a legfőbb mozgatórugó a közvetlen üzemeltetési költségek minimalizálása.

Ezen körülményekre mintegy válaszként a hőszivattyús technológiák robbanásszerű terjedését tapasztaljuk. A hőszivattyúk – fizikai működési elvükből adódóan – akkor képesek a legmagasabb szezonális teljesítménytényezőt (SCOP) produkálni, ha alacsony hőmérsékletű fűtőközeget kell előállítaniuk. Ez az alacsony, 30-35 °C-os fűtővíz hőmérséklet a modern felületfűtésekhez, padló-, fal- és mennyezetfűtéshez kiválóan illeszthető, azonban az új rendeleti és fogyasztói elvárásoknak is megfelelő HMV-ellátáshoz energetikai szempontból nem minden esetben optimális. Ha a mikrobiológiai biztonság szempontjából megfelelő HMV-hőmérsékletre szeretnénk felfűteni a vizet, akkor szükség lehet a hőszivattyúnál magasabb hőmérsékletű hő előállítására alkalmas energiahordozó és/vagy kiegészítő energiaforrás alkalmazására, ami rontja a hőszivattyú energetikai mutatóit. Két fontos elvárás – az ivóvízhigiénia és az energiahatékonyság – szembenállásának kihívása jelenik meg így a HMV-termelést elemezve.

A vízellátó hálózat hidraulikai tervezésének paraméterei – vezetékátmérő, vezetékhosszúság, áramlási ellenállás, áramlási sebesség, rendszerűrtartalom – együttesen egy új



Dr. Barna Zsófia
szaktanácsadó, környezet-egészségügyi szakember, LegionellaKontroll.hu



Eördöghné Dr. Miklós Mária
habil. egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

rendszerjellemzőt határoznak meg: a vízkort, ami tulajdonképpen a víznek a vízellátó rendszerben tartózkodási idejét jelenti. Hosszabb tartózkodási idő, vagyis magasabb vízkor – egyéb feltételek együttes fennállásával - a baktériumok elszaporodásához vezethet, emiatt a vízkor minimalizálása előnyös. Ebben a vonatkozásban ismét meg kell említeni az energetikai szempontokat, mivel az alacsony vízkorhoz szükséges kisebb – nem túlméretezett – vezetékátmérő adott esetben nagyobb szivattyúzási munkaigényt jelent. Ez a gondolatsor is a rendszerszemlélet fontosságára, a túlméretezés minden téren – vízfogyasztás nagysága, vezetékátmérők, rendszerelemek térfogata, idomok áramlási ellenállása - szükséges elkerülésére irányítja rá a figyelmet.

A vízhigiénés–energetikai alapelv

A víz hőmérséklete tehát a legionellák szaporodását befolyásoló egyik legmeghatározóbb tényező. A legionellák szaporodásához a 25-45 °C közötti tartomány kedvez, szaporodási képességük 45 °C felett jelentősen csökken, és 55 °C felett jellemzően már nem szaporodnak (1). A vízhigiénés alapelv ezért egyszerű: az ivóvíz hőmérséklete a rendszer egészében maradjon lehetőleg 20 °C, de mindenképpen 25 °C alatt, a használati melegvíz hőmérséklete pedig haladja meg a rendszer egészében az 50 °C-ot, lehetőség szerint az 55 °C-ot. Ez összhangban áll az Egészségügyi Világszervezet (WHO) ajánlásaival és a legtöbb nemzeti szabályozás alapelveivel. A jelenlegi hazai szabályozási rendszer a 20-50 °C közötti vizet Legionella-expozíció szempontjából kockázatos közegként kezeli. A Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ 49/2015 (XI. 6.) EMMI rendelet alapján kiadott módszertani útmutatója a használati melegvíz-rendszer minden pontján folyamatosan minimálisan 50 °C feletti, de lehetőség szerint 55 °C feletti hőmérséklet biztosítását határozza meg célként (2), (3).

Az alapkérdés: az egészségvédelem megvalósulását mennyiben korlátozná az energiaoptimalizálás?

Bár az energetikai racionalizálás és a zöld átállás prioritást élvez, az emberi egészség védelme nem rendelhető alá a gazdaságossági szempontoknak. A melegvíz-hálózatokban rejlő egyik legnagyobb mikrobiológiai veszélyforrást a Legionella pneumophila és más patogén baktériumok jelentik.

A jogszabályi definíció szerint a Legionella-expozíció szempontjából kockázatosnak minősül minden olyan csőhálózati rendszer, amelyben

- üzemszerűen 20–50 °C közötti hőmérsékletű víz van,
- fennáll a vízpangás veszélye és
- a használat során aeroszol (finom eloszlású vízköd) képződik (2), (4).

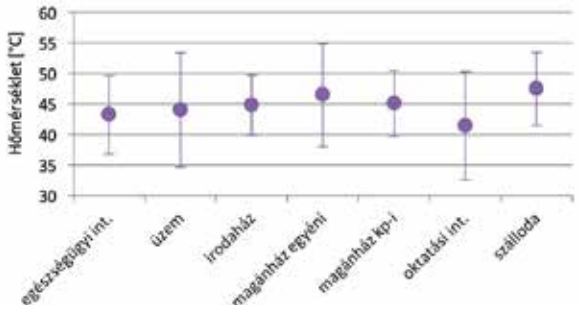
A fertőzés nem a víz elfogyasztásával, hanem a fertőzött vízből származó, jellemzően 1-3 µm, legfeljebb 5 µm átmérőjű aeroszolok belélegzésével történik (például zuhanyzáskor) (3), (5).

A mikrobiológiai kockázatok csökkentésére a baktériumok szaporodásának hőmérsékletfüggése alapján a magyarországi és nemzetközi szabványok, szabályozási dokumentumok (a német DVGW W 551 munkalap, ÖNORM B 5019) előírják, hogy a HMV-ellátó rendszerek esetében a víz hőfoka sehol – még a legtávolabbi cirkulációs ponton – se süllyedjen 55 °C alá, a HMV-termelőből kilépő víz hőmérséklete pedig érje el a 60 °C-ot (6), (7). A cirkulációs ágak hidraulikai méretezésekor a megengedett hőmérséklet-csökkenés (hőfokesés) a HMV-forrástól mérve maximum 2 °C lehet a megfelelő hidraulikai beszabályozás mellett (6).

Ez a higiéniai követelmény azonban közvetlen ellentmondásban áll a hőszivattyús rendszerek hatékonysági optimumával. Ha a hőszivattyúnak folyamatosan 60 °C feletti vizet kell előállítania, a COP (teljesítménytényező) drasztikusan visszaesik, megnő a villamosenergia-felhasználás, és gyakran kiegészítő elektromos fűtőpatronok használatára van szükség, ami lerontja a rendszer zöld előnyeit.

Az alacsony HMV-hőmérséklet vízhigiénés kockázata

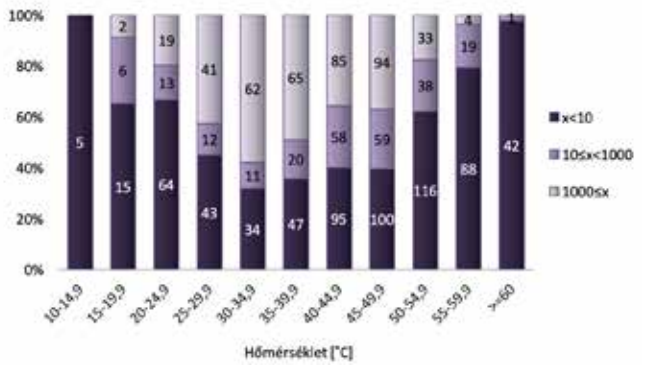
Magyarországon 2006 és 2013 között összesen 1291 használati melegvíz-minta hőmérsékletét vizsgáltuk a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ szakembereivel (5). Az épületekben mért vízhőmérsékleti értékek mediánja mindössze 44 °C volt, az épületekre számított átlagos HMV-hőmérsékleteknek mindössze 11,9%-a haladta meg az 55 °C-ot. Az épülettípusok közül a szállodákban mértük a legmagasabb átlagos HMV-hőmérsékletet, 47,5 °C-ot, míg az oktatási és az egészségügyi intézményekben ez az érték mindössze 41,4, illetve 43,3 °C volt. Fontos megjegyezni, hogy a vizsgálat a hazai Legionella-szabályozás 2015-ös megjelenése előtt készült (2). Bár az adatok korábbi időszakból származnak, tapasztalataink szerint a rendelet bevezetése nem járt az üzemeltetési gyakorlat érdemi változásával. Ennek okai összetettek lehetnek, és feltehetően az ellenőrzési gyakorlat korlátozott hatása is szerepet játszik bennük. Az eredmények ezért ma is jól szemléltetik az alacsony hőmérsékleten üzemelő használati melegvíz-rendszerek vízhigiénés kockázatát.



1. ábra: Az egyes épületekre számított átlagos használati melegvíz-hőmérsékletek épülettípusonkénti átlaga és szórása (N_minta = 1291; N_épület = 141) Forrás: (5).

A fenti vizsgálatban egyértelmű összefüggést találtunk a vízhőmérséklet és a Legionella-pozitivitás között. Az 50 °C alatti minták esetében 7,2-szer, az 55 °C alatti mintákban pedig 13,3-szer nagyobb volt a Legionella-pozitivitás esélye. Eredményeink tehát alátámasztják, hogy már az 50 °C-os víz is csökkenti a legionellák elszaporodásának kockázatát, az 55 °C

feletti hőmérséklet azonban egyértelműen nagyobb vízhigiénés biztonságot jelent (5). Ezt az összefüggést egy, 13 korábbi vizsgálat eredményeit összesítő elemzés (metaanalízis) is megerősítette. A szerzők az 55 °C-ot azonosították olyan hőmérsékleti értékként, amely felett jelentősen csökkent a Legionella kimutatásának valószínűsége. Az 55 °C feletti vízmintákban a Legionella-pozitivitás esélye kevesebb mint az ötöde volt az ennél alacsonyabb hőmérsékletű mintákénak (OR: 0,17; 95%-os CI: 0,11–0,25) (8).



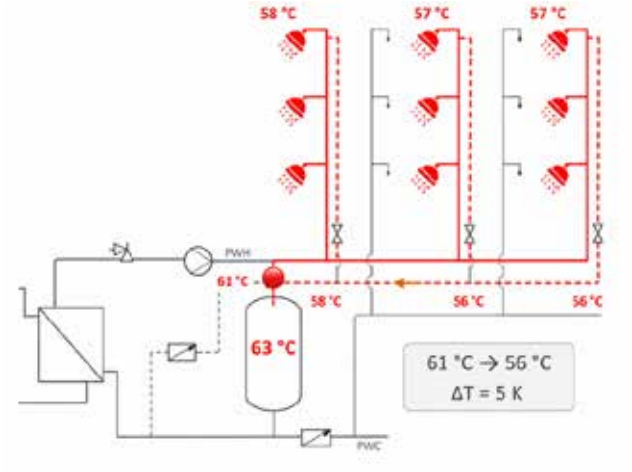
2. ábra: A HMV-minták %-os megoszlása a mintavételkor mért vízhőmérséklet és a Legionella csíraszám alapján, 5 °C-onként kategorizálva (N=1291). Forrás: (5).

Az alacsonyabb használati melegvíz-hőmérséklet energetikai és műszaki szempontból kedvezőnek tűnhet: mérsékelheti a hőveszteséget, hőszivattyús hőtermelés esetén kedvezőbb hatásfokot tehet lehetővé, csökkentheti a forrázás kockázatát, továbbá kisebb mértékű vízkőképződéssel és lassabb rendszerdegradációval járhat. Az energetikai és műszaki előnyök ugyanakkor nem indokolhatják a használati melegvíz hőmérsékletének olyan mértékű csökkentését, amely növeli a legionellák elszaporodásának kockázatát. Ez összhangban áll az Egészségügyi Világszervezet (WHO) ajánlásaival, amelyek a vízmelegítőkben és a melegvíz-tárolókban 60 °C feletti, a csapolási pontokon pedig 50-55°C feletti hőmérséklet fenntartását javasolják (9) . Az emberi egészség védelme nem lehet másodlagos prioritás.

A valódi kérdés: hol kell biztosítani a megfelelő hőmérsékletet?

Téves az a feltételezés, hogy a HMV-termelés helyén biztosított megfelelően magas vízhőmérséklet önmagában elegendő a legionellák szaporodásának megelőzéséhez. A termelt használati melegvíz megfelelő hőmérséklete szükséges, de nem elégséges feltétele a vízhigiénés biztonságnak, amelyet sokkal inkább a teljes elosztórendszerben ténylegesen fennálló hőmérsékleti viszonyok határoznak meg.

A hőtermelő kilépő hőmérséklete elsősorban a hőtermelés megfelelőségéről ad információt, de önmagában nem igazolja, hogy a szükséges hőmérséklet a teljes rendszerben fennmarad. Ezt a rendszerszemléletet tükrözi az osztrák szabványok változása is. A visszavont ÖNORM B 5019 az előremenő HMV minimális hőmérsékletét 60 °C-ban, a cirkulációs visszatérő hőmérsékletét pedig 55 °C-ban határozta meg. A 2023-ban megjelent ÖNORM B 1921 ezzel szemben már nem rendel konkrét hőmérsékleti követelményt az előremenő HMV hőmérsékletéhez, hanem azt követeli meg, hogy a használati melegvíz hőmérséklete a teljes rendszerben – így a cirkulációs visszatérő ágban és valamennyi fogyasztói ponton is – elérje az 55 °C-t (7), (10).



3. ábra. Az ÖNORM B 5019 követelményeinek megfelelő hőmérsékleti viszonyok cirkulációs használati melegvíz-rendszerben. Saját szerkesztés az ÖNORM B 5019 alapján (7), (10).

A végponti hőmérsékletet az előremenő HMV hőmérséklete és a hálózaton belüli hőmérséklet-csökkenés együttesen határozza meg. Rövid vezetékhosszak, alacsony hálózati hőveszteség, megfelelő áramlási sebesség (11) és hidraulikai beszabályozás és stabilan működő cirkuláció mellett ugyanaz a végponti hőmérséklet alacsonyabb előremenő hőmérséklettel is biztosítható lehet. Az energetikai optimalizálás lehetősége ezért nem a végpontokon szükséges hőmérséklet csökkentésében, hanem a hálózaton belüli hőveszteség mérséklésében rejlik. Minél kisebb a víz lehűlése az elosztórendszerben, annál alacsonyabb előremenő hőmérséklet mellett biztosítható ugyanaz a végponti hőmérséklet.

A vízhigiénés és az energetikai cél tehát nem szükségszerűen ellentétes. Az optimalizálás célja a szükséges hőmérséklet biztosítása a rendszer releváns pontjain, a lehető legalacsonyabb, de még megfelelő előremenő hőmérséklet és a lehető legkisebb elosztási veszteség mellett.

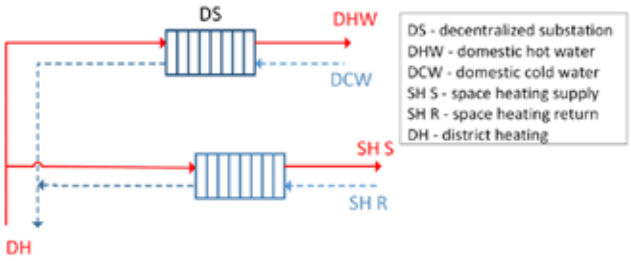
Kísérleti megoldások a baktériumkockázat csökkentésére

Decentralizált HMV-termelés

A dán műszaki egyetem kutatása (12) az alacsony hőmérsékletű távhőrendszerek alkalmazhatóságát vizsgálja Legionella kockázat szempontjából. A kutatás különlegessége, hogy laboratóriumi és pilot rendszerekben, valós fogyasztási profilok szimulációjával elemezte a jelenséget.

A 4. ábra egy decentralizált átfolyós hőcserélős használati melegvíz-termelést mutat be. Ebben a rendszerben a HMV-ellátó rendszer térfogata jelentősen csökken és a HMV nem kerül

hosszabb ideig tárolásra, ami jelentősen csökkenti a baktériumok szaporodásának lehetőségét. Nincs szükség HMV-cirkulációs rendszer kiépítésére, funkcióját egy bypass ág váltja ki. A rendszer hőmérséklete is alacsonyabb lehet; az ivóvízhigiénia szempontjából még megfelelő alsó határérték megállapítása további vizsgálatokat igényel. Ezekkel a megoldásokkal a HMV-termelés energiaszükséglete mintegy 30%-kal csökkenthető.

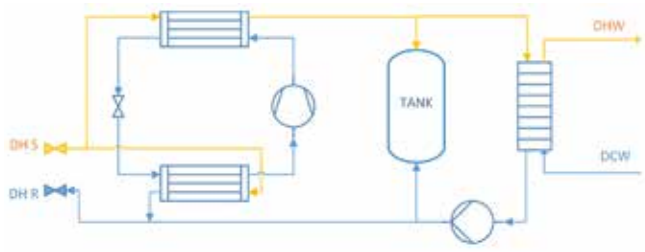


4. ábra: Decentralizált HMV-termelő rendszer vázlata. Forrás: (12)

A fenti típusú decentralizált HMV-termeléssel kapcsolatban gyakorlati tapasztalat, hogy a nagyszámú hőcserélő esetében az egy hőcserélőre vetített fajlagos alacsony vízfogyasztás miatt pangás alakulhat ki. Ez a 37 °C-on mért telepszámérték növekedéséhez vezethet, ami akár a határértéket is túllépheti. Az ilyen rendszeradottságok kezelésére a vízbiztonsági tervben fokozottan figyelni szükséges. Következtetésként megállapítható, hogy a fenti típusú decentralizált HMV-termelés mikrobiológiai előnyei jobban érvényesülnek folyamatos vízelvétellel jellemezhető létesítményekben.

Mikrohőszivattyú alkalmazása

A HMV-termelő rendszerben lokális hőmérséklet-emelés céljára mikrohőszivattyú alkalmazását mutatja be az 5. ábra. Az energiaforrás a távfűtési előremenő vagy visszatérő vize, az előbbi esetben a COP érték kedvezőbb.



5. ábra: Mikrohőszivattyús kapcsolás – hőforrás: távfűtési előremenő víz. Forrás: (12)

Az alacsony vízhőmérséklet miatt megnövekedett a bakteriumszaporodás kockázatának kezelésére a kutatás során több fizikai és kémiai módszert tanulmányoztak, pl. Legionella-mentesítés ionizációval, klórral, klór-dioxiddal, UV-sugárzással, fotokatalízissel, fizikai módszerekkel – membránszűrőkkel. Ezek közül a gyakorlati szempontokat – szakképzett kezelőszemélyzet igénye, költségek stb. – a már használatos klór-dioxid mellett ígéretesnek tűnik a fotokatalízis módszere (13).

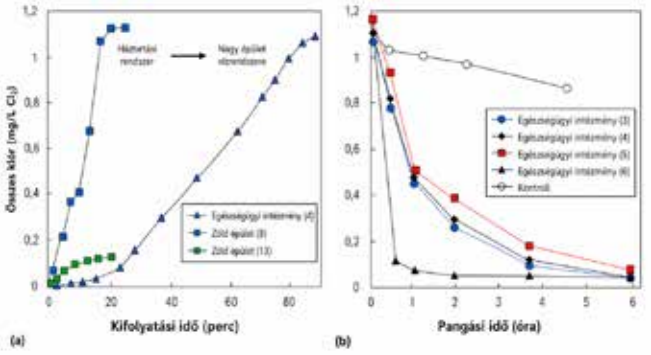
Az energiahatékony műszaki megoldások értékelésekor ugyanakkor nemcsak a termelt HMV hőmérsékletét, hanem a rendszer térfogatát, a víz tartózkodási idejét és a tényleges használati viszonyokat is figyelembe kell venni.

Bakteriális vízbiztonság zöld épületekben

Az Environmental Science: Water Research & Technology folyóiratban megjelent tanulmány (14) (Survey of green building water systems reveals elevated water age and water quality concerns) az energiahatékony épületek vízellátó rendszereiben vizsgálta a mikrobiológiai folyamatokat. A kutatás különböző kialakítású HMV-ellátó rendszereket alkalmazó valós épületekben végzett terepi méréseken alapult, és különös figyelmet fordított a vízhasználatra.

A zöld épületek vízvezetékeiben a mérési eredmények azt mutatták, hogy gyakori üzemállapot volt a fertőtlenítőszer alacsony koncentrációja. Az egészségügyi rendelőben több mint 80 perces öblítésre volt szükség ahhoz, hogy a fő elosztórendszerben mérthez hasonló klóraminszint jelenjen meg (6a. ábra). Az ezeken a helyeken található csapokat azonban jellemzően mindössze 15-30 másodpercig használják; ez nem volt elegendő ahhoz, hogy a vízvezeték-rendszer egyes pontjain megfelelő klóraminszint legyen jelen. A nettó nulla energiaigényű házban körülbelül 30 perces öblítésre volt szükség ahhoz, hogy a hidegvíz-rendszerben megfelelő szintű fertőtlenítőszer-koncentráció jelenjen meg az első helyszíni látogatás során.

A hagyományos HMV-ellátó rendszerrel működő házban 0,71 mg/l maradék aktív klór volt mérhető a pangó hideg vízben. Ezzel szemben a nettó nulla energiaigényű ház vízmelegítőiben 20 perces öblítés során is csupán 0,15 mg/l alatti maradék aktív klór volt mérhető, a napelemes fűtőberendezéshez kapcsolódó többlet-tárolótérfogat és az ebből adódó nagyobb vízkor miatt.



6. ábra: A teljes klórmaradék koncentráció Forrás: (14) alapján saját szerkesztés

A vizsgálatok során meghatározták a Legionella fajok pontos koncentrációját is. Az eredmények egyértelműen rámutattak arra, hogy a „zöld" épületek – bár energetikai szempontból kedvezőek – fokozott mikrobiológiai kockázatot hordozhatnak, amennyiben az üzemeltetés nem megfelelő.

A tanulmány egyik kulcsmegállapítása, hogy a vízkor az egyik legfontosabb paraméter, amely meghatározza a rendszer

higiéniai állapotát. A nagy vízkorból eredő kockázat csökkentésének egyik legfontosabb üzemeltetési eszköze a tényleges használathoz igazított vízcsere.

Monitoring és adatvezérelt energiaoptimalizálás

A vízhigiénésen biztonságos működés alapja a szakszerű tervezés, önmagában azonban még a jól kialakított rendszer sem garantál tartósan megfelelő üzemet. A használati viszonyok változhatnak, a beszabályozás romolhat, a gépészeti elemek pedig meghibásodhatnak vagy nem megfelelően működhetnek. Az üzemeltetés ezért legalább olyan fontos, mint a tervezés, és rendszeres ellenőrzést igényel.

Az üzemeltetési kontroll minimális eleme a hőtermelő, a cirkulációs szivattyúk, a szabályozó- és keverőszelepek, valamint a hőmérséklet fenntartását befolyásoló egyéb rendszerelemek működésének ellenőrzése. Ezt rendszeres hőmérséklet-monitoringnak kell kiegészítenie. Nem elegendő kizárólag a termelt HMV hőmérsékletét mérni: ellenőrizni szükséges az elosztóhálózatba belépő előremenő víz és a cirkulációs visszatérő víz hőmérsékletét is. E két érték összevetése a rendszer hőmérsékleti stabilitásáról, a hálózati hőveszteségről és a cirkuláció működéséről ad információt.

A digitális monitoring segíti a lehűlő ágak, a túlzott hőveszteségek és az üzemeltetési hibák korai felismerését, önmagában azonban nem elegendő. A központi mérési pontokon rögzített adatok nem igazolják, hogy a szükséges hőmérséklet a felhasználás helyén is ténylegesen rendelkezésre áll. Ezért reprezentatív perifériás végkifolyókon manuálisan is ellenőrizni szükséges a kifolyó melegvíz hőmérsékletét.

Az ÖNORM B 1921 szerint ezt az ellenőrzést havonta célszerű elvégezni, a forrázás elleni védelem ideiglenes kiiktatása mellett. Teljesen megnyitott szerelvénynél rögzíteni kell 1.) a 30 másodpercen belül elért maximális hőmérsékletet, 2.) a maximális vagy állandósult hőmérséklet eléréséhez szükséges időt, valamint 3.) a maximális vagy stabilizálódott hőmérsékleti értéket. A mérés így nemcsak azt mutatja meg, hogy elérhető-e a szükséges hőmérséklet, hanem azt is, hogy ehhez mennyi időre és kifolyatott vízre van szükség.

Ezzel analóg módon a magyar szabályozás (49/2015 (XI. 6.) EMMI Rendelet) is előírja a használati melegvíz hőmérsékletének rendszeres ellenőrzését: a hálózati víz vonatkozásában fokozott fertőzési kockázatot jelentő létesítményekben a mérést havonta, a kockázatbecslés alapján kijelölt pontokon kell elvégezni. A rendelet szerint a végkifolyón mért hőmérsékletet egyperces kifolyatást követően kell megmérni. Ez az érték alkalmas annak ellenőrzésére, hogy megfelelő kifolyatás után elérhető-e a szükséges hőmérséklet, önmagában azonban kevésbé informatív a melegvíz rendelkezésre állásának sebességéről és az ehhez kifolyatandó víz mennyiségéről. Több, megfelelően kiválasztott – például a HMV-termeléshez közeli, attól távoli és egyéb jelentős – ponton végzett mérés ugyanakkor így is hasznos képet adhat a hálózat hőmérsékleti állapotáról, a beszabályozottságáról és a rendszeren belüli hőmérsékletesésről. A hazai előírás szerinti mérés ezért célszerűen kiegészíthető a hőmérséklet időbeli alakulásának dokumentálásával, vagyis annak rögzítésével, hogy a szükséges hőmérséklet mennyi idő alatt érhető el és mikor stabilizálódik.

A digitális és a manuális mérések egymást kiegészítve teszik lehetővé annak ellenőrzését, hogy az energiahatékonysági beavatkozások a vízhigiénés biztonság romlása nélkül csökkentették-e az energiafelhasználást. Nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy a következetes üzemeltetés és a rendszeres ellenőrzés elmaradása nemcsak vízhigiénés, hanem energetikai következményekkel is járhat. Ha a szükséges hőmérséklet a hálózat egyes pontjain csak hosszabb kifolyatás után érhető el, a felhasználás során a vízfogyasztás és a meleg vízzel együtt elvezetett hőenergia mennyisége egyaránt növekszik. A megfelelő monitoring és a működési eltérések korai felismerése ezért nemcsak a vízhigiénés biztonság fenntartását, hanem a későbbi, erőforrás-igényes korrekciós beavatkozások megelőzését is szolgálja.

A célzott beavatkozások feltételei és energetikai előnyei

Tudatos, használatalapú kifolyatási gyakorlat

A vízhőmérséklet mellett a megnövekedett tartózkodási idő, vagyis a pangás az épületen belüli mikrobiális vízminőség egyik legfontosabb kockázati tényezője. Használat hiányában a vezetékszakaszban pangó víz fokozatosan átveszi a környezet hőmérsékletét: a hidegvíz felmelegedhet, a használati melegvíz pedig lehűlhet. Ez kedvez a mikroorganizmusok elszaporodásának, és növeli a csőfalon, illetve a szerelvények felületén kialakuló biofilm képződésének valószínűségét.

A pangás megelőzésének elsődleges módja a rendszeres, rendeltetésszerű használat. Azokon a végpontokon azonban, amelyeket nem vagy csak ritkán használnak, nem biztosított a szükséges vízcsere, ezért ezek funkcionális holtágként viselkedhetnek. Az osztrák ÖNORM B 1921 ezért például előírja a használati gyakoriság rendszeres felmérését és a ritkán használt végpontok dokumentált azonosítását (10).

A használati gyakorisághoz igazított kifolyatási gyakorlat a hazai vízhigiénés üzemeltetésben egyelőre kevéssé elterjedt, ezért elsőre szokatlannak tűnhet. Lényege, hogy a nem vagy csak ritkán használt végpontokon meghatározott gyakorisággal biztosítják a vízcserét, manuálisan, dokumentált ütemterv alapján, vagy automatikusan, önöblítő szerelvényekkel akár a kifolyatott víz szürkevízként történő hasznosításával. A megfelelően kialakított és következetesen végrehajtott kifolyatási program jelentősen hozzájárul a pangásból eredő mikrobiológiai kockázatok mérsékléséhez és a mikrobiológiai vízminőség fenntartásához.

Bár ez a gyakorlat elsőre a vízfogyasztás növekedését sugallhatja, célzott alkalmazása éppen a szükségtelen kifolyatások elkerülését teszi lehetővé. A rendszeresen használt végpontokon ugyanis az üzemszerű vízelvétel önmagában biztosíthatja a szükséges vízcserét, így a fenti, célzott kifolyatásra csak a ritkán vagy egyáltalán nem használt pontokon van szükség.

A célzott kifolyatás ezért egyszerre szolgálja a vízhigiénés biztonságot és az erőforrás-hatékonyságot. Különösen a használati melegvíz esetében jelent energetikai előnyt, mivel a kifolyatott vízzel együtt annak felmelegítésére fordított energia is elvész. A használatalapú kifolyatási gyakorlat így lehetővé teszi a pangásból eredő mikrobiológiai kockázatok mérséklését a lehető legkisebb víz- és energiafelhasználás mellett.

A rendszer szakaszolhatóságának energetikai előnye

Bár alapvető tervezési követelménynek kellene lennie, a gyakorlatban nem mindig biztosított, hogy a használati melegvíz-rendszer több ponton megfelelően szakaszolható legyen. Ennek különösen akkor van jelentősége, ha nem megfelelő mikrobiológiai vizsgálati eredmény miatt kockázatcsökkentő beavatkozás, például fertőtlenítés válik szükségessé. Megfelelő szakaszolhatóság esetén nem feltétlenül kell a teljes rendszert kezelni: a beavatkozás célzottan az érintett végpontra, végpontokra vagy akár egy teljes strangra korlátozható. Ez különösen akkor lehet elegendő, ha az előremenő és a cirkulációs visszatérő víz vizsgálata Legionella-negatív eredményt adott, és a rendelkezésre álló adatok alapján a probléma nagy valószínűséggel lokális. A célzott beavatkozás jelentős víz-, hőenergia- és munkaerő-megtakarítást eredményezhet, különösen hőfertőtlenítés esetén.

Konklúzió: a fenntartható kompromisszum

A használati melegvíz-rendszerek energiahatékonyságának javítása nem az egészségvédelmi szempontból szükséges hőmérsékletek egyszerű csökkentését jelenti. A valódi megtakarítás elsősorban a rendszer veszteségeinek mérséklésében, a víztérfogat és a hőveszteségek csökkentésében, a megfelelő hidraulikai kialakításban, valamint a tényleges üzemállapothoz igazodó ellenőrzésben és beavatkozásokban rejlik.

A modern épületgépészet legfőbb üzenete és feladata, hogy az energiahatékonyságot kizárólag a vízhigiénés biztonság által kijelölt kereteken belül szabad és lehet keresni. Nem szabad az üzemeltetési költségek mérséklése érdekében önkényesen csökkenteni a HMV-tárolók hőmérsékletét 40-45 °C-ra anélkül, hogy más, alternatív védelmi rendszereket alkalmaznánk. Az energiahatékonyság és a közegészségügy nem egymást kizáró, hanem egymást szabályozó tényezők: a jövő épületeiben a maximális energiamegtakarítás csak a vízhigiénés biztonság igazolt fenntartása mellett érhető el.

Irodalomjegyzék

1. Multiplication of Legionella pneumophila in unsterilized tap water. Yee RB, Wadowsky RM. hely nélk. : Appl Environ Microbiol, 1982., 43. kötet.

2. EMMI. 49/2015. (XI. 6.) EMMI rendelet. Legionella által okozott fertőzési kockázatot jelentő közegekre, illetve létesítményekre vonatkozó közegészségügyi előírásokról.

3. NNGYK (Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ). Módszertani útmutató a Legionella által okozott fertőzési kockázatot jelentő közegekre, illetve létesítményekre vonatkozó kockázat értékeléséről és a kockázatcsökkentő beavatkozásokról.

4. Legionella-mentesítési megoldások vízhálózatokban. Mária, Eördöghné Dr. Miklós. Budapest : Magyar Épületgépészet, 2016. 7-8., LXV. kötet, old.: 3-7. ISSN 1215 9913.

5. Zsófia, Barna. Legionella kolonizáció terjedése és diverzitása épített vízrendszerben. Doktori (PhD) értekezés. Budapest : ELTE TTK Környezettudományi Doktori Iskola, 2014.

6. DVGW W551 Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sa-nierung von Trinkwasser-Installationen.

7. ÖNORM B 5019. Hygienerelevante Planung, Ausführung, Betrieb, Überwachung und Sanierung von zentralen Trinkwasser-Erwärmungsanlagen - visszavont szabvány.

8. Required water temperature in hotel plumbing to control Legionella growth. Rasheduzzaman, M., Singh, R., Haas, C. N., Gurian, P. L. 2020., Water Research.

9. WHO, World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda. Application of the Guidelines in specific circumstances. Geneva : WHO, 2022.

10. ÖNORM B 1921 Trinkwassererwärmungsanlagen - Mikrobiologische Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit und deren Überwachung. 2023.

11. Ivóvízhigiénia – alapok és új kutatási eredmények. Bóta, Norbert - Eördöghné Dr. Miklós, Mária,. Budapest : Magyar Épületgépészet, 2025. augusztus, LXXIV. kötet, old.: 50-54. ISSN 1215 9913.

12. Alternative solutions for inhibiting Legionella in domestic hot water systems based on low-temperature district heating. Yang, Xiaochen, Li, Hongwei és Svendsen, Svend. hely nélk. : Building Services Engineering Research & Technology, 2015., 37 (4). kötet. doi.org/10.1177/0143624415613945.

13. Challenges of harmonizing energy efficiency and drinking water hygiene. Mária, Eördöghné Dr. Miklós. Subotica : Expres , 2026.

14. Survey of green building water systems reveals elevated water age and water quality concerns. William J. Rhoads, Amy Pruden and Marc A. Edwards. Environmental Science Water Research & Technology : ismeretlen szerző, 2016.

Szellőzés sport- és fitnesztermekben az MSZ EN 16798-3 és DIN 18032 szerint

Kovács István

Mire kell igazán figyelni a tervezés során

Legyen szó egy intenzív edzésről a fitneszteremben vagy iskolai tornatermi foglalkozásról, a friss és tiszta levegő elengedhetetlen az egészség, a teljesítőképesség és a komfortérzet szempontjából. Ami elsőre magától értetődőnek tűnik, valójában komoly tervezési feladatot jelent. A sportcsarnokok és fitnesztermek szellőztető rendszereinek nemcsak a magas levegőminőségi követelményeknek kell megfelelniük, hanem figyelembe kell venniük az energiahatékonysági elvárásokat, valamint a különböző használati területek sajátos igényeit is.

A sikeres tervezéshez a létesítmény építészeti adottságainak alapos ismerete mellett elengedhetetlen a műszaki követelmények részletes tanulmányozása is, amelyeket az MSZ EN 16798 1. és 3. része tartalmaz, illetve a német DIN 18032 szabvány, valamint a VDI 6022 irányelv adhat támpontokat. Jelen cikkben a talán kevésbé ismert német DIN 18032-re koncentrálva nyújtunk áttekintést a legfontosabb tervezési alapelvekről, a légmennyiség meghatározásának számítási módszereiről, továbbá a központi és decentralizált, hővisszanyerős szellőztetési megoldásokról.

A DIN 18032 alkalmazási területe

A DIN 18032 szabvány a sportcsarnokok és sporthelyiségek építészeti kialakítására vonatkozik, amelyek iskolai, verseny-, egyesületi, tömeg-, szabadidős és parasport célokra szolgálnak, és amelyekben például tollaslabda, kosárlabda, vívás, labdarúgás vagy röplabda is űzhető. A szabvány többek között a sportpadlókra, a szükséges alapterületre és az építészeti biztonságra vonatkozó követelményeket tartalmazza.

A szabvány nem vonatkozik a jégsportok, atlétika, kerékpársport, lovassport, tenisz, valamint más speciális sportágak számára épített sportlétesítmények tervezésére. Bár nem tartalmaz konkrét előírásokat a szellőztetésre vonatkozóan, meghatározza az egyes helyiségtípusokat és használati profilokat, amelyek alapul szolgálhatnak a szellőzőrendszerek méretezéséhez.

A szellőztetés követelményei – szabványi alapok

A szellőzőrendszerek tervezése az alábbi szabványok és irányelvek figyelembevételével történik:

- MSZ EN 16798-3: Nem lakóépületek szellőztetése
- VDI 6022: Higiéniai követelmények a légtechnikai rendszerekre

Ezek a műszaki szabályozások többek között kötelező előírásokat tartalmaznak a légszállítási térfogatáramok méretezésére, a külső levegő beszívó- és az elhasznált levegő kifúvó nyílásai közötti minimális távolságokra, valamint a megfelelő beltéri levegőminőség biztosítására.

A DIN 18032 szerinti ajánlott minimális külsőlevegő-térfogatáramok sportlétesítmények esetén:

- Tornatermek, többcélú sportcsarnokok, vívó- és tánctermek: 60 m³/h sportolónként
- Erőnléti és kondicionáló termek, küzdősport-területek: 100 m³/h felhasználónként vagy edzőgépenként
- Nézőtéri ülőhelyek (nemdohányzó): 20 m³/h ülőhelyenként

A levegőellátás részben visszakevert (recirkulált) levegő alkalmazásával is támogatható, azonban a felhasználók számának megfelelő minimális frisslevegő-igényt minden esetben biztosítani kell. Javasolt a CO_2-koncentráció alapján szabályozott szellőztetési rendszer, amely automatikusan igazodik a sportlétesítmény aktuális kihasználtságához.

A térfogatáram számítása

A légszállítási térfogatáram meghatározása előtt célszerű ellenőrizni, hogy teljesül-e az egy sportolóra jutó ajánlott alapterület. Fitnesztermekben általánosan 4–6 m² alapterület/fő biztosítása ajánlott. Ez az érték nem valamely általánosan érvényes szabványon alapul, hanem gyakorlati tapasztalatokon.

Ez az ajánlás biztosítja, hogy a felhasználók elegendő helyet kapjanak a gépek biztonságos használatához, a gyakorlatok végrehajtásához és a szabad mozgáshoz anélkül, hogy egymást zavarnák vagy zsúfoltságérzet alakulna ki. Az alkalmazott edzésforma és a használt berendezések függvényében az egy főre szükséges alapterület változhat, ami közvetlenül befolyásolja a maximális befogadóképességet és ezáltal a szükséges légszállítási térfogatáramot is.

Az alábbiakban bemutatjuk, hogyan számítható ki a szükséges külsőlevegő-térfogatáram a fitneszterem különböző használati területein. Az alapképlet:

$Q = n \times v$

ahol:

Q = szükséges külsőlevegő-térfogatáram (m³/h)

n = felhasználók száma

v = egy főre jutó levegőigény (m³/h)

Számítási példa – edzőtér (személyek száma alapján)

Ebben az esetben a légszállítási térfogatáramot a jelen lévő személyek száma alapján határozzuk meg.

Edzőterület: 180 m² (csak tájékoztató adat, a számítást nem befolyásolja)

Felhasználók száma: 30 fő

Levegőigény: 30 × 60 m³/h = 1 800 m³/h



Kovács István
műszaki vezető, Helios ventilátorok vezérképviselete (Kamleithner Budapest Kft.)
Thorsten Fiedel – Helios Ventilatoren GmbH + Co KG

Számítási példa – öltözők és zuhanyzók (helyiségtérfogat alapján)

Ebben az esetben a szükséges légszállítási térfogatáramot a helyiség térfogata és az előírt légcsereszám alapján határozzuk meg.

A DIN 18032-1 szerint az öltözők és a vizes helyiségek ajánlott légcsereszámai:

- Öltözők: óránkénti 6-szoros légcsere
- Zuhanyzók: óránkénti 8–10-szeres légcsere

Az alábbi légcsereszámok képezik a szükséges külsőlevegő-térfogatáram számításának alapját, amelyet a helyiség térfogatával kell megszorozni:

Öltöző: alapterület: 50 m², belmagasság: 3 m → térfogat: 150 m³
Légcsereszám: 6-szoros → 150 m³ × 6 = 900 m³/h

Zuhanyzó: alapterület: 30 m², belmagasság: 3 m → térfogat: 90 m³

Légcsereszám: 8-szoros → 90 m³ × 8 = 720 m³/h

Összes szükséges légszállítási térfogatáram

$Q_{oss}z$ = 1 800 m³/h (edzőtér) + 900 m³/h (öltözők) + 720 m³/h (zuhanyzók) = 3 420 m³/h

Központi légtechnikai rendszer hővisszanyeréssel fitneszstermek számára

A központi légtechnikai rendszerek hatékony megoldást kínálnak nagyobb alapterületű vagy összetett kialakítású fitneszlétesítmények szellőztetésére. A csatornahálózaton keresztül egyenletes levegőelosztást biztosítanak, emellett lehetővé teszik a légmennyiség és a befújt levegő hőmérsékletének központi szabályozását. Ez különösen előnyös olyan edzőterekben, ahol a levegőigény a felhasználók számától függően jelentősen változik.

A rendszerbe épített hőcserélő lehetővé teszi a hővisszanyerést, amely jelentősen javítja a berendezés energiahatékonyságát. Az 1000 m³/h vagy annál nagyobb légszállítási teljesítményű rendszerek esetében az 1253/2014/EU ökodesign rendelet értelmében a hővisszanyerés alkalmazása kötelező.

A hővisszanyerés során az elszívott levegő hőtartalmát a rendszer felhasználja a beáramló külső levegő előmelegítésére. Ez különösen a fűtési időszakban jelent jelentős energiamegtakarítást. Részleges légvisszakeverés alkalmazása mellett is a hővisszanyerés az egyik legfontosabb eszköz a fűtési energiaigény csökkentésére.

Megjegyzések

A tervezés során figyelembe kell venni azt is, hogy a légtechnikai rendszerek üzemi zajt keltenek, amely különösen csendesebb edzésidőszakokban válhat zavaróvá. A DIN 18032 előírása szerint a sportterületeken a zajszint nem haladhatja meg a 45 dB(A)-t. Ennek érdekében zajcsillapított légtechnikai berendezések és hangcsillapítók alkalmazása javasolt a kellemes akusztikai környezet biztosítása érdekében.

Ajánlott levegőelosztási megoldások

A hatékony befúvás és elszívás érdekében két alapvető levegővezetési koncepció alkalmazható:

Vízszintes irányváltásos szellőzés: a befúvó nyílásokat legalább 2,5 m-rel a sportpadló felett kell elhelyezni, míg az elszívó nyílások ugyanazon az oldalon, közvetlenül a padlószint felett helyezkednek el.

Mennyezeti szellőzés: a befúvó elemek a mennyezetben kapnak helyet, az elszívó nyílásokat pedig fele-fele arányban a mennyezet közelében és a padlószint közelében kell elhelyezni. A befúvó elemeket úgy kell megválasztani, hogy a friss levegőt huzatmentesen juttassák a tartózkodási zónába.

Decentralizált, hővisszanyerős szellőztető rendszer fitneszstermekhez

Kisebb vagy önálló funkcionális egységekkel rendelkező fitneszstermek esetében a decentralizált, hővisszanyerős szellőztető berendezések rugalmas és hatékony alternatívát jelentenek. Különösen előnyösek meglévő épületek felújításakor vagy változó használatú létesítményekben, mivel nincs szükség kiterjedt légcsatorna-hálózat kiépítésére. Az egyszerűbb tervezés és kivitelezés nemcsak idő-, hanem költségmegtakarítást is eredményez.

Ennek feltételei:

- külső fali elhelyezés, a frisslevegő (ODA) és az elhasznált levegő (EHA) közvetlen be-/ki vezetése
- csatlakozási lehetőség a kondenzvíz-elvezetéshez,
- villamos energiaellátás rendelkezésre állása.

Az öltözők és zuhanyzók szellőztetésére külön légtechnikai rendszer tervezhető, vagy – az adott körülményektől függően – önálló decentralizált elszívó rendszer is alkalmazható.

Üzemeltetés és karbantartás – higiéniai követelmények

A VDI 6022 irányelv szerinti, jól kidolgozott karbantartási koncepció alapvető fontosságú a légtechnikai rendszer üzembiztos és higiénikus működésének fenntartásához. Ez nemcsak az edzőtermet használók egészségét védi, hanem csökkenti az energiaveszteségeket és növeli a berendezések élettartamát is.

A legfontosabb karbantartási feladatok:

- a szűrők rendszeres cseréje a gyártó előírásainak és az üzemeltetési körülményeknek megfelelően;
- a légcsatornák, ventilátorok és hőcserélők rendszeres ellenőrzése és tisztítása a szennyeződések, a nedvesség és az esetleges mikrobiológiai szennyeződések eltávolítása érdekében;
- a beltéri levegőminőség folyamatos felügyelete – különösen a CO_2-koncentráció, a hőmérséklet és a relatív páratartalom ellenőrzése –, a megfelelő komfort biztosítása és az esetleges problémák korai felismerése érdekében;
- valamennyi karbantartási művelet dokumentálása a higiéniai ellenőrzések és a jogszabályi megfelelőség biztosítása céljából.

A gyakorlati tapasztalatok ugyanakkor azt mutatják, hogy számos fitneszteremben a ténylegesen biztosított légszállítási térfogatáram elmarad az előírt értékektől. Ennek következtében – különösen nagy kihasználtság mellett – a beltéri levegő minősége, elsősorban a kellemetlen szagok tekintetében, gyakran nem felel meg a felhasználók elvárásainak. Nyilvánvaló, hogy ez sokszor az üzemeltető számlájára írható, az viszont a mi felelősségünk, hogy a tervezés szintjén mindenképpen biztosított legyen a megfelelő szellőztetés lehetősége.

Web: www.helios.hu;
Tel.: +36 (1) 425 3288
Kamleithner Budapest Kft. - A Helios ventilátorok magyarországi vezérképviselete

Kánikula és áramellátás

Szilágyi Zsombor

A világ szén-dioxid kibocsátása minden eddigi rekordot megdöntött 2025-ben: 41036 millió tonna volt. A szén-dioxid kibocsátás szorosan összefügg a népesség gyarapodásával, mivel több embernek több élelmiszer, lakás, energia kell. A szén-dioxid kibocsátás a fő oka a földi klíma változásnak: a tenger áramlatok változásának, a sarki jég olvadásának, a légköri hőmérséklet emelkedésnek, a csapadék eloszlás változásnak. A klímaváltozás következményei sok területen megjelentek: emberek elvándorlása az élhetetlen térségekből, az élelmiszer termelés átrendeződött, az emberek egészségi állapotában új betegségek jelentek meg. 2026-ig ezek a változások nem okoztak súlyos gondokat hazánkban, 2026. év hozta meg a nem várt klíma károkat.

Az egyre gyakoribb és intenzív nyári hőhullámok következményei hazánkban is jelentkeztek. A magyar mezőgazdaság eddig biztonsággal tudta élelmiszerrel ellátni a lakosságot, és az élelmiszer exportunk is több millió ember ellátását biztosította. Az idei nyári hőhullámok együtt jártak a csapadék hiánnyal, így a gabona termésünk lecsökkent, a kukorica termés pedig gyakorlatilag eltűnik. A gabona és kukorica hiány a termény árak emelkedését okozza, ami előbb-utóbb megjelenik a hús árakban is.

A csapadék hiány eddig nem tapasztalt mértékű, és minden embert érintő villamos energia ellátási gondokat is hozott. A kánikula és a csapadékhiány a folyóink vízszintjét rohamosan és jelentősen csökkentette. A Duna vízállása eddig még nem tapasztalt mértékben csökkent.

A paksi atomerőművünk 2025-ben 16 098 GWh villamos energiát termelt, a bruttó hazai áramtermelés 41 %-át. Mivel a Duna adja az erőmű hűtővizét, a Duna vízhiánya a paksi erőmű több egységének lekapcsolását tette szükségessé. Augusztus elején fennállt annak a veszélye is, hogy le kell állítani a paksi erőművet.

A villamos rendszer egyik alapvető sajátossága, hogy a megtermelt és az elfogyasztott villamos energiának minden percben egyensúlyban kell lenni. Az egyensúly biztosításának egyik fontos eleme a villamos energia tárolása. Hazánkban a villamos tároló kapacitás még nem tud érdemben segíteni az egyensúlytalanságok esetén, ezért a villamos termelés és felhasználás állandó ellenőrzése és vezénylése adhat ellátási biztonságot. Bevezették a negyedórás vezénylést a villamos rendszerben, az áram szolgáltatás biztonsági jellemzőinek betarthatósága érdekében. Hazánk jelentős eredményeket ért el a napenergia hasznosításban.

A napelemek telepítése a háztartások, vállalkozások és közintézmények részéről is kiemelkedő volt. Már a napelem program indulásakor vélni lehetett, hogy a hazai villamos energia rendszer több száz (ezer) megawatt napelem teljesítményt nem tud fogadni. 2026. május 1.-én 8607 MW napelem működött, amikor a villamos rendszerterhelés maximuma 6...7 ezer MW általában. A naperőművek a felhőtlen nappalokon néhány órában meg tudják termelni az ország teljes áram szükségletét is. Ugyanakkor a háztartások villamos energia igénye a késő délutáni órákban nő meg, a háztartási munkák villamos gépei használata miatt. Ebben az időszakban a napelemek már alig termelnek, gyors indítású erőművekkel kell megtermeltetni az egyensúlyhoz szükséges energiát, vagy áram importot kell igénybe venni. Ezek a gyors indítású erőművek általában földgáz tüzelésűek, amivel együtt jár a légkör szén-dioxid szennyezése is. A júliusi, augusztusi hőhullámok idején a kormány kérte a villamos fogyasztás csökkentését minden felhasználótól, de legalábbis a délutáni-esti áram felhasználás elkerülését. Sok vállalkozás, intézmény lépett a takarékosabb és átütemezett villamos felhasználás érdekében.

A kormány kilátásba helyezte a villamos energia árak szabályozásának módosítását. Ennek fő eleme lesz, hogy a napot három ciklusra osztják: nappali 6...17 óra között, csúcsidőszaki 17...22 óra között, völgyidőszaki 22...06 óra között. Az időciklusokhoz különböző áram árak is fognak tartozni. Ezek az áram árak hasonlóak lesznek a villamos energia nemzetközi tőzsdéin kialakuló árakkal. A budapesti HUPX villamos tőzsdén jelentős forgalom van minden nap. A jellemző ügyletek a következő nap negyedóráira vonatkoznak. Ezen a tőzsdén is a kereskedés az Európai Unió egységes szabályai szerint folyik. A budapesti HUPX tőzsdén 2026. augusztus hónapban 130 tőzsdetag üzletelt. A tőzsde napi forgalma általában megközelíti a felhasználást. Bemutatjuk a HUPX tőzsde másnapra vonatkozó főbb kötéseit, a tényleges villamos felhasználást (rendszerterhelést) és az óránkénti tőzsdei árak alakulását 2026. augusztus 7.-én, pénteken (munkanap), amikor hőség és napos idő volt:

óra	HUPX kötés (MW)	HUPX ár (€/MWh)	Rendszerterhelés (MW)
12	4224	80,52	5589
13	4311	98,21	5584
14	4378	106,73	5326
15	4704	121	5494
16	5152	173,41	5686



Szilágyi Zsombor
okl. gázmérnök, c. egyetemi docens

17	5474	193,4	5967
18	5678	219,64	6039
19	5668	212,77	6053
20	5614	229,87	6030
21	5479	250,01	5851

Javasoljuk minden vállalkozásnak, intézménynek, hogy ismerkedjen meg a villamos tőzsde működésével, mert a tőzsdei áram beszerzés a legtöbb esetben kedvezőbb, mint a hagyományos villamos kereskedőtől.

A villamos energia ellátás rendszerének módosítása várhatóan arra fog ösztönözni az időszaki áram árakon keresztül, hogy minden felhasználó törekedjen a fogyasztást átütemezni a nappali és a völgyidőszaki ciklusokra.

A villamos energia külkereskedelmünk aktív. Nagyfeszültségű vezeték kapcsolatunk van minden szomszédos országgal, és aktív kereskedés folyik, a napon belüli változó teljesítménnyel. Jelenleg a csúcsidőszaki áram importunk a legdrágább, és a nappali (napelemek termelésének köszönhető) feleslegünk exportja a legolcsóbb. A villamos külkereskedelmünk mennyiségét mutatjuk be 2026. augusztus 7.-én, a nap két időszakában:

	2026. 08. 07. 12:15		2026. 08. 07. 19:00	
	Export (MW)	Import (MW)	Export (MW)	Import (MW)
Ukrajna	39			222
Románia	68		22	
Szerbia	363			82
Horvátország	790		59	
Szlovénia	167			96
Ausztria		1077		884
Szlovákia		1315		2228

A nap- és a szélenergia használat markáns előretörése már megjelent a világ legtöbb országában. A két energiahordozó szezonalitása azonban minden országban gondokat okoz, az energia termelés és a felhasználás eltérő időciklusai miatt. Nálunk ez a két energiahordozó terjesztése a villamos hálózataink kapacitása és rendszere miatt fékezésre szorult, a felhasználók határozott beruházási törekvései ellenére. Az ipari teljesítményű szélgenerátorok telepítésének lehetetlen szabályait 2023-ban állították vissza a teljesíthető szintre, el is indult új, ipari teljesítményű szélgenerátorok telepítése.

A napenergia hasznosításban éppen fordított a helyzet, az elmúlt évig a napelem telepítés a lakosságnak is és a vállalkozásoknak is hamar megtérülő beruházást jelentett. Újra kellett szabályozni a lakossági napelem telepítést, ez a szabályozás féket jelent az eddigi sikeres programban. A szabályozási törekvés most az, hogy a napelemes háztartás lehetőleg önellátó legyen villamos energiával, tehát legyen villamos tárolója, akkumulátor telepe.

Kapitány István gazdasági és energetikai miniszter 2026. júniusban a hazai villamos energia rendszer átalakításáról vázolt programot:

- megnyílt a másfél milliárd eurós villamos hálózatfejlesztési program
- 2030-ig 4 GW teljesítményű szélerőmű építésre írtak ki pályázatot, ebből 2026-ban 700 MW új erőmű építése indulhat el
- 5000 MW új, többségében megújuló erőművi kapacitás épül ki
- felgyorsul az okosmérők telepítése a háztartások fogyasztásának pontosabb követésére és a fogyasztás időzítésének átalakítására

Az okosmérő egy olyan adatvezérelt energiarendszer alapját teremti meg, amelyben a termelés, a fogyasztás és a hálózatüzemeltetés lényegesen jobban összehangolható lesz. Ennek a szabályozásnak a bevezetése most napirendre kerülhet.

2027-től új korszak kezdődik a hőmennyiségmérésben

Az energiahatékonyság ma már nem csupán környezetvédelmi kérdés, hanem gazdasági szempontból is egyre fontosabb tényező az épületüzemeltetésben. Az Európai Unió és a hazai jogalkotók célja, hogy a fogyasztók pontosabb képet kapjanak energiafelhasználásukról, ezáltal tudatosabban gazdálkodjanak a felhasznált energiával. Ennek egyik legfontosabb lépéseként 2027. január 1-jétől a központi fűtésű és távhővel ellátott épületekben alkalmazott hőmennyiségmérőknek és költségmegosztóknak távleolvasásra alkalmasnak kell lenniük. Az előírás az Európai Unió Energiahatékonysági Irányelvéből (EED) ered, amelynek célja az energiafogyasztás csökkentése és a fogyasztói információk elérhetőségének javítása.

A szabályozás hátterében az a felismerés áll, hogy a fogyasztók akkor tudnak valóban energiát megtakarítani, ha rendszeresen és pontosan láthatják saját fogyasztási adataikat. A korábbi gyakorlat sok esetben manuális leolvasásra, becslésekre vagy éves egyszeri elszámolásra épült, ami nem adott valós visszajelzést az energiafelhasználásról. A távleolvasásra képes mérők ezzel szemben automatikusan továbbítják az adatokat, így a szolgáltatók és az épületüzemeltetők naprakész információkkal rendelkeznek, a felhasználók pedig átláthatóbb és igazságosabb elszámolásban részesülhetnek.

A 2027-es határidő nemcsak az újonnan telepített berendezésekre vonatkozik. Azokban az épületekben is meg kell történnie az átállásnak, ahol jelenleg még hagyományos, nem távleolvasható hőmennyiségmérők üzemelnek. A meglévő eszközöket vagy cserélni, vagy megfelelő kommunikációs modullal utólag felszerelni szükséges, amennyiben ez műszakilag megvalósítható és gazdaságosan kivitelezhető. Magyarországon a követelményeket többek között a 676/2023. (XII. 29.) és a 677/2023. (XII. 29.) kormányrendeletek ültetik át a gyakorlatba.

Az új rendszer jelentős előnyöket kínál mind a lakóközösségek, mind az üzemeltetők számára. Megszűnik a helyszíni leolvasások szervezésének nehézsége, csökkennek az adminisztratív költségek, valamint minimálisra szoríthatók a leolvasási hibákból eredő eltérések. A rendszer emellett lehetőséget ad a fogyasztási szokások elemzésére, az indokolatlan energiafelhasználás felderítésére és a korszerűsítési döntések megalapozására is. A tapasztalatok azt mutatják, hogy ahol a felhasználók rendszeres információt kapnak energiafogyasztásukról, ott kimutatható megtakarítás érhető el.

A változás különösen aktuálissá teszi a korszerű, digitális kommunikációra képes hőmennyiségmérők alkalmazását. Az épületautomatizálási és HVAC-piac egyik meghatározó szereplője, a Belimo olyan megoldásokat kínál, amelyek már ma is megfelelnek a jövő követelményeinek. A Belimo Thermal Energy Meter (TEM) termékcsalád nemcsak hitelesített energiamérést biztosít, hanem a modern épületfelügyeleti rendszerek részévé is válhat.



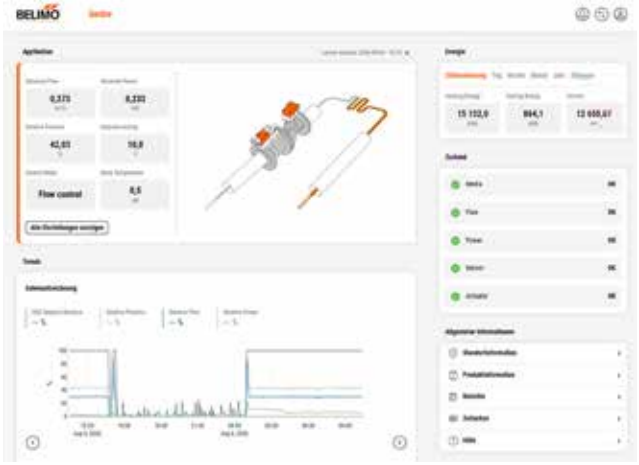
1. kép Belimo MID hiteles hőmennyiségmérő

A Belimo hőmennyiségmérőinek egyik legfontosabb előnye a MID-hitelesítés és az EN 1434 szabványnak való megfelelőség. Ez garantálja, hogy a mérési adatok elszámolási célokra is felhasználhatók, vagyis a rendszer nem csupán műszaki monitorozási eszköz, hanem hivatalos költségelosztás alapját is képezheti. A magas mérési pontosság különösen fontos olyan épületekben, ahol több bérlő, üzlethelyiség vagy lakás között kell a fűtési és hűtési költségeket korrekt módon szétosztani.

A Belimo hőmennyiségmérőinek további kiemelkedő előnye az IoT-alapú adatkezelés és a felhőintegráció támogatása. A TEM mérők egyszerűen integrálhatók épületfelügyeleti rendszerekbe, lehetővé téve a fogyasztási adatok távoli elérését, elemzését és az automatizált költségelszámolást. A Belimo Cloud alapú Webserver platformon keresztül az üzemeltetők valós időben követhetik az energiafelhasználást akár több épület esetében is, miközben a rendszer által generált negyedéves riportok támogatják az energiaoptimalizálást, a fogyasztási trendek elemzését és a működési anomáliák azonosítását.

Ez nemcsak a 2027-től kötelező távleolvasási követelmények teljesítését segíti elő, hanem hosszú távon az üzemeltetési költségek csökkentéséhez és az energiahatékonyság növeléséhez is hozzájárul.

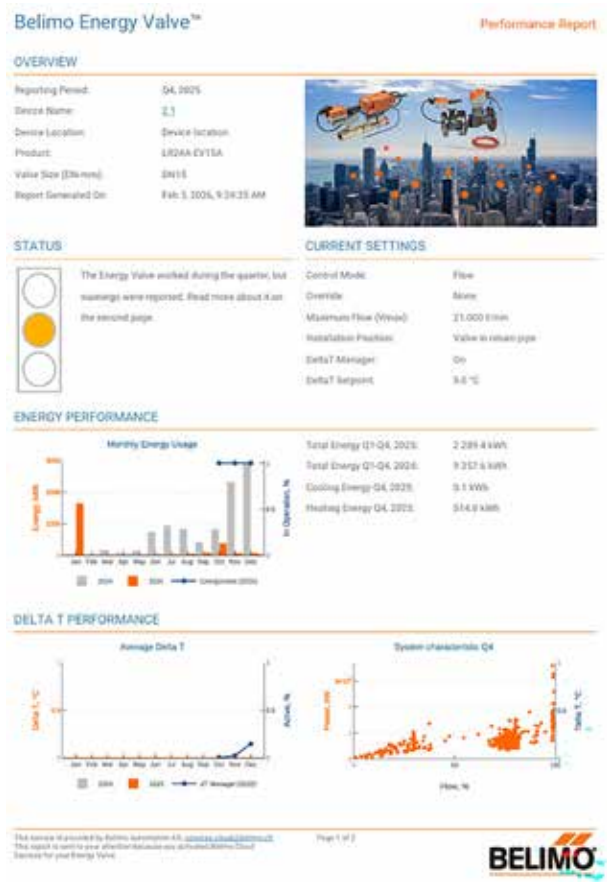
Külön említést érdemel a Belimo által alkalmazott glikolfelügyeleti technológia. Számos fűtési és hűtési rendszerben a közeg nem tiszta víz, hanem különböző koncentrációjú glikolos keverék.Ezek a közegek befolyásolhatják az energiamérés pontosságát. A Belimo fejlesztései képesek a glikol jelenlétének figyelésére, illetve bizonyos változatok esetében automatikus kompenzációra is, ami nagyobb mérési pontosságot és megbízhatóbb elszámolást eredményez.



2. kép Távleolvasás, adatelemzés és konfigurálás a webszerveres felületen keresztül

A vállalat Energy Valve™ megoldása tovább bővíti a lehetőségeket. Ez az intelligens eszköz a hőmennyiségmérést, az energiafelügyeletet, a térfogatáram-szabályozást és a Delta-T felügyeletet egyetlen rendszerben egyesíti. Az integrált megközelítés nemcsak a mérés pontosságát javítja, hanem hozzájárul a teljes HVAC-rendszer hatékonyabb működéséhez és az energiafelhasználás optimalizálásához is.

A 2027-es határidő közeledtével az épületüzemeltetőknek, beruházóknak és társasházaknak érdemes időben megkezdeniük a felkészülést. Az átállás nem kizárólag jogszabályi megfelelési kérdés, hanem lehetőség is arra, hogy az épületek energiafelhasználása átláthatóbbá, hatékonyabbá és fenntarthatóbbá váljon. A korszerű, távleolvasásra alkalmas hőmennyiségmérők alkalmazásával pontosabb elszámolás, könnyebb üzemeltetés és hosszú távon alacsonyabb energiafelhasználás érhető el. Ebben a folyamatban a Belimo innovatív mérési megoldásai olyan technológiai hátteret biztosítanak, amely egyszerre támogatja a jogszabályi megfelelést és a modern, adatvezérelt épületüzemeltetést.



3. kép Az automatikus riportok elemzést biztosítanak a rendszer energiahatékonysági állapotáról, illetve javaslatot adnak az energiahatékonyság optimalizálásra is.



Bambergben ülök egy hatalmas málnás fagyi előtt, és csak bámulok magam elé

Dr. Léderer András János

Azon gondolkodom, hogyan lehetne elmesélni mindazt, amit az elmúlt két napban láttam. Hogyan lehetne szavakkal visszaadni azt az élményt, amit igazán talán csak az érthet meg, aki évtizedek óta hőszivattyúkkal, épületgépészettel és műszaki fejlesztéssel foglalkozik. Megpróbálom.

Két napos szakmai „fejtágításra” hívtak meg az AlphainnoTec német hőszivattyúgyár szakemberei. A helyszín azonban meglepett: nem a gyár, nem egy konferenciaterem, hanem a Kintopp mozi Hollfeldben. Nem értettem, miért éppen egy moziterem. De 24 éve ismerem őket. Tudtam, hogy ha valamit kitaláltak, annak oka van. Így hát nem kérdeztem semmit, csak mentem.

A moziteremben 16 ország 16 AlphainnoTec-képviselője foglalt helyet. Kiváló mérnökök és szakemberek Európa különböző részeiről – és közöttünk egyetlen hölgy, Lengyelországból. Aztán felment a függöny. És elkezdődött valami, ami engem Steve Jobs legendás Apple-bemutatóira emlékeztetett. A színpadon megjelent a jövő. A jövő hőszivattyúi. A teremben szinte síri csend lett. Két órán keresztül hallgattuk az előadást, és azt hiszem, nem túlzás azt mondani: egyik ámulatból estünk a másikba.

Közel 30 vadonatúj, csúcstechnológiájú hőszivattyút mutattak be. Az új generáció berendezései már akár 70–80 °C-os melegvíz előállítására is képesek, miközben nyáron hűtési feladatokat is ellátnak. Bemutatták az új vezérlőrendszert is, amely már nem pusztán a hőszivattyút irányítja: képes az egész energetikai rendszer összehangolására, beleértve a hőszivatytyúhoz kapcsolódó napelemes rendszert is. Az előadás véget ért. Néhány másodpercig senki nem szólalt meg. Aztán kitört a taps. Nem udvariassági taps volt. Hosszú percekig tartott. Tizenhat ország tapasztalt szakemberei álltak ott és tapsoltak annak, amit láttak. Én pedig közben csak arra gondoltam: milyen szerencsés vagyok, hogy 24 évvel ezelőtt sikerült bekerülnöm ebbe a csapatba. Nem volt könnyű. Már akkor is rendkívül erős, válogatott mérnökcsapat dolgozott az AlphainnoTecnél. Amikor először jártam náluk, még gyakorlatilag egyetlen épületben működött minden: fejlesztés, gyártás, szerviz és oktatás. De ami most következett, arra nem számítottam.

Az előadás után szendvicsekkel és üdítővel vártak bennünket. A különböző országok képviselői egymással beszélgetve ugyanazt ismételgették, ki-ki a saját nyelvén:

„Hihetetlen.”

„Fantasztikus.”

„Ilyet még nem láttam.”

Ekkor odalépett hozzám Volker, a német vezető:

– András, meg akarod nézni a gyárat?

– Volker, legalább tízszer jártam már ott. Mit fogok most újat látni?- kérdeztem

Csak mosolygott.

– Majd meglátod.

Elindultunk Kasendorf felé.

Már a hegyoldalból feltűnt valami.

A gyár mintha megsokszorozódott volna. Közel háromszor akkorának látszott, mint amikor legutóbb ott jártam.

– Megvettük a körülöttünk lévő gyárakat – mondta Volker büszkén. És akkor kezdődött az igazi meglepetés.

Kis csoportokban vezettek végig bennünket. Velem együtt az észt, az angol, norvég, svéd és a bolgár AlphainnoTec-képviselő volt. Már az első teremben megálltam. Körülbelül 100 méter hosszú, 20 méter széles és 12 méter magas csarnok. A polcokon egymás fölött hőszivattyúk tucatjai működtek. Becslésem szerint legalább ötven. És szinte semmit nem lehetett hallani. Mindegyik berendezés tele volt műszerekkel és érzékelőkkel. Egy központi számítógépes rendszer folyamatosan rögzítette működésük minden fontos paraméterét.

A következő teremben másfajta kínzás zajlott. Közel húsz hőszivattyút kapcsoltak folyamatosan ki és be. Újra és újra. Azt vizsgálták, hány tízezer kapcsolási ciklust képesek teljesíteni, hol jelentkezik először kopás, fáradás vagy meghibásodás. Egyik laborból mentünk a másikba. És azt hittem, ennél már nem lehet érdekesebb. Lehetett.

Ez számomra különösen izgalmas volt. Képzeljenek el egy körülbelül 100 négyzetméteres speciális mérőhelyiséget. Középen áll a vizsgált hőszivattyú. Körülötte, alul, felül és minden irányban mikrofonok sokasága – közel hatvan mérési pont –, valamint rezgésmérő berendezések. Itt nem egyszerűen azt vizsgálják, hogy „hangos-e” a hőszivattyú. Azt keresik, pontosan melyik alkatrész milyen zajt és rezgést kelt. Ventilátor. Kompresszor. Szivattyú. Motor. Csapágy. Burkolat. Mindennek megvan a saját hangja. A cél pedig az, hogy a készülék csak akkor kerüljön tovább, ha a zaj- és rezgésviselkedése megfelel a rendkívül szigorú követelményeknek. Ekkor kezdtem igazán megérteni, hogyan születhetnek meg azok a hőszivattyúk, amelyeket a gyakorlatban is rendkívül halknak ismerünk.

Ezután következett maga a gyártás. A csarnok méretét nehéz érzékeltetni. Budapesti hasonlattal élve: az embernek olyan érzése van, mintha egy egész Széll Kálmán térnyi gyárban sétálna. És a tisztaság… Szinte enni lehetne a padlóról. Egymás mellett futnak a gyártósorok. Robotok dolgoznak, emelnek, fordulnak, szerelnek, ellenőriznek. A gyártósorok végén pedig ott vannak a tesztállomások. Minden elkészült berendezést részletes ellenőrzésnek vetnek alá. Ha



Dr. Léderer András János
egyetemi docens, épületgépész, energetikai, zaj és rezgés igazságügyi szakértő

pedig valamilyen paraméter akár csak gyanús eltérést mutat, a készülék nem mehet tovább: irány a nagy tesztlabor. Mellettem Arne Ytre, a norvég mérnök ugyanolyan elképedve nézte a gyártást, mint én. Megkérdeztem:

– Arne, mit szólsz ehhez?

Körülnézett, majd azt mondta:

– Szerintem lassan a BMW és a Mercedes gyártósorai is elbújhatnak amellett, amit itt látok. Aztán megkérdeztem tőle:

– Hány hőszivattyút adtok el egy évben?

– Nagyságrendileg háromezer darabot. És ti?

Nagyot sóhajtottam, legszívesebben valahova elbújtam volna.

– Én már annak is örülök, ha ötvenet.

-A holland képviselő később ötezres nagyságrendről beszélt.

-Persze Hollandia egészen más piac: a hőszivattyúk terjedését az energiapolitika, az infrastruktúra és az állami ösztönzők is erősen segítik.

„Semmit a kéznek!”

A gyárban egyszer csak megláttam egy ventilátor járókerekét. Nem bírtam ki. Megpöcköltem.

– András! Semmit a kéznek, csak a szemnek! – szólt rám nevetve Volker.

De nem bírtam ki, hogy meg ne pöcköljek egy AlphainnoTec hőszivattyúba szerelt ventilátort. Évtizedek óta foglalkozom gépekkel, és tudom, hogy egy forgó alkatrész anyaga, merevsége, kiegyensúlyozottsága és kialakítása mennyit számít. Ez a járókerék különleges, nagy értékű anyagból készült, speciálisan kicsipkézett lapátszélekkel. Megpöcköltem. Szinte semmi rezonancia. Semmi csengés. És ekkor megint eszembe jutott a zajlabor. A halk hőszivattyú ugyanis nem attól lesz halk, hogy ráírják a prospektusára. A halk működés több száz apró mérnöki döntés eredménye. Anyagválasztás. Kiegyensúlyozás. Rezgéscsillapítás. Konstrukció. Mérés. Tesztelés. Újratervezés. És megint tesztelés.

Ahogy jártam a gyárat, folyamatosan arra gondoltam, honnan indult ez az egész. Az első AlphainnoTec hőszivattyúkat több mint húsz éve telepítettük Magyarországon. Ma is mind hibátlanul működik. Számomra ennél jobb bizonyíték kevés van. Nem egy prospektust nézek.

Nem egy kiállításon látok egy szépen lefotózott készüléket.

Évtizedek működési tapasztalatát látom.

És most, 24 évvel azután, hogy bekerültem ebbe a csapatba, ott álltam egy hatalmas gyárban, ahol szinte kizárólag egyetlen dologgal foglalkoznak: hőszivattyúval. Fejlesztik, tesztelik, gyártják, mérik, tökéletesítik, újra tesztelik. És mindezt újra meg újra.

Most pedig itt ülök Bambergben…

…előttem egy hatalmas málnás fagyi. És azon gondolkodom, hogyan tudnám mindenkinek megmutatni azt, amit láttam. Legszívesebben még órákig ott maradtam volna a laborokban. Mindent lefényképeztem volna. Minden mérőállomást, minden tesztberendezést, minden gyártási részletet. Mert amikor valaki megkérdezi tőlem:

„András, miért kerül többe egy AlphainnoTec hőszivattyú?”

akkor most már legszívesebben nem is válaszolnék. Csak elhoznám ide. Megmutatnám neki a laborokat. A több tízezer kapcsolási ciklust. A közel hatvan mikrofonos zajmérést. A tesztállomásokat. A robotizált gyártást. A mérnököket. A több évtizedes fejlesztési tapasztalatot. És utána csak ennyit kérdeznék:

– Most már érted?

Én 24 év után azt hittem, értem. Most jöttem rá, hogy még engem is meg tudnak lepni. A fagyi közben lassan elolvad előttem. Én pedig még mindig a gyárban járok gondolatban.



Jubileumhoz érkezett a szakma őszi csúcsrendezvénye: Indul a X. Épületgépész Tervezői Konferencia

Idén tizedik alkalommal rendezi meg a Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti Tagozata és a Budapesti és Pest Vármegyei Mérnöki Kamara (BPMK) az Épületgépész Tervezői Konferenciát, amely a tervezői szakterületen dolgozók egyik legfontosabb szakmai továbbképzése.

A 2026-os rendezvény szakmai fókuszában a megújuló energiát hasznosító épületgépészeti rendszerek bemutatása, valamint az üzemeltetési tapasztalatok részletes elemzése áll, külön kiemelve az innovatív tervezői gondolkodás nélkülözhetetlenségét. A programszervezők idén kiemelt figyelmet fordítottak arra, hogy az intenzív előadások mellett bőséges idő jusson a kötetlen kapcsolatépítésre is. A rendezvény így kiváló platformot biztosít a tervezők, gyártók, forgalmazók, valamint a kivitelező és üzemeltető vállalkozások számára a szakmai konzultációkra. Az esemény látogatása a kiállító cégek és a BPMK támogatásának köszönhetően ingyenes, ráadásul a szervezők egész napos catering ellátást biztosítanak ebéddel, és minden résztvevőt megajándékoznak egy 8GB kapacitású pendrive karkötővel. A BPMK a konferenciát az Épületgépészeti Tagozathoz tartozó összes jogosultság esetében hivatalos, 2026-os kötelező szakmai továbbképzésként ismeri el. Jelentős könnyítés, hogy korlátozott számban azok a kamarai tagok is térítésmentesen vehetnek részt a programon, akik az idei évre előírt kötelező továbbképzésüket már korábban teljesítették.

A rendezvény legfontosabb paraméterei

Időpont: 2026. szeptember 25., péntek (9:00–15:30)
Helyszín: Lurdy Konferencia- és Rendezvényközpont, 1097 Budapest, Könyves Kálmán krt. 12-14., 3-as és 4-es előadóterem
Főtámogató: VIEGA
Regisztráció: a látogatóknak kötelező a www.bpmk.hu weboldalon.
Kapcsolat: Keresztes Anita (keresztes.anita@bpmk.hu)

A konferencia részletes programja

9:00–9:30 Bevezető, köszöntések (Gyurkovics Zoltán, az MMK Épületgépészeti Tagozatának elnöke, Szőllőssy Gábor, a BPMK elnöke, Wagner Ernő, az MMK elnöke, Gombos Márk, helyettes államtitkár, KBM). Levezető elnök: Csohány Kálmán, az ÉGT Szakértői Testület elnöke.

I. blokk: 10 éves lett a Konferenciánk! A pályaorientáció, a szakmai együttműködések jelentősége

9:30–9:45 Kapcsolatépítésben előttem az utódom – „*A múltat tiszteld, s a jelent vele kösd a jövőhöz!*” (Vörösmarty M.) (Dr. Chappon Miklós, ügyvezető, Kamleithner Budapest Kft., igazgató, Épületgépészeti Múzeum)

9:45–10:00 A hivatásrend felelőssége! Az épületgépész szakmai képviseletek érdekvédelmi feladata, az együttműködés fontossága a változó társadalmi és gazdasági környezetben (Nagy Gyula, elnök, Magyar Épületgépészeti Egyeztető Fórum)

10:00–10:30 Értsünk szót - Tervezők és Közműüzemeltetők kapcsolatának javítása (Marián Gábor, elnök, Somogy Vármegyei Mérnöki Kamara Építési szakcsoport)

10:30–11:15 Kávészünet, találkozás az ipari partnereinkkel

II. blokk: Eszközök, példák az energiahatékonysági célok megvalósításában

11:15–12:00 Az épületállomány energetikai állapota és a korszerűsítés lehetőségei, az energetikai tanúsítványok ellenőrzésének tapasztalatai (Dr. Csoknyai Tamás, tanszékvezető, BME ÉpGet Tanszék és Benkő László, elnökségi tag, MMK ÉGT)

12:00–12:35 BIM használata a korszerű épületüzemeltetésben (Rónai András, az MMK BIM szakosztály vezetője és Tuczai Péter, Üzemeltetési BIM szakértő)

12:35–12:55 Napenergia iparági helyzetkép (Varga Pál, gépészmérnök, létesítményenergetikai szakmérnök, Magyar Napenergia Társaság Napkollektor Szakcsoportjának vezetője)

12:55–13:20 Modern koncepciók és termékek kombinációja az épületek energiahatékony üzemeltetéséhez (Nagy Zoltán, VIEGA Kft.)

13:20–14:00 Ebédszünet, szakmai konzultációk a kiállításon

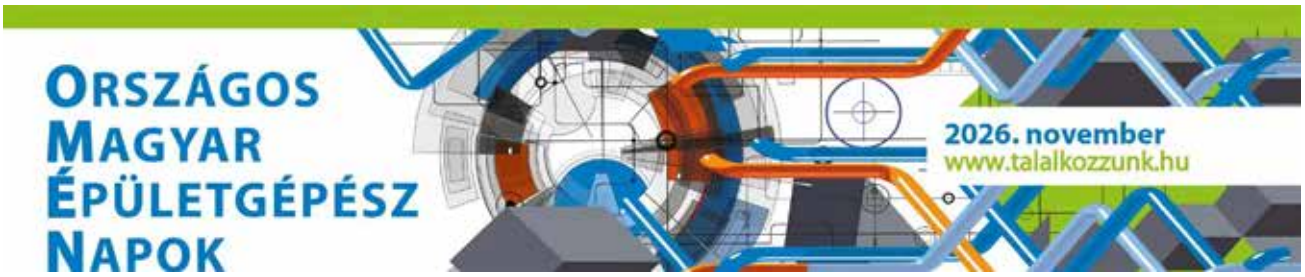
III. blokk: Tanuljunk egymástól!
PROJEKTBEMUTATÓK

14:00–14:25 Általános iskola infrastrukturális megújítása, sportcsarnok, uszoda BIM tervezése (Virág Zsolt, épületgépész mérnök, Duoplan Kft.)

14:25–14:45 Mérünk értünk beavatkozunk, avagy a digitalizáció épületautomatizálási szemmel (Opitzer Gábor, ügyvezető, SB-Controls Kft.)

14:45–15:10 Lehetőségek határán - A Corvinus Green Campus Gellért felújításának mérnöki kihívásai (Bártfai Gábor, ANG Engineering Kft.)

Készüljünk együtt az OMÉN 2026-ra: November idén is az épületgépészet hónapja!



Az év vége közeledtével a hazai épületgépész szakma ismét az év egyik legfontosabb eseménysorozatára, az Országos Magyar Épületgépész Napokra (OMÉN) fókuszál. A novemberi időszak hagyományosan a szakmánkról szól, a sikeres megvalósításhoz azonban a teljes közösség összefogására és aktív részvételére szükség van.

A Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti Tagozata, a különféle társadalmi és szakmai szervezetek, valamint a gyártó- és márkaképviseletek már hónapok óta dolgoznak a 2026-os rendezvénysorozat előkészítésén. A siker gerincét azonban a területi kamarákban működő szakcsoportok, valamint a területi képviselők együttműködése és szerepvállalása adja. A Szervező Bizottság arra buzdít mindenkit, hogy novemberben – és az azt megelőző vagy követő hetekben – önállóan vagy szakmai partnerekkel közösen szervezzenek minél több találkozót: szakmai napokat, sporteseményeket és évzáró klubnapokat. Az eseménysorozatot a hazai felsőoktatás is kiemelten kezeli: a budapesti, debreceni és pécsi képzőhelyek az időszakhoz igazítva szerveznek szakmai fórumokat, valamint az MMK szakmagyakorlói számára kötelező továbbképzésként is elismert előadásokat és találkozókat.

Egy központi felület minden információnak

Annak érdekében, hogy az érdeklődők minden lehetőségről értesüljenek, elengedhetetlen a pontos tájékoztatás. A szervezők arra kérik a kollégákat, hogy a helyi eseményekről minden esetben küldjenek információt, hogy azok rögzítésre kerülhessenek a központi, www.talalkozzunk.hu weboldalon. Ezt a platformot érdemes folyamatosan figyelemmel kísérni, hiszen itt gyűlik össze az OMÉN-2026 összes fontos és aktuális híre. Fókuszban a szakma kiválóságai és a vidék felzárkózása

Ugyanezen a weboldalon követhetők nyomon az „Év Épületgépész Emberei Pályázat” felhívásai is. Az elismerésekről az előzetes jelöléseket követően a szakma képviselőinek szavazatai döntenek. Kivételt képez ez alól az „Év Épületgépész Tervezője Díj”, amely a Tervezői Pályázat eredményeként dől el – ennek felhívása hamarosan szintén olvasható lesz a honlapon.

Bár az elmúlt években már az ország számos pontjáról érkeztek pályázatok, még mindig érezhető volt némi „fővárosi dominancia”.

A szervezők célja, hogy 2026-ban tovább folytatódjon a vidék felzárkózása, ehhez azonban a kollégák proaktivitására is szükség van. A felhívás egyértelmű: a siker alapfeltétele a megjelenés! Mindenkit arra bátorítanak, hogy jelentkezzen saját tervezési munkáival, vagy ösztönözze a környezetében lévő, elismert tervező kollégákat a pályázati anyagok beadására.

Megújuló elismerések és a zárógála

A díjakat a szakmai szervezetek és az MMK Épületgépészeti Tagozata által az alapító okiratokban meghatározott, szigorú feltételrendszer alapján ítélik oda és adják át. A struktúra folyamatosan finomodik: az új díjak alapításánál törekvés, hogy azok egy-egy korábbi elismerést váltsanak ki. Így kerül például az „Év oktatója” cím az elismerés kategóriából a magasabb presztízsű díj kategóriába. Az ünnepélyes átadókat szigorú protokoll és időkorlátozás mellett tartják, arányosan elosztva a Díjátadó Gála és az Épületgépész Bál programja között. Az OMÉN-2026 ünnepélyes zárórendezvényére idén egy szombati napon, 2026. november 28-án kerül sor a Hotel Duna Intercontinentalban.

Gyurkovics Zoltán, az MMK Épületgépészeti Tagozatának elnöke és az OMÉN Szervező Bizottságának társelnöke zárásként kiemelte: a felmerülő kérdésekkel kapcsolatban a kollégák nyugodtan és bizalommal fordulhatnak a szervezőkhöz.

Keresik a legkiválóbb mérnöki megoldásokat: Indul a Tervezői Pályázat az OMÉN-2026 keretében

Az Országos Magyar Épületgépész Napok Koordinációs Bizottsága (OMÉN-KB) idén is nyilvános, általános eljárású tervpályázatot hirdet az épületgépész tervezők számára. A cél nem kevesebb, mint felkutatni az elmúlt öt év leginnovatívabb és legmagasabb színvonalú épületgépészeti megoldásait, és megtalálni azt a tervezőt, aki mérnöki munkáját a leginkább a mai kor kihívásainak megfelelően alkotta meg.

A nyílt tervpályázat fókuszában a 2021 és 2026 között megkezdett vagy már megvalósult, műszaki innováció szempontjából kiemelkedő létesítmények épületgépészeti tervezése áll. A bírálók hangsúlyozzák: a tervezett létesítmény nagysága nem releváns. A zsűri elsősorban az igényes, hiánytalanul megtervezett mérnöki megoldásokat várja. Különösen érdekesek lehetnek például a műemlék épületek esetében alkalmazott koncepciók, ahol az építmény szigorú kötöttségei mellett kellett bravúros műszaki megoldásokat találni. A kezdeményezés elsődleges célja, hogy a szakma figyelemmel kísérhesse a közelmúltban megvalósult korszerű rendszereket és berendezéseket, egyúttal széles körben megismertesse és elismerje a kiemelkedő tervezői munkát.

Feltételek és egy új lehetőség: a jelölés intézménye

A pályaművekkel szemben támasztott alapvető elvárás, hogy a megtervezett rendszer korszerű megoldásokat tartalmazzon – legyen környezetkímélő, energiatakarékos, fenntartható, gazdaságosan üzemeltethető, és lehetőség szerint támaszkodjon megújuló energiára. További fontos feltétel, hogy a betervezett berendezések hazai minősítéssel rendelkezzenek. A megmérettetésen minden olyan magyar állampolgár részt vehet, aki a Magyar Mérnöki Kamaránál (MMK) nyilvántartott épületgépész tervezői jogosultsággal rendelkezik, azonban egy tervező csak egyetlen tervdokumentációval indulhat. A szervezők az elmúlt évek tapasztalatai alapján felismerték, hogy a mérnökökre jellemző túlzott szerénység miatt az „önkéntes” jelentkezési hajlandóság gyakran nem elégséges. Éppen ezért idén is él az a korábban megkezdett gyakorlat, miszerint a személyes pályázaton túl mások – tervezői szervezetek, szakmai partnerek, megrendelők vagy magánszemélyek – is tehetnek javaslatot, jelölést. A beérkezett jelölések alapján az OMÉN KB hivatalosan is felkéri a javasolt kollégát a pályázati anyag beadására.

A pályázati anyag összeállítása és benyújtása

A pályázóknak egy komplex, de fókuszált portfóliót kell benyújtaniuk. A dokumentációnak tartalmaznia kell: A tervezett épületgépészeti rendszer rövid, legfeljebb 4 A4-es oldalas leírását, amely külön kiemeli az újszerű vagy a megszokottól eltérő megoldásokat, kitérve a kivitelezés jelenlegi állapotára is.

A tervdokumentációból 1 példány műleírást és legfeljebb 5 darab, a lényegi információkat tartalmazó tervlapot. Egy maximum 1 oldalas pályázati indoklást arról, hogy a pályázó miért tartja a saját megoldását újszerűnek és kimagaslónak. Egy fényképes szakmai önéletrajzot a legfontosabb munkák felsorolásával. Az anyagot kizárólag digitálisan, PDF formátumban kell elküldeni a tagozatireferatura@mmk.hu e-mail címre, Zalay Virág nevére.

A benyújtási határidő: 2026. november 2. (hétfő), 24:00 óra.

Személyes prezentáció és értékelés

A beadott pályaművek puszta elküldése nem elegendő az értékeléshez: az elfogadás feltétele, hogy a pályázók a munkájukat kontakt (vagy indokolt esetben online) előadás formájában bemutassák az OMÉN-2026 rendezvény keretében. A prezentációkra 2026. november 24-én, 13:00 órától kerül sor a Budapesti és Pest Vármegyei Mérnöki Kamara (BPMK) székházának földszinti, Ovális tárgyalójában (1117 Budapest, Kaposvár utca 5.). Minden résztvevőnek legfeljebb 15 perc áll rendelkezésére, és a zsűri kifejezetten kéri, hogy az előadás a kiemelésre érdemes műszaki megoldásokra fókuszáljon. A prezentáció minősége maga is hangsúlyos értékelési szempont lesz. Az elbírálást egy magas presztízsű szakmai grémium végzi: a Bíráló Bizottság az MMK Épületgépészeti Tagozatának Szakértői Testületéből, a Tagozat elnökéből, annak megbízottjából (Tuczai Attilából, a pályázat állandó szervezőjéből), valamint a MÉGSZ, a MÉEF és a MÉgKSZ elnöksége által kijelölt egy-egy tagból áll. A bizottság a prezentációkat követően azonnal összeül, és a pályaművek számától függően várhatóan 15:00 és 17:00 óra között egyhangú szavazással hozza meg döntését.

Díjazás és eredményhirdetés

A második és harmadik helyezettek az oklevelüket közvetlenül a zsűrizés után, a helyszínen vehetik át. A pályázat abszolút győztese elnyeri az „Év Épületgépész Tervezője” elismerést. A nyertesek hivatalos kihirdetésére és a fődíj átadására az OMÉN-2026 ünnepélyes Díjátadó Gáláján kerül sor 2026. november 28-án. A pályaműveket az előadások során a szakmai közönség is megismerheti, emellett a későbbiekben lehetőség nyílik azok szakcikk formájában történő publikálására is. Az eredményeket és a nyertes pályázatokat az épületgépészeti kiadványokban és elektronikus felületeken is közzéteszik. A pályázati kiírást az épületgépész szakma összes meghatározó platformján (MMK, EgT, MÉgKSz, MÉGSZ, MÉEF honlapjai), a www.talalkozzunk.hu szervezői oldalon, valamint a Mérnökújságban és más szakmai folyóiratokban hirdetik meg. (Gyurkovics Zoltán, az MMK Épületgépészeti Tagozat és az OMÉN KB elnöke felhívása alapján.)

A feledés rétegei alatt: láthatóvá tenni a láthatatlant

Takács Zsuzsanna

Régi síremlékek kiméletes megőrzése műemléki szemlélettel

Vannak kövek, amelyek nem azért hallgatnak, mert már nincs mit mondaniuk. Csupán túl sok minden rakódott rájuk. Por, moha, növényzet, az idő sötét rétegei és lassan maga a feledés is. Ez az a pont, amikor nem egyszerűen régi, hanem lassan eltűnik. Nem feltétlenül dől össze látványosan: előbb a felirat halványul el, majd a nevet fedi el a közel két évszázad alatt lerakodott biológiai szennyeződés. Végül ott marad egy kő, amely mellett úgy lehet elmenni, hogy már senki sem tudja, mit őriz.

Egy épületgépész számára talán ismerős a gondolat: amit a felületen látunk, gyakran egy hosszú folyamat eredménye. A nedvesség, a hőmérséklet, az anyag szerkezete és a környezet egymásra hatása egy régi sírkő esetében éppoly meghatározó, mint egy épületnél.

Nem minden síremlék műemlék jogi értelemben, de anyaga, feliratai, sérülései történeti forrás. A cél ezért nem az újszerű állapot, hanem annyit visszaadni belőle, amennyi károsítás nélkül lehetséges. Az eredmény gyakran csak hetek vagy hónapok alatt válnak láthatóvá.

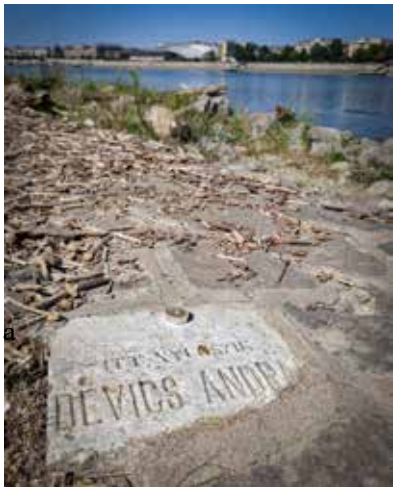
A váli temető egyik mészkőből készült síremléke 1852 óta ott áll a helyén, ugyanezen környezeti hatásoknak kitéve. A kezelés előtt felülete porlott, felirata pedig teljesen elveszett a rárakódott rétegek alatt. A feliratmezö ma is egy lövedék becsapodásának nyomát viseli, mintha egyszer a halált is megállította volna.



A kezelés első lépéseként a felületet kézi permetezővel előnedvesítettem, majd kissé szikkadhagytam. Ezt követően a műemléki kőfelületeken is alkalmazott, biológiailag lebomló készitményt vittem fel. Hatására a biológiai szennyeződés fokozatosan elhal, elszíneződik és fellazul, majd az időjárás hatására leválik. A sérülékeny felület még a puha kefével való tisztítást sem tette lehetővé, ezért az első beavatkozást várakozás követte. Három héttel később néhány betű, a Katalin keresztnév és egy halvány évszámtöredék rajzolódott ki. A biztos támpontot a temető más, azonos formájú és betűvésetű síremlékei adták.

A felirattöredékek és a párhuzamok együtt végül meghozták az eredményt: az anyakönyv lapjain előlépett a kő mögül az ember – Varga Katalin.

1780. december 17-én keresztelték meg Válon. 1810. november 25-én kötött házasságot Dudás Jánossal Martonvásáron. Házasságánál egyik ősöm, Bartik György állt tanúként; én pedig 2026-ban, 174 évvel a halála után álltam a sírjánál, hogy a nevét újra láthatóvá tegyem. Katalin 1852. december 22-én, 72 éves korában, özvegy váli lakosként halt meg tüdővészben. Sírköve idővel magára maradt.



Ugyanez a folyamat a temetők határain kívül folytatódott. A budai rakpart lábazatába beépített egyik sírkőtöredék Devics András nevét őrzi. A kő a felszámolt Németvölgyi temetőből kerülhetett mai helyére. Felületét közelmúltban kíméletesen megtisztítottam, így az „Itt nyugszik Devics András” felirat ismét határozottabban kirajzolódik.

A kő már nem sírt jelöl, hanem egy műszaki létesitmény része. Válon a síremlék a helyén maradt, Budapesten építőanyagként használták fel- mégis ugyanazt kellett visszahódítani a feledésből: a nevet.

Katalin síremléke nem tartozik a temető legdíszesebb emlékei közé, Devics Andráséból pedig mindössze egy partfalba épített töredék maradt. Egyikük sem volt híres ember. Megőrzésükkel mégis két valaha élt ember kapta vissza a nevét. Ahogy nincs két egyforma emberi sors, nincs két egyforma kő sem.

Így válik a tisztításból megőrzés, a megőrzésből kutatás, a kutatásból emlékezés.

Láthatóvá tenni a láthatatlant talán éppen ezt jelenti: nem eltüntetni az idő nyomait, hanem előhívni mögülük az embert, nevét, sorsát és történetét pedig visszaadni az emlékezetnek.



Takács Zsuzsanna
család- és helytörténeti kutató

Áldás és átok - a vízkő

„Üzenem a háznak, mely fölnevelt: a fundamentom Istentől való és Istentől való az akarat, mely újra építi a falakat. A víz szalad, a kő marad, a kő marad….” (Wass Albert-Üzenet haza)

Nem hinném, hogy Wass Albertünknek, költő-író óriásként szándékában lett volna épületgépészeti alapigazságokkal foglalkoznia, de itt rátalált a lényegre! Amíg ez nála, így megfogalmazva eseti volt, és pozitív, addig nálunk, a szakmánkban és laikusi körben egyaránt, rendszeres téma. Hol előnyeit, hol hátrányait próbáljuk elemezni, elkerülni, hasznosítani, néha felelőtlenül meg is feledkezve róla. De mi is az a vízkő? Hát mi más. vízben kevert, feloldott kő. Meg annak kivált, lerakódott formája.

A víz, mint ennek egyik eleme, mint a négy ősalkotó egyike, már mindenki által ismert, jó egészséggel fogyasztjuk is így, kővel, ásványi és szerves anyagokkal, néha még alkohollal is keverve, vegyítve. Jelezném, hogy nemrégiben megjelent egy mutánsa az Egyesült államokban, a dihidrogén-monoxid (DHMO), veszélyesége még elemzés alatt.

„*A dihidrogén-monoxid színtelen, szagtalan, ízteln és minden évben számtalan embert gyilkol meg. Ezen halálozások legtöbbjének oka a DHMO véletlen belélegzése, de a dihidrogén-monoxid veszélyei nem ezzel végződnek. Szilárd formájával hosszabb ideig való érintkezés súlyos szövetkárosodást eredményez. A DHMO szervezetbe való bevitelének szimptómái a fokozott izzadás és vizelés, és gyakran felfúvódottsági érzés, tengeribetegség, hányás és a test elektrolitikus egyensúlyának felborulása. Azon személyeknél, ahol a függőség kialakult a DHMO elvonás azonnali biztos halált jelent.*” Bővebben: http://keszei.chem.elte.hu/1.felev/DHMO.htm

Ami viszont már a vízben lelhető kő elemzését illeti, ott a helyzet kissé bonyolultabb. Ha ősalkotóként tekintünk rá, akkor ez maga a föld, ami a vízben jellemzően oldott, ionos formában van jelen (CaO, MgO és még sok minden más). Jellemzően hőmérsékletváltozás és/vagy nyomáscsökkenés (esetenként még széndioxid) hatására abból kiválik és lerakódik. Keményen, vastagon. No, múzeumunk kincsei között ilyenek is vannak ilyen látványos tárgyak.

Egyik jellemző változata a zárt rendszerekben, rendszerelemekben (termálvíz/fűtési víz/csövek/csapok/szelepek) történő kőkiválás/lerakódás.



A másik vízkőképződési lehetőség, amikor meg már „kilép” a víz a szabad környezetbe, levegővel érintkezik (no itt kerül szóba még a széndioxid, hogy kalcium-karbonát képződjék.) Erre legszebb példa a cseppkőbarlangok látványa, kevésbé örömteli az eltömődött zuhanyrózsa, az elvízkövesedett kád, WC, avagy egy nyitott hűtőtorony porlasztófeje.



De mi is tehetünk a vízkőért, mit ellene? Haszna az, hogy minden élő szervezetnek, így az emberi szervezetnek is szüksége van bizonyos, meghatározott ásványi anyagok pótlására, nemkívánatosak elkerülésére, így nem véletlenül kell figyelnünk pl. a kertlocsoló rendszer/uszoda vízminőségére. Éppen ezért bombázzák, kiszolgálják a vízfogyasztói társadalmat a legkülönbözőbb hatású és összetételű palackos vizekkel, aktív, passzív, „irányított” vízszűrőkkel.

Kárát legfőképen mi, mint épületgépészek érezzük, meg rajtunk keresztül a mi „fogyasztói” társadalmunk, mert ha nem gondoskodunk, gondolkodunk megfelelő vízkőlerakódás-megelőzési módszerekben, eszközökben, hát dicséretet nem várhatunk, nem is kapunk.

Aztán hogy mire is kell gondolnunk, mit kell beépítenünk, beépíttetnünk, hát az megint egy jó kérdés. Merthogy van ugyanis egy input paraméterhalmaz (hálózati/kút/eső/szürke/víz minősége, összetétele), meg van egy output, a tágan értelmezhetően fogyasztók (élő szervezetek, berendezési tárgyak, gépek, rendszerek) elvárásai. Csak ezeket kell összhangba hozni.

Beszélhetnénk még az egyéb rendszerkialakítást befolyásoló tényezőkről is, mint a költségek, a megtérülés, a beruházói/kivitelezői költségtakarékosság, anyag és berendezésköltség takarékosság, no meg a szakmai (gyártó-tervező-kivitelező) felelőtlenség, trehányság kérdésköreiről, de hát ez ugye kéremszépen nálunk fel sem vetődik, ilyenek nincsenek, így nem is akadályozzák/hatják meg az optimális rendszer telepítését, üzemeltetését, ugye?!

Zoltán Attila, az Igazgatóság tagja
Fotók: *Dr. Chappon Miklós*

ÉPÜLETGÉPÉSZETI
MÚZEUM

Nekrológ

Dr. Csoknyai István (1947 - 2026)

Kedves Pista, alias Csoky! (igen, így Y-nal)

Ugye fiatalon nem így képzeltük el a Véget!

Igaz, sosem voltál hivalkodó, de még ehhez képest is nagyon csendesen távoztál.

1965-ben az Épületgépészeti Technikumban szereztél technikusi oklevelet, majd ugyanebben az évben felvételt nyertél a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karára. Egyetemi tanulmányaidat 1970-ben, az épületgépész ágazaton fejezted be, és ugyanazon év szeptember elsején kezdted meg oktatói pályafutásodat az I. Épületgépészeti Tanszéken. Két évvel később mérnöktanári oklevelet is szereztél.

Egész szakmai életedet a Műegyetemhez kötötted. Kezdettől fogva részt vettél az épületgépészeti tantárgyak oktatásában, különösen a Fűtéstechnika területén. Közreműködtél az új, kétlépcsős tanterv kidolgozásában, több tantárgy kialakításában és oktatásában, valamint megalkottad az Épületenergetika tárgycsoportot is. 1988-tól voltál a Fűtéstechnika tantárgy emblematikus előadója. Tudásodat nemcsak az egyetemi hallgatóknak adtad át, hanem szakmérnöki képzéseken, továbbképzéseken, valamint 2005 és 2018 között az energiaauditori tanfolyamokon is.

Szakterületed a fűtéstechnika volt. Kutatómunkád során fűtőtestek és szelepek fejlesztésével és vizsgálatával, egycsöves fűtési rendszerekkel, lakóépületek energiafelhasználásával, hőcserélők és hőhasznosító rendszerek fejlesztésével, a fűtési költségosztás kérdéseivel, valamint épületenergetikával foglalkoztál. 1970-től megszakítás nélkül végeztél kutató-fejlesztő munkát, 51 kutatási projektet vezettél, 81 szakcikket írtál, és 27 konferencia-előadást tartottál. 1984-ben műszaki doktori címet szereztél, 1995-ben a műszaki tudomány kandidátusa lettél, majd 1996-ban PhD fokozatot is szereztél.



Szakmai tapasztalataidat külföldön is gyarapítottad, majd magántervezőként, építésügyi szakértőként, vezető tervezőként és épületenergetikai tanúsítóként is dolgoztál. 1997-től voltál tagja a Magyar Mérnöki Kamarának, több mint 10 éven keresztül vettél részt az energiatanúsítványok ellenőrzésében.

Én 1972-ben ismertelek meg, tanárom voltál a Műegyetemen. Mindig szigorú, következetes voltál, nagy elvárásokat megfogalmazva, kérlelhetetlenül. Később is ugyanilyen igényességgel oktattad hallgatóid generációit, és a fűtéstechnika, valamint az épületgépészet számos területén végzett kutatásaiddal nemcsak a tanszék, hanem az egész szakma fejlődését szolgáltad.

1974-től már kollégaként dolgoztunk együtt, végeztük az úgynevezett KK munkákat (külső megbízásos feladatok voltak ezek), de a Te precizitásod, hozzáállásod változatlan maradt.

Sokat tanultam Tőled, emberségből, empátiából is. Abból is, hogy a tudományos igényesség és az emberi tisztesség kéz a kézben járhat. Nem véletlen, hogy közel négy évtizeden át meghatározó alakja voltál a Műegyetem Épületgépészeti Tanszékének, oktatóként, kutatóként és tanszékvezető-helyettesként egyaránt.

Még a heti rendszerességű teremfoci során is ugyanígy viselkedtél, és megtanítottad, hogy veszíteni is lehet szépen.

Következetes igazságérzeted akkor is megmutatkozott, amikor 2004-ben, a Macskásy Prof. Úr 100. születésnapján rendezett konferencián rajtad kívül csak Vajna Prof., akadémikus merte a korábbi Tanszékvezető fejére olvasni Cicabácsink elleni csúnya tetteit.

Én 1987-ben, 13 év után jöttem el a Tanszékről, azonban 2002-től újra együtt dolgozhattunk a szakmánkért, amikor elvállaltad az Épületgépészeti Múzeum Igazgatósági tagságát.

Több szakcikket is írtál, melyekben bemutattuk kincseinket, illetve azok működését a fiatalok okulására. Ahogyan egész pályafutásod során, úgy itt is fontosnak tartottad, hogy a felhalmozott tudás a következő nemzedékekhez is eljusson.

Több kiállításunkat is Te nyitottad meg a Múzeum nevében, legutóbb félévvel ezelőtt Esztergomban, a Vízügyi Múzeumban.

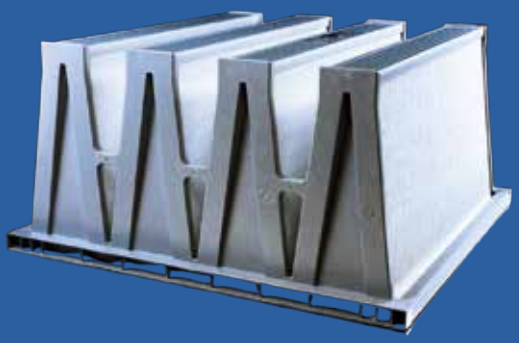
Munkádat számos kitüntetéssel ismerték el. Megkaptad az Oktatásügy Kiváló Dolgozója miniszteri kitüntetést, illetve Macskásy Árpád-díjban is részesültél. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Aranydiploma adományozásával is elismerte érdemeidet, de akik ismerhettünk, tudjuk, hogy számodra mindig a becsülettel elvégzett munka és a kollégák megbecsülése jelentette a legtöbbet.

Ezúton is köszönjük munkádat!
Emlékedet megőrizzük!

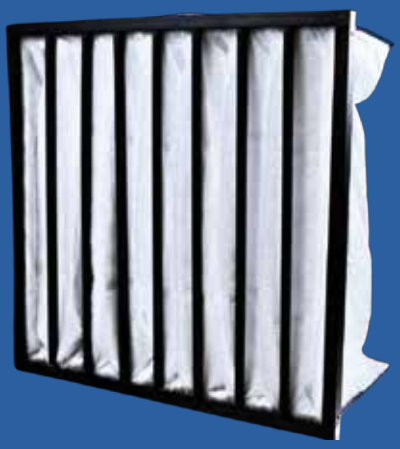
Nyugodj békében!

Dr. Chappon Miklós

Krill



Durva, közepes, és finom fokozatú légszűrők gyártása, forgalmazása G2-től F9-ig



Ultrafinom (HEPA) szűrők és sterilizáló készülékek forgalmazása tisztaterekhez



Komplex megoldások a
légtechnika, fűtés, hűtés, klimatizálás területén

Megbízhatóság, tudás, megoldás: Krill Zrt.
Forduljon hozzánk bizalommal!

1152 Budapest, Telek utca 1. +36-1/271 01 32 www.krill.hu info@krill.hu

enex
Innovation as energy

CoolTech
HŰTÉS- ÉS KLÍMATECHNIKA

FORRÓVÍZ KÉSZÍTÉS AKÁR 90°C-IG!

Használati melegvíz készítés hőszivattyúval, kiváló hatásfokkal, nagy mennyiségben.

90°C
80°C
70°C
60°C



30-50% energiaköltség megtakarítás.



www.hmvhoszivattyu.hu