

MAGYAR ÉPÜLETGÉPÉSZET

68
1952
2020

12
2020

ONLINE
KIADÁSUNK:
www.epgeponline.hu

ÉPÜLETGÉPÉSZET KIADÓ KFT.



SCHAKO

BOLDOG ÜNNEPEKET KÍVÁNUNK!

SCHAKO

ADMECO

Building & Industry
NOVENCO

REVEN

SIROCCO

SCHNEIDER

Engineering progress
Enhancing lives

RAUTHERM SPEED plus renova: Tépőzáras kontakt rendszer kifeje- zetten felújításhoz.

A lyukasztás révén az aljzatkiegyenlítő
esztrichréteg közvetlenül csatlakozik
az aljzathoz, így csupán 16 mm-es
teljes szerkezeti magasság is elegendő.

www.rehau.hu



Létrehoztuk a PICV szelepeket, **most újraderfiniáljuk azokat**

A nyomásfüggetlen szabályozószelepek (PICV-k) megváltoztatták azt a módot, ahogyan a HVAC rendszerekben a hőleadókat szabályozzuk. Most büszkén jelentjük be utódjukat, az AB-QM 4.0-t, amely minden téren jobb az elődjénél.

Az okos épületek kifejlesztésére irányuló trend átformálja az épületek fűtési és/vagy hűtési rendszereivel szemben támasztott követelményeket is. Ezen igényekre válaszol alkotta meg a Danfoss a HVAC 4.0 koncepciót.

danfoss.hu

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

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

Megjelenik havonta, évente két összevont számmal.

Főszerkesztő: Dr. Barna Lajos PhD

Szakszerkesztők: Mészáros Ferenc, dr. Magyar Zoltán PhD

Reklám-média:

Hunyady Melinda (mobil: 30 402 5196) epgep@t-online.hu

Zoles Réka (mobil: 30 552 2033) epgeplap@gmail.com

Dr. Both Balázs (30 319 3719) both@epget.bme.hu

Szakmai szerkesztőbizottság: prof. emeritus Barótfi István, prof. emeritus Bánhidi László, prof. emeritus Garbai László, prof. emeritus Kontra Jenő, Eördöghné dr. Miklós Mária PhD, Dr. Nyers József professzor

A lapot kiadja: **Épületgépészet Kiadó Kft.**

Ügyvezető igazgató: Dr. Magyar Zoltán PhD

A szerkesztőség és kiadóhivatal elérhetősége:

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. T épület, földszint 12.

Telefon/fax: 201 2562, e-mail: info@epgeplap.hu

Online kiadás: www.epgeponline.hu

A kiadásban közreműködő partnereink:

Strobel Verlag GmbH & Co. KG

D-59806 Arnsberg, Postfach 5654

Fax: (49-2931) 890048 www.ikz.de



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



Az **Épületgépészet Kiadó Kft.** tagjai:

Építéstudományi Egyesület, Caloris Kft., dr. Hamvai Kálmán, Mészáros Ferenc

Kéziratokat, ábrákat, fotókat nem őrünk meg és nem küldünk vissza. Hirdetésfelvétel, előfizetés és egyes lapszámok megvásárlása a szerkesztőségben. Egy szám ára 480 Ft, az összevont számoké 960 Ft. Az előfizetés díja egy évre 4 200 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

Nyomdai munkák:

PRINTMEDIA COM Kft.

1116 Budapest, Kondorosi út 3.

(Szerémi Business Park)

Telefon: (36-1) 205 3107

Felelős vezető:

Majorné N. Zsuzsa ügyvez. ig.



Kovács Helga – Dr. Horváth Miklós: Irodaépület üzemeltetésének optimalizációja dinamikus szimulációval **3**

Dr. Csoknyai Tamás: Az épületenergetikai irányelv 2018-as módosítása és aktuális kérdései **9**

Gergely László: Korszerű és klímabarát épületgépészeti rendszerválasztás életciklus-alapon **11**

Engel-Ziegler György: Komfortos és energiahatékony épületek kialakítása, intelligens szellőzői rendszerekkel **16**

Jarek Kurnitski: A szellőző levegő térfogatáramának és a helyiség méretének hatása a COVID-19 járványra **17**

Hogyan járulnak hozzá a magas hatásfokú axiálventilátorok a fenntartható épületek LEED minősítéséhez (Schako) **22**

Cseh József: LG Therma V R32 Split hőszivattyú: környezetkímélő fűtés és légkondicionálás **25**

A hűtőközegek helyreállításának magyarázata 3 lépésben! (Daikin Chemicals) **27**

Szebellédi Tamás: RAUTHERM SPEED plus renova: Tépőzáras kontakt rendszer kifejezetten felújításhoz **29**

Az Épületgépészeti Múzeum kincseiből: **dr. Chapon Miklós:** Nyomásmérők 2. **31**

ACO Stormclean Technikai szűrő. Világújdomság a csapadékvíz teljes körű megtisztítására **B3**

Szakmai hírek **8, 10, 24, 28**



A **SCHAKO CSOPORT** szaktudása garantálja Önnek a szellőzés-, klímatechnikai és tűzvédelmi-, füstelvezetési rendszerekkel kapcsolatos feladatainak megoldását.



Operációs terek mennyezet-, légtechnika-, világítás-, kiszolgáló hidak rendszerei

Building & Industry



Energiahatékony rendszerek mélygarázsok, alagutak és a technológiai szellőztetések számára



Levegő szűrési rendszerek nagykonyhák és ipari/technológiai környezet kihívásaira



Légmennyiség szabályozás, légbevezetési-, levegő-víz rendszerek, tűz- és füstmentesítés



Teljes körű labor-, helyiségnyomás- és vegyifülke szabályozások



Speciális ipari/technológiai kihívások légtechnikai megoldásai

www.schako.hu

Theoretische und praktische Fachzeitschrift auf dem Gebiet der „Technischen Gebäudeausrüstung“. Nachfolger der Fachzeitschrift des Ungarischen Vereins für Bauwesen „Épületgépészet“. Erscheint monatlich.

Chefredakteur: **Dr. Lajos Barna**

Fachredakteur: **Ferenc Mészáros**

Redakteur: **Dr. Zoltán Magyar**

Redaktion und Herausgeber: „Épületgépészet Kiadó Kft.”

Geschäftsführender Direktor: **Dr. Zoltán Magyar PhD**

H-1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3., T 012. Ungarn

Telefon/Fax: (36-1) 201-2562

<http://www.epgeponline.hu> e-mail: info@epgeplap.hu

In Verlagsgemeinschaft mit dem

Strobel Verlag GmbH & Co. KG

Postfach 5654, D-59806 Arnsberg

T: (49) 2931-890043, Fax: (49) 2931-890048

www.ikz.de Redaktion: **Markus Sironi**

Anzeigen: siehe Verlagsadressen



REHVA Journal

European Journal of Heating, Ventilating and
Air-conditioning Technology

www.rehva.com

INHALT

Helga Kovács – Miklós Horváth PhD: Optimierung des Bürogebäudebetriebs mit dynamischer Simulation	3
Tamás Csoknyai PhD: Änderung und aktuelle Fragen der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden 2018	9
László Gergely: Zeitgemäße und klimafreundliche Gebäudetechnik-Systemauswahl auf Lebenszyklus-Basis	11
György Engel-Ziegler: Gestaltung komfortabler und energieeffizienter Gebäude mit intelligenten Lüftungssystemen	16
Jarek Kurnitski: Auswirkungen des Lüftungsluftstroms und der Raumgröße auf den COVID-19-Epidemie	17
Wie die hocheffizienten Axialventilatoren zur LEED Zertifizierung der nachhaltigen Gebäude beitragen	22
József Cseh: LG Therma V R32 Split Wärmepumpe: umweltfreundliche Heizung und Klimatisierung	25
Kältemittel Aufbereitung in 3 Schritten erklärt! (Daikin Chemicals)	27
Tamás Szabellédi: RAUTHERM SPEED plus renova: Kontaktsystem mit Klettmatte speziell für die Renovierung	29
Schätze des Gebäudetechnischen Museums:	
Dr. Miklós Chappon: Die Manometer Teil 2	31
ACO Stormclean Technischer Filter. Weltneuheit für die vollständige Reinigung von Niederschlagswasser	B3
Fachnachrichten	8, 10, 24, 28

Theoretical and practical periodical in the field of HVAC. Successor of the previous periodical of the Hungarian Scientific Society for Building „Épületgépészet“. Published monthly.

Editor in Chief: **Lajos Barna PhD**

Technical Editor: **Ferenc Mészáros**

Editor: **Zoltán Magyar PhD**

Edited and published by „Épületgépészet Kiadó Kft.”

Managing Director: **Zoltán Magyar PhD**

H-1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3., T 012. Hungary

Phone/Fax: (36-1) 201-2562

<http://www.epgeponline.hu> e-mail: info@epgeplap.hu

Published in co-operation with

Strobel Verlag GmbH & Co. KG

P.O.B. 5654, D-59806 Arnsberg, Germany

Phone: (49) 2931-890043, Telefax: (49) 2931-890048

www.ikz.de Representative: **Markus Sironi**

Advertising at the publisher.



REHVA Journal

European Journal of Heating, Ventilating and
Air-conditioning Technology

www.rehva.com

CONTENTS

Helga Kovács – Miklós Horváth PhD: Optimisation of office building operation with dynamic simulation	3
Tamás Csoknyai PhD: The 2018 Directive amending the Energy Performance of Buildings Directive and current issues	9
László Gergely: Up-to-date and climate-friendly building engineering system selection on a lifecycle basis	11
György Engel-Ziegler: Comfortable and energy-efficient buildings with intelligent ventilation systems	16
Jarek Kurnitski: The impact of ventilation rate and room size on COVID-19 infection risk	17
How high-efficiency axial fans contribute to LEED certification for sustainable buildings (Schako)	22
József Cseh: LG Therma V R32 Split heat pump: environmentally friendly heating and air conditioning	25
Refrigerants Reclamation explained in 3 steps! (Daikin Chemicals)	27
Tamás Szabellédi: RAUTHERM SPEED plus renova: Velcro contact system specifically for renovation	29
Treasures of the HVAC Museum:	
Dr. Miklós Chappon: Manometers Part 2	31
ACO Stormclean Technical Filter. Worldwide novelty for the complete cleaning of rainwater	B3
Professional News	8, 10, 24, 28

Irodaépület üzemeltetésének optimalizációja dinamikus szimulációval

Kovács Helga¹ – Dr. Horváth Miklós¹

Abstract

Given the fact that the building stock contributes significantly to the global energy consumption and CO₂ emissions, an energy conscious building use can save large amount of energy, both at building level and globally. Building energy simulation software provide an opportunity to estimate the energy efficiency and energy consumption of buildings with high accuracy, thus they are also suitable for estimating energy saving potentials. Occupants pose one of the biggest challenges among the parameters influencing the energy consumption of buildings, as their presence, behaviour, operation of equipment, interference with the building's control system have a significant impact on the energy consumption of the building, thus on potential savings.

In this paper the energy consumption of a municipal office building in Budapest was examined using dynamic simulation software (*DesignBuilder*). The first model (Audit) was created based on the actual building usage and it was validated with measured data. Then different energy saving methods in connection with building operation and occupant behaviour were analysed (heating setback, more economic DHW consumption, more energy-conscious ventilation strategy, controlled lighting and reduction of night standby consumption of office equipment) and their energy saving potentials were examined individually and summarized. The reduced heating temperature had the greatest energy saving potential in gas consumption (34% reduction compared to the Audit model) and controlled lighting and reduced standby office equipment consumption caused the highest energy saving in case of electricity (14% reduction compared to the Audit model).

Kulcsszavak

Felhasználói viselkedés, energiafogyasztás modellezés, energiahatékonyság, dinamikus szimuláció, irodaépület

Bevezetés

Tekintve, hogy az épületek az Európai Unió teljes energiafogyasztásának 40%-át, CO₂ kibocsátásának 36%-át adják [1], tudatos épülethasználattal jelentős energia takarítható meg mind épület, mind globális szinten.

Az épületenergetikai szimulációs szoftverek lehetőséget nyújtanak az épületek energiahatékonyságának, energiafogyasztásának nagy pontosságú becslésére, ezáltal alkalmasak energiamegtakarítási potenciál becslésére is [2].

Az épületek energiafogyasztását számos paraméter befolyásolja, amelyek közül különös figyelmet érdemel az emberek jelenléte, ugyanis az épülethasználók jelentős hatással bírnak az épület működésére. Jelenlétükkel (hőleadás, nedvességhelzés) és aktivitásukkal (berendezések működtetése, épület szabályozási rendszerébe történő beavatkozás) befolyásolják az épület energiahatékonyságát és az épület rendszereinek energiafelhasználását [3].

Számos kutatás rámutat arra, hogy pontos szimulációs modell elkészítéséhez elengedhetetlen a valós felhasználói viselkedés és épülethasználat ismerete [4, 5]. Különböző módszerek léteznek a felhasználói viselkedés kutatására: pl. adatgyűjtés, viselkedési modellek alkotása, konkrét esetekkel való alátámasztás, illetve többféle forrásból történhet a megfelelő mennyiségű és minőségű adatok gyűjtése a felhasználói hatás pontos figyelembevételéhez [6, 7].

Irodaépületek energiafogyasztásában fontos tényező az irodai berendezések és szerver központok fogyasztása. Egy iroda energiafelhasználásának több, mint 80%-át az alábbi három elem adja: fűtés/légkondicionálás, világítás, IT berendezések [8]. Az irodai kisteljesítményű berendezések nemcsak az épület villamosenergia fogyasztásából tesznek ki jelentős részt, hanem a belső hőnyereséghez is nagymértékben hozzájárulnak, így fontos ezek megfelelő modellezése egy épületenergetikai szimuláció során [9, 10].

Jelen tanulmányban egy budapesti önkormányzati épület energiafogyasztását vizsgáltuk dinamikus szimulációs szoftver (*DesignBuilder*) segítségével. Az épület jelenlegi üzemeltetését figyelembe véve, számos területen lehetne csökkenteni az energiafelhasználását, így elemeztük, hogy bizonyos felhasználói magatartással, épületüzemeltetéssel összefüggő beavatkozásokkal milyen mértékű energiamegtakarítást lehetne elérni. A kiindulási, jelenlegi épülethasználatot bemutató modellt mérési adatokkal történő validáció után több lépésben módosítottuk a javasolt energiamegtakarítási beavatkozások vizsgálatához.

A vizsgált épület bemutatása

Az épületenergetikai szimulációhoz választott épület a Böszörményi utca 23-25. szám alatt található XII. kerületi (Hegyvidék) önkormányzati épület, amely 1940-ben épült és négy emelettel, egy földszinti és egy alagsori (összesen 6) szinttel

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék



rendelkezik, hasznos alapterülete 3407 m². Az **1. ábrán** az épület utcaképe látható, a **2. ábra** a földszint alaprajzát szemlélteti. A nyílászárók jelentős részét 2010-ben kicserélték duplaüvegezésű műanyag ablakra és egy Uniós társfinanszírozású projekt keretében (TOGETHER - Towards a Goal of Efficiency THrough Energy Reduction) okosmérőket telepítettek az épületbe, amelyek mérik a víz-, gáz- és elektromos áramfogyasztást 2017 októberétől kezdve.



1. ábra. Az önkormányzati épület utcaképe

Az épület gépészeti rendszerét tekintve: két alacsony hőmérsékletű gázkazán biztosítja a fűtéshez és használati melegvíz készítéshez szükséges melegvizet. A hőleadók az épületben termosztatikus szeleppel ellátott régi tagos radiátorok.

Az összes iroda és közlekedő folyosó klimatizált, a hűtés Daikin VRV rendszerrel van megoldva (amelynek kültéri egységei a tetőn kaptak helyet, a beltéri egységek az irodákban és közlekedőkben a mennyezet alatt találhatók), továbbá fűtési

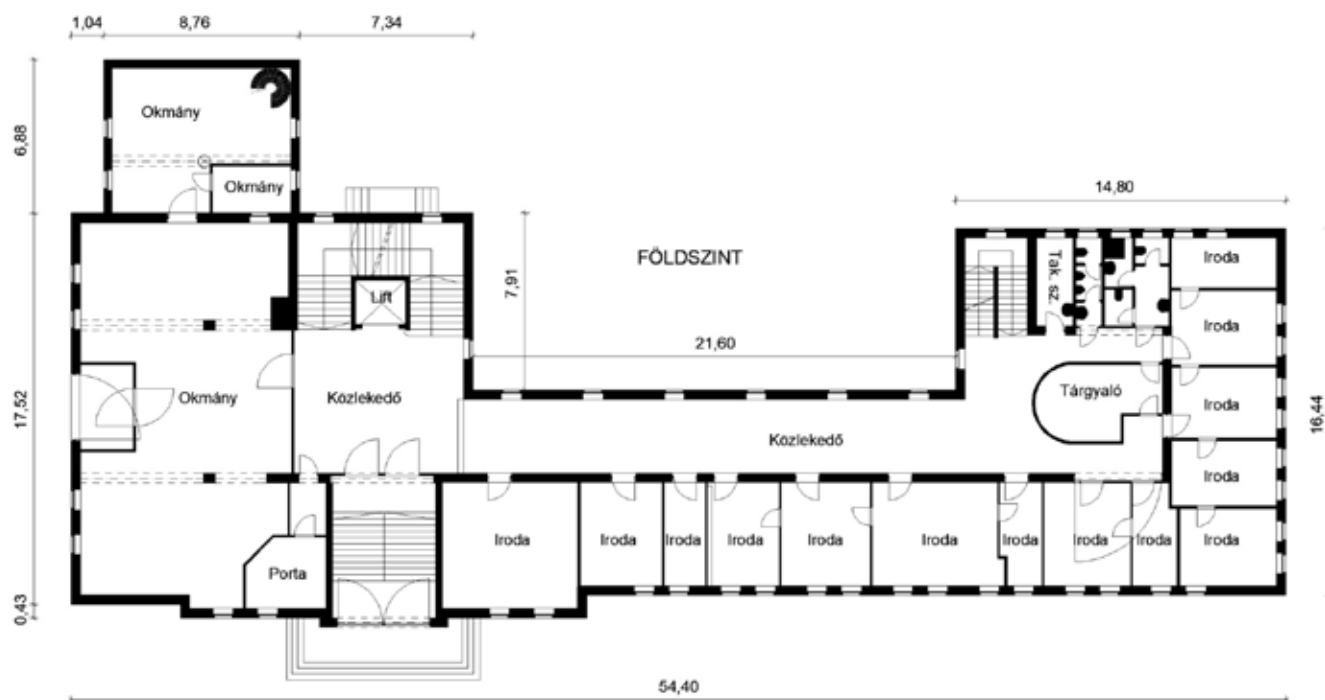
funkciót is ellát a VRV rendszer melegebb fűtési időszakokban (tavasszal, ősszel). A gázkazán és a VRV rendszer üzemelése bivalens alternatív, hidegebb időben csak a gázkazán, átmeneti időben csak a VRV rendszer látja el a fűtési feladatot. Az elektromos fogyasztás egy részét a 43,2 kWp teljesítményű napelemes rendszer fedezi.

Modell validáció

A kiindulási, valós épülethasználatot tükröző modellt (*Audit modell*) a rendelkezésre álló mért adatokkal validáltuk: három év (2014, 2015, 2016) gázfogyasztásának átlagával és egy év (2017 októberétől kezdve) villamosenergia-felhasználásával. Mivel a gázfogyasztási adatok a fűtéshez és használati melegvíz készítéshez elfogyasztott gázt is tartalmazták, becslés útján meghatároztuk a két típusú gázfogyasztást (azzal a feltételezéssel élve, hogy nyáron a teljes elfogyasztott gázmennyiség a használati melegvíz készítésre fordítódott).

A fogyasztásmérőkön kívül belső hőmérséklet- és relatív páratartalom-mérőket is elhelyeztek az épületben, amelyek óránként szolgáltatják a mért adatot. Az említett egy éves időszakra (2017. október – 2018. szeptember) vonatkozó mért hőmérséklet adatok alapján a téli időszakra vett átlagos belső hőmérséklet 24 °C-nak adódott, továbbá hétköznap éjszaka és hétvégén sem figyelhető meg jelentős fűtőcsökkentés, 20 °C feletti értékek az éjszakai és hétvégi mért órás hőmérsékletek.

A mérési időszak időjárása és a szimuláció által figyelembe vett időjárás közötti eltérés pontatlansághoz vezethet a szimulációs eredmények mérési adatokkal történő validációja során. Ennek kiküszöbölése végett a mért, fűtésre fordított gázfogyasztási adatokat korrigáltuk a két eltérő időszak (mérés és szimuláció) hőfokhíd értékeivel.



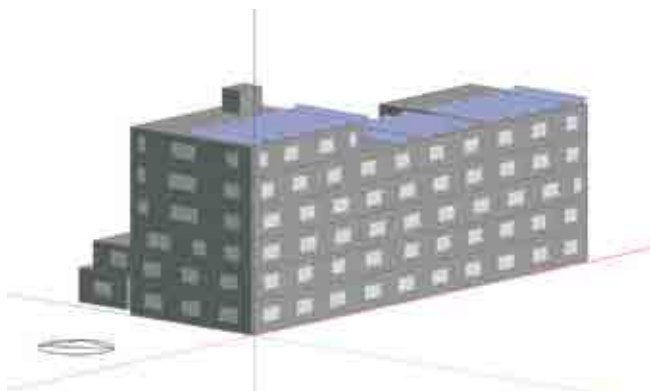
2. ábra. A földszint alaprajza

Az elkészített modellek ismertetése

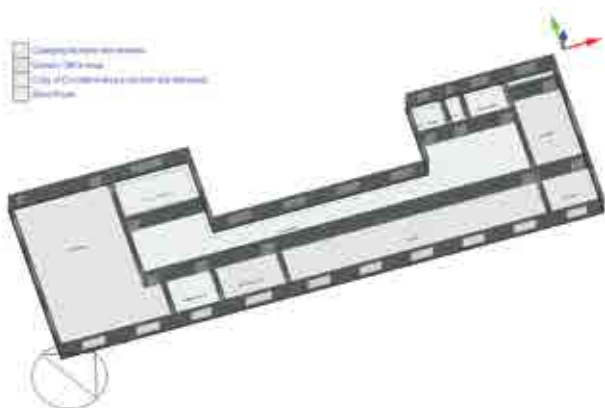
Az épület elhelyezkedéséhez az épülethez legközelebbi sablont választottuk ki a DesignBuilder sablonok közül (Budapest/Pestszentlőrinc). A téli méretezési hőmérséklet Budapesten $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Mivel az épület környékére jellemző időjárás adatok nem álltak rendelkezésre, így a 2007 és 2016 közötti időszakra vonatkozó TMY (Typical Meteorological Year) adatsort választottuk a szimuláció időjárásának, amelynek adatai a pestszentlőrinci meteorológiai állomásról származnak [11].

Az épület tényleges geometriájához képest a modelleket egyszerűsített geometriával készítettük el, elhanyagoltuk az utca enyhe lejtését, illetve az utcai homlokzat kiugró részét, az ablakokat pedig 20%-os ablak-fal aránnyal automatikusan helyeztük el (**3. ábra**). A geometria egyszerűsítésnek szimulációs eredményekre gyakorolt hatása nem jelentős (5% alatti) [12].

Az egyes szintek zónákra történő osztása funkció szerint történt, azaz az egymás melletti irodákat egy zónaként kezeltük, viszont figyelembe vettük a különböző tájolású tereket a zónafelosztás során (**4. ábra**). A zónák számának csökkentésével gyorsítható a szimulációs idő, és az eredményekre alig van hatással az azonos funkciójú terek összevonása [13, 14]. Az épületszerkezetek rétegrendjei az épületre elkészített tanúsításhoz igazodnak.



3. ábra. Az épület DesignBuilder modellje



4. ábra. Az első emelet zónákra osztása

Az Audit modellben felvett irodai felhasználói paramétereket az **1. táblázat** tartalmazza. Az épületben dolgozó emberek számát (200) az irodák alapterületével (2275 m^2) elosztva adódott az irodákban felvett érték, jelenlét menetrendnek pedig a DesignBuilder alapértelmezett irodai sablonját választottuk.

1. táblázat. Irodákban beállított felhasználói értékek az Audit modellben

Az irodák adatai	Audit modell
Emberek száma [fő/m ²]	0,088
Jelenlét sablon	DesignBuilder irodai menetrend
Fűtési hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]	24
Csökkentett fűtési hőm. [$^{\circ}\text{C}$]	22
Hűtési hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]	26
Csökkentett hűtési hőm. [$^{\circ}\text{C}$]	28
Frisslevegő [l/s, fő]	21,85
HMV fogyasztás [l/m ² , nap]	1,2
Számítógépek és egyéb berendezések [W/m ²]	18
Világítás [W/m ²]	13

Az épületre rendelkezésre állt a mért adatok alapján elkészített irodai menetrend (a hét napjaira külön profillal) [15], azonban a korábbi eredmények alapján a mért adatokhoz illesztett menetrendhez képest a DesignBuilder alapértelmezett menetrendje nem befolyásolja számottevően az eredményeket erre az épületre nézve (kb. 1%-os eltérést okozott a szimulációs eredményekben) [12].

A fűtési és hűtési hőmérsékleteket a mért hőmérséklet adatok alapján határoztuk meg. A valós szellőztetésről nem álltak rendelkezésre információk, így a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2020-ban elkészített felülvizsgálati javaslatában (továbbiakban TNM felülvizsgálat) található, nagy irodára vonatkozó értékhez (20.1 táblázat [16]) képest 15%-kal nagyobb értéket feltételeztünk a szabályozatlan ablaknyitásokból adódóan. A HMV fogyasztást a mért gázfogyasztásból számítottuk ki.

Az irodai berendezések teljesítményének pontos meghatározásához felmértük az épületben lévő egyes berendezések számát, és szakirodalmak segítségével [9, 10], illetve a mért fogyasztási adatokhoz illesztve határoztuk meg ezek teljesítményét. A mért villamosenergia fogyasztást vizsgálva az irodai berendezések fogyasztása éjszaka is magas, a nappali érték kb. 45%-a, így a berendezések menetrendjében csökkentett üzemnek ezt az értéket adtuk meg. Mivel a világítás energiafelhasználását az épületben külön mérik, a világítás teljesítményét a TNM rendelet felülvizsgálatának 20.1 táblázata [16] alapján vettük fel.

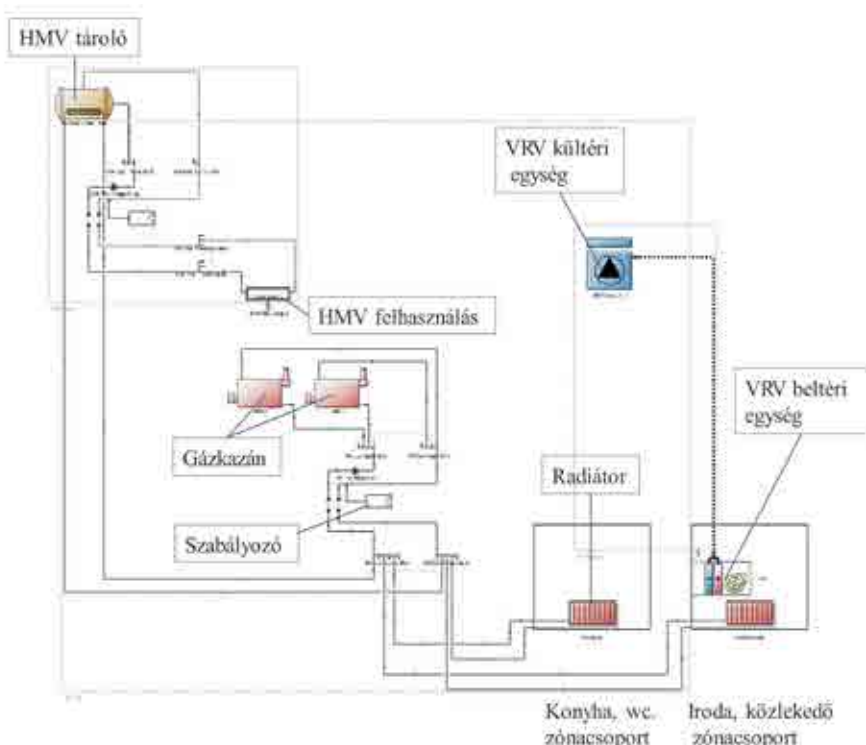
Részletes gépészeti modellezést választva az **5. ábra** mutatja be az épületgépészeti rendszer kapcsolását. A kazán és a VRV rendszer bivalens alternatív üzemét menetrendek segítségével állítottuk be.

Mivel a kazán a HMV készítésből adódóan egész évben üzemel, így annak üzemelési menetrendjén (On 24/7 – az év teljes időszakában elérhető üzemelés) nem változtattunk. A fűtést a radiátorokon keresztül korlátoztuk: januártól március 31-ig üzemelnek a radiátorok, majd október 15-e után megint, az év végéig. A VRV rendszer üzemelése pedig a

köztes időszakra tehető, azaz április 1. és október 15-e között üzemel csak, ekkor fűtésre és hűtésre is alkalmas a külső hőmérséklet függvényében.

Bár a mért adatok rámutattak arra, hogy a kazán hőszivattyú üzeme nem teljesen bivalens alternatív, télen is van teljesítményfelvétele a VRV rendszernek, viszont a szimulációs szoftver nem ad lehetőséget a két hőtermelő bivalens párhuzamos üzemének modellezésére.

5. ábra. Az épületgépészeti rendszer kapcsolása



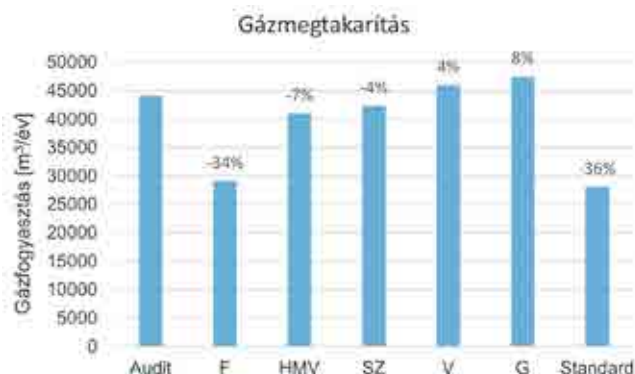
A vizsgált energiamegtakarítási beavatkozások:

- A fűtési hőmérséklet csökkentése (F): 20 °C-os fűtési hőmérséklet az irodákban, éjszakai és hétvégi fűtőcsökkentés;
- Takarékosabb HMV fogyasztás (HMV): a TNM felülvizsgálat 20.2 táblázatában [16] található 0,4 kWh/fő/nap HMV igény alkalmazása (átszámítva 0,58 l/m²/nap);
- Kisebb mértékű szellőztetés (SZ): a TNM felülvizsgálat 20.1 táblázatában [16] található 6 m³/(m²h)-s szellőzés (átszámítva 19 l/s/fő);
- Szabályozott világítás (V): az irodákban 3 lépcsős, szakaszos világítás szabályozás alkalmazása;
- A gépek éjszakai üzemének csökkentése (G): az irodai berendezések csökkentett üzemének 15%-os érték beállítása.

A beavatkozásokhoz egy-egy modell tartozik (az egyes megnevezések utáni betűjelek a modellek elnevezéseire utalnak), azaz minden beavatkozás energiafogyasztásra gyakorolt hatását külön vizsgáltuk, illetve az összes javasolt beavatkozás együttes alkalmazásával becslést adtunk egy standard épülethasználattal elérhető energiamegtakarításra (Standard modell).

Szimulációs eredmények

A szimulációs eredmények és mért adatok alapján az Audit modell ~5%-os relatív hibával közelítette az épület tényleges éves gáz- és villamosenergia felhasználását, illetve a havi lefutások is hasonló trendet mutattak. Az egyes beavatkozásokkal elérhető megtakarítások becsléséhez külön néztük az épület teljes gáz- és villamosenergia felhasználását, és a kettőt primerenergiaként összegezve, a primerenergia felhasználását, melyeket a következő ábrák mutatnak be. A %-os értékek minden esetben az Audit modellhez képest jelentkező relatív eltérést jelentik. A primerenergiára történő átszámításkor a TNM felülvizsgálat 15.1 táblázata [16] alapján 1,1-es súlyozótényező értéket vettünk fel a gáz energiahordozóhoz és 2,5-öt a villamos energiához, valamint a gáz esetén még egy 0,9-es szorzóval korrigáltunk az fűtőérték-égéshő átváltás miatt.

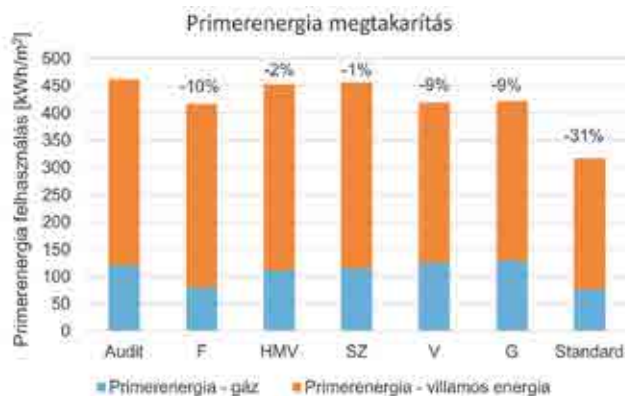


6. ábra. A vizsgált beavatkozások gázfogyasztásra gyakorolt hatása



7. ábra. A vizsgált beavatkozások villamosenergia-fogyasztásra gyakorolt hatása

A Standard modell eredményei alapján, az összes javasolt beavatkozás együttes alkalmazásával 36%-kal csökkenthető az épület gázfogyasztása és 30%-kal a villamosenergia felhasználása.



8. ábra. A vizsgált beavatkozások primerenergia felhasználásra gyakorolt hatása

A beavatkozásokat egyesével nézve, a fűtőcsökkentés hordozza magában a legnagyobb energiamegtakarítási potenciált a gázfogyasztásra és primerenergia felhasználásra nézve. Fontos azonban megjegyezni, hogy a szabványokhoz igazodva a fűtőcsökkentési modellben 20 °C-os belső léghőmérsékletet állítottunk be, ami elégedetlenséget válthat ki a 24 °C-hoz szokott irodai dolgozók körében, így a tényleges megvalósítás az emberek hozzáállásának előzetes felmérését igényelné, esetleg kérdőíveken keresztül.

Villamos energia tekintetében a legnagyobb megtakarítás a szabályozott világítással és csökkentett éjszakai üzemű gépekkel érhető el, ezek azonban a lecsökkentett belső hőnyereség miatt nagyobb gázfogyasztást idéznek elő, viszont a primerenergiát vizsgálva még a megnövekedett gázfogyasztás ellenére is csökken az energiafelhasználás. A TNM felülvizsgálatban található HMV igény és szellőzési érték alkalmazásával 7%-kal és 4%-kal csökkenthető a gázfogyasztás, ezek azonban a villamosenergia fogyasztást nem befolyásolják.

Összefoglalás

A tanulmány során egy budapesti önkormányzati épület energiafogyasztását vizsgáltuk dinamikus szimulációs szoftver (DesignBuilder) segítségével. Első lépésben elkészítettük az épület aktuális állapotát, üzemeltetését tükröző modellt (Audit modell), amelyet a mért (gáz és villamosenergia) fogyasztási adatokkal validáltuk. Az éves gázfogyasztást 5%-os, a villamosenergia felhasználást pedig 4%-os hibával közelíti a modell, amely lehetőséget ad az épület energiafogyasztásának becslésére különböző beavatkozások után. Az épület jelenlegi üzemeltetését figyelembe véve, számos területen lehetne csökkenteni az energiafelhasználását, így vizsgáltuk, hogy bizonyos felhasználói magatartással, épületüzemeltetéssel összefüggő beavatkozásokkal milyen mértékű energiafelhasználást lehetne elérni. Minden vizsgált beavatkozáshoz külön modellt készítettünk, illetve elkészítettük az összes általunk megadott javaslatot tartalmazó modellt (Standard), amelyhez a TNM felülvizsgálatban található irodai tervezési paramétereket vettük alapul.

Energiamegtakarítási beavatkozásként vizsgáltuk a fűtési hőmérséklet csökkentését, a takarékosabb HMV fogyasztást, energiatudatosabb szellőztetést, szabályozott világítást

és az irodai berendezések éjszakai készenléti fogyasztásának csökkentését. A gázfogyasztást legnagyobb mértékben az alacsonyabb fűtési hőmérséklet (20 °C) csökkentette: az Audit modellhez képest 34%-kal (24 °C-os belső hőmérséklet), a villamosenergia felhasználás esetén pedig a szabályozott világítás és a csökkentett éjszakai üzemű gépek jelentették a legnagyobb megtakarítási potenciált (14%-os csökkenés az Audit modellhez képest).

Köszönetnyilvánítás

„AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-20-2 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”



Az „Energiafogyasztási és felhasználói profilok létrehozása jellegzetes épülettípusokra nagyméretű okos mérőkre épülő adatbázis alapján” elnevezésű, K 128199 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a K_18 pályázati program finanszírozásában valósul meg.

A jelen publikációban megjelenő kutatások az ITM NKFIA által nyújtott TKP2020 IKA támogatásból, az NKFIH által kibocsátott támogatói okirat alapján valósultak meg (projekt azonosító: TKP2020 BME-IKA- MISC).

Irodalomjegyzék

- [1] New rules for greener and smarter buildings will increase quality of life for all Europeans | European Commission, (n.d.). https://ec.europa.eu/info/news/new-rules-greener-and-smarter-buildings-will-increase-quality-life-all-europeans-2019-apr-15_en (accessed October 22, 2019).
- [2] Z. Belafi, T. Hong, A. Reith, Smart building management vs. intuitive human control—Lessons learnt from an office building in Hungary, Building Simulation. 10 (2017) 811–828. <https://doi.org/10.1007/s12273-017-0361-4>.
- [3] V. Martinaitis, E.K. Zavadskas, V. Motuziene, T. Vilutiene, Importance of occupancy information when simulating energy demand of energy efficient house: A case study, Energy and Buildings. 101 (2015) 64–75. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.04.031>.
- [4] T. Hong, S.C. Taylor-Lange, S. D'Oca, D. Yan, S.P. Corngati, Advances in research and applications of energy-related occupant behavior in buildings, Energy and Buildings. 116 (2016) 694–702. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.11.052>.
- [5] T. Csoknyai, J. Legardeur, A.A. Akle, M. Horváth, Analysis of energy consumption profiles in residential buildings and impact assessment of a serious game on occupants' behavior, Energy and Buildings. 196 (2019) 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.009>.
- [6] C. Yu, J. Du, W. Pan, Improving accuracy in building energy simulation via evaluating occupant behaviors: A case study in Hong Kong, Energy and Buildings. (2019). <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109373>.

[7] F. Yousefi, Y. Gholipour, W. Yan, A study of the impact of occupant behaviors on energy performance of building envelopes using occupants' data, *Energy and Buildings*. (2017).
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.085>.

[8] C. Deb, S.E. Lee, M. Santamouris, Using artificial neural networks to assess HVAC related energy saving in retrofitted office buildings, *Solar Energy*. 163 (2018) 32–44.

<https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.01.075>.

[9] A.C. Menezes, A. Cripps, R.A. Buswell, J. Wright, D. Bouchlaghem, Estimating the energy consumption and power demand of small power equipment in office buildings, *Energy and Buildings*. 75 (2014) 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.02.011>.

[10] G. Dunn, I. Knight, Small power equipment loads in UK office environments, *Energy and Buildings*. 37 (2005) 87–91.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.05.007>.

[11] Typical Meteorological Year (TMY) | E3P, (n.d.).

<https://e3p.jrc.ec.europa.eu/articles/typical-meteorological-year-tmy> (accessed October 18, 2019).

[12] H. Kovács, M. Horváth, Bemenő paraméterek részletezettségének hatása az épületenergetikai szimulációk eredményére - TDK dolgozat, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2019.

[13] M. Georgescu, I. Mezić, Building energy modeling: A systematic approach to zoning and model reduction using Koopman Mode Analysis, *Energy and Buildings*. 86 (2015) 794–802.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.046>.

[14] DesignBuilder Help - Merging Zones, (n.d.). https://designbuilder.co.uk/helpv6.0/#Merge_Zones_Dialog.htm?Highlight=zones (accessed March 27, 2020).

[15] Á. Tóth, Épületüzemeltetési szokások értékelése okos mérőrendszerrel gyűjtött adatok alapján (BME, GPK, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék, Szakdolgozat), 2018.

[16] T. Csoknyai, Z. Szalay, A. Zöld, M. Horváth, B. Nagy, N. Balázs, E. Barna, A.-T. Balázs, R. Goda, Z. Szánthó, Az épületek energetikai jellemzői meghatározásának módszertana, (2020).



„A virtuális tér nyújtotta lehetőségekkel a jövőben is élhetünk”

Történetében először szervezték meg online a Műegyetemi Épületgépész Napokat, ugyanakkor az előző évekhez képest is számottevő sikerrel.

„Rendezvényünk egyfajta kihívásnak is tekinthető, hiszen a virtuális tér, illetve a digitális technológiák olyan lehetőségeket nyitnak meg előttünk, amelyeket a jövőben is hasznosíthatunk” – hangsúlyozta a házigazda nevében dr. Csoknyai Tamás, a BME Gépészmérnöki Kar Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék tanszékvezető egyetemi docense, miután megnyitotta a 26. Műegyetemi Épületgépész Napokat. Ebben az évben a szakmai továbbképzés és kiállítás mottója „Biztonság és hatékonyság” volt. Előbbiről az első, utóbbiról a második napon hallhattak előadásokat az érdeklődők.

Forrás: bme.hu

Következő cikkünkben dr. Csoknyai Tamás a szakmai továbbképzés keretében tartott előadásának legfontosabb gondolatait foglalja össze.



Belépés a virtuális kiállításra



A virtuális kiállítótér

Az épületenergetikai irányelv 2018-as módosítása és aktuális kérdései

Dr. Csoknyai Tamás

A 2018/844 EK irányelv (2018. május 30.) másodszor módosította az épületek energiahatékonyságáról szóló uniós irányelvet, amely meghatározza az épületenergetikai követelményrendszer, valamint az energiatanúsítás kereteit. A módosítás intézkedéseit 2020 után több lépcsőben kell életbe léptetni a tagállamokban. A hazai implementáció folyamatban van, az Innovációs és Technológiai Minisztérium irányítja a folyamatot. A módosítás számos ambiciózus intézkedése várhatóan meghatározó lesz a szakma és az építőipar rövid és hosszú távú fejlődése szempontjából egyaránt.

A cikk a Műegyetemi Épületgépész Napok rendezvényen elhangzott előadás alapján készült.

Stratégiai célok és piacorientációs intézkedések

Az irányelv igazodik ahhoz a fő stratégiai célhoz, amely szerint az Európai Unióban 2050-ig az 1990-es szinthez képest 80-95%-kal kell csökkenteni az üvegházhatású gáz kibocsátást. Ehhez a tagállamoknak hosszú távú épületfelújítási stratégiát kell kidolgozni a 2050-ig tartó időszakra. Ebben a következő elemeknek kell megjeleníteni:

- nagy energiahatékonyságú és dekarbonizált épületállomány megvalósítása;
- meglévő épületek közel nulla energiaigényű épületekké való, költséghatékony átalakítása;
- mélyfelújítások ösztönzése;
- az energiaszegénység mérséklése;
- intelligens technológiák és az energiaközösségekbe kapcsolt épületcsoportok kialakításának előmozdítása;
- kitekintés az egészséggel, biztonsággal, tűzbiztonsággal és levegőtisztasággal kapcsolatos vonatkozásokra;
- piaci mechanizmus könnyítések;
- energiahatékonyság-javításra irányuló pénzügyi intézkedéseket a megcélzott vagy megvalósult energiamegtakarításhoz kell kötni;
- egyablakos ügyintézési rendszer kiépítése a fogyasztók számára, energetikai tanácsadási szolgáltatások biztosítása.

Követelmények és tanúsítás

Az irányelv módosítás számos új elemet tartalmaz, de nem módosítja érdemben a közel nulla energiaigényű épületek bevezetési folyamatát. Ugyanakkor a közel nulla

energiaigényű (KNE) épületállomány 2050-re való megvalósításának célja előrevetíti azt, hogy előbb-utóbb elkerülhetetlen lesz a KNE követelmények kiterjesztése felújításokra is. A mostani módosítás ezt még nem írja elő, de 2025. végéig újabb irányelv módosítás várható.

Az irányelv szorgalmazza ugyanakkor a mély felújítások erősítését, valamint az ún. „épületfelújítási útlevele” rendszerének bevezetését. A stratégiai cél nyilvánvalóan csak mély felújításokkal érhető el, viszont egy komplex felújítás sokszor gyakorlati, finanszírozási nehézségek miatt nem valósulhat meg egyszerre. Az útlevele célja egyfajta ütemezési menetrendet adni a mély felújításhoz, ha csak több lépcsőben van lehetőség a megvalósításra. Az energiatanúsítványok jelenleg csak szabályozatlan keretek között megfogalmazott, nagyon vázlatos, a gyakorlatban kérdéses hasznosságú javaslatokat tartalmaznak. Az EU Horizon 2020 programja keretében finanszírozott QualDeEPC projekt egy ilyen, mélyfelújításokat ösztönző, a felhasználói igényeket kielégítő, nemzetközi tanúsítási séma kidolgozása folyik, amelyben tanszékünk is részt vesz.

Az „épületgépészeti rendszer” fogalom helyett bevezetésre kerül az „épülettechnikai rendszer” fogalom, ami az épületgépészet mellett magában foglalja a napelemes rendszereket és a világítást is.

Új elem, hogy rendszerszintű épülettechnikai követelményeket kell előírni. Ezt az irányelv a következőképpen fogalmazza meg: „A tagállamok biztosítják, hogy épülettechnikai rendszer telepítésekor, cseréjekor vagy korszerűsítésekor a megváltoztatott résznek és adott esetben a megváltoztatott rendszer egészének általános energiahatékonysága értékelésre kerüljön.”

Eddig is voltak épületgépészeti követelmények, de csak a rendszerelemekre, nem a rendszer egészére. Az implementáció számos nehezen megoldható kérdést vet fel. Az inspekciónak ismét előtérbe kerülhet. Az irányelv előírja ugyanis a fűtési (>70 kW) és a légkondicionáló rendszerek (>70 kW) hozzáférhető részeinek (pl. hőfejlesztők, vezérlőrendszerek és keringető szivattyúk) rendszeres helyszíni vizsgálatát az épületekben.

Energiatárolás, okos épületek

A megújuló energiát hasznosító rendszerek előtérbe kerülése nagy kihívást jelent hálózatzemeltetési szempontból az



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 847100.



energiatermelés rendszertelensége miatt. Megoldást az energiatárolási kapacitások növelése jelenthet, aminek egyik kulcseleme az elektromos autók akkumulátor-kapacitásainak kihasználása. Ez a magyarázata annak, hogy az irányelv előírásokat ad elektromos autó töltőpontok kiépítésére épületekhez kapcsoltnak. Előírja többek között az új építésű és a jelentős felújítás alá vont, tíznél több parkolóhellyel rendelkező, nem lakáscélú épületek esetében elektromos autó töltőpontok kötelező kiépítését.

Előtérbe kerül továbbá az okos technológiák épületekben való kötelező alkalmazása, ami több lépcsőben, különböző intézkedéseken keresztül kerül bevezetésre. A nem lakáscélú épületeket 2025-re fel kell szerelni épületautomatizálási rendszerekkel (290 kW felett). Lakóépületekben a következők kiépítését írja elő: „folyamatos elektronikus felügyeleti funkció (amely méri a rendszer hatékonyságát és tájékoztatja az épület tulajdonosát vagy kezelőjét, ha a hatékonyság jelentősen csökkent és ha szükség van a rendszer karbantartására), valamint „hatékony ellenőrző funkciók az energiatermelési, -elosztási, -tárolási és -felhasználási optimum elérése érdekében”.

Fontos újdonság az okosépület-mutató bevezetése, egyelőre opcionális jelleggel. Az eredeti nevén „Smart Readiness” indikátor (SRI) azt hivatott kifejezni, hogy „az épület milyen mértékben képes érzékelni, értelmezni, kommunikálni és hatékony választ adni a változó körülményekre az épülettechnikai rendszerek, energiaellátó hálózatok és az épület használói igények viszonyában.”

Az indikátor meghatározási módszertanának kidolgozása nem tagállami hatáskör, hanem uniós szinten történik. Az értékelés során meghatározott területeken (fűtés, HMV előállítás, hűtés, szellőzés, világítás, dinamikus épületburok, elektromos áramellátás, elektromos autótöltés, monitoring és szabályozhatóság) meghatározott kritériumok (energiamegtakarítás az épületekben, épületek flexibilitása – villamos- és távhőhálózat és energiatárolás viszonya, komfort, kényelem, egészség, karbantartás és hibajelzés, az épülettechnikai rendszer információinak kijelzése) szerint kell értékelni.

Még nem dőlt el, hogy az SRI indikátor meghatározása kinek a feladata. Egyik lehetőség a tanúsítási folyamatba történő integrálás, de elképzelhető egy teljesen új szakértői hálózat létrehozása is.

EPB szabványrendszer

Az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) kidolgozott egy nagyon részletes, közel 50 szabványból álló szabványrendszert épületenergetikai számításokhoz, mely alapja lehet energiatanúsítási, energia audit számításoknak. Alkalmazásuk a tagállamok számára nem kötelező, de kötelesek egyfajta egyenértékűség vizsgálatot végezni. A közel jövőben e szabványok kötelezővé tétele nálunk nem valószínű a szabványok terjedelme, használati költsége miatt, továbbá azért, mert egyelőre csak angol nyelven állnak rendelkezésre. Alkalmazásuk az esetek túlnyomó részében nem is indokolt, de komplexebb épületek, épülettechnikai rendszerek esetén célszerű lehet alkalmazásuk. Indokolt továbbá a hazai számítási módszerek bizonyos mértékű bővítése, közelítése a szabványrendszer egyes módszereihez. Az EPB szabványokról további információk található az epb.center honlapon angol nyelven.

Az épületenergetikai jogszabályok egyéb aktuális kérdései

Fentiek miatt a 7/2006. TNM rendelet és a tanúsításról szóló 176/2008. kormányrendelet módosítása folyamatban van. Ugyanakkor, ha már az uniós irányelv miatt a rendeletekhez hozzá kell nyúlni, érdemes az elmúlt 14 év gyakorlati tapasztalatai alapján, a felmerült hibák orvoslása érdekében, valamint új technológiák térhódítása miatt átfogó felülvizsgálatot végezni. Az előkészítő folyamat már 2019-ben elkezdődött, amelybe az ITM Tanszékünket is bevonta. Várhatóan a jogszabályi módosítások és az intézkedések bevezetése több lépésben fognak megvalósulni.

Kihirdették a 2020. évi Épületgépészeti Nívódíjat

Az Építési Vállalkozók Országos Szakszövetsége, az Építéstudományi Egyesület, mint alapítók és az Építőipari Mesterdíj Alapítvány, a Közlekedéstudományi Egyesület, a Magyar Építész Kamara, a Magyar Építőművészek Szövetsége, a Magyar Épületgépészeti Koordinációs Szövetség, a Magyar Mérnöki Kamara Építési Tagozata, a Magyar Művészeti Akadémia Építőművészeti Tagozata és az MTF Közmű-technológiákért Egyesület minden évben Nívódíj pályázatot hirdet. Ennek keretében az épületgépészet területén kiemelkedő teljesítményt nyújtó munkát is különdíjjal, az **Épületgépészeti Nívódíjjal** ismerik el.

2020-ban az Épületgépészeti Nívódíjat az új Puskás Aréna épületgépészeti tervezéséért **Virág Zoltán**, a DUOPLAN Kft. Mérnöki Iroda épületgépészeti vezető tervezőjének ítelték.

Az új Puskás Arénának teljesítenie kell a legmagasabb UEFA kategóriájú, a labdarúgó pályákra vonatkozó nemzetközi előírásokat, ugyanakkor a labdarúgó mérkőzéseken kívül számos más funkciót is (pl. prózai és zenei előadásokat) is kiszolgálhat, akár a küzdőtér teljes elfoglalásával. Ez az épület Magyarország legnagyobb középülete 220.000 m²-es méretével! Az épületgépészeti tervezés BIM rendszerben történt, ezzel biztosítva az ütközésmentes kivitelezést.

Gratulálunk a kitiüntetettnek!

Korszerű és klímabarát épületgépészeti rendszerválasztás életciklus-alapon

Gergely László

Abstract

As global warming is one of the main issues nowadays, there is a growing intention in the support of eco-friendly solutions in many fields. As buildings account for 20-40% of primary energy demand, it is reasonable to have a look at the options of heating, domestic hot water and cooling systems of buildings.

The present paper therefore examines the different system options that are able to fulfil the same function. These come down to the following:

- air-to-air heat pump (for H - heating and C – cooling) along with gas-boiler (for DHW – domestic hot water)
- air-to-air heat pump (H+C) along with electric boiler (DHW)
- air-to-water heat pump (H+C+DHW)

The aim of the study is not to evaluate a single case, but to develop a spreadsheet that helps determine the best available technology from the perspective of carbon emission for different types of buildings, for various locations. The former is represented through the ratio of H, C and DHW, the latter is a variable of the carbon emission of low voltage electricity that is region-based.

The spreadsheet enables investors and engineers to adopt the system with the lowest emission values. Even political decisions could be supported with the data to properly form policies in order to achieve the goals in combating climate change.

Bevezetés

Napjaink egyik legmeghatározóbb trendje az energetikában a környezetbarát energiafelhasználási lehetőségek kutatása, ezek alkalmazása. Globálisan az üvegházhatású gázok kibocsátásának 17,5%-áért az épületek energiafelhasználása felel [1], ezzel az ipari energiafelhasználás után a második legjelentősebb kibocsátó ez a szektor. A klímavédelmi célok eléréséhez így értelemszerűen az épületek energiaigényére is fokozott figyelmet kell fordítanunk. Ennek megfelelően egyre kiemeltebb szerepet kap az épületgépészeti rendszerek épületenergetikai vizsgálata, gondoljunk akár az energetikai tanúsításra, auditra, az épületminősítő rendszerekre.

Gergely László végzős Msc-s Energetikai mérnök hallgató

Konzulens: Szilágyi Artúr tudományos segédmunkatárs

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék



1. A vizsgálat célja

Jelen cikk célja bemutatni egy olyan vizsgálati módszertant, amely az üvegházhatású-gázok egyik legnagyobb kibocsátó szektorát, az épületeket, ezen belül is azok épületgépészeti rendszereit célozza meg a kibocsátáscsökkentési lehetőségek feltárása érdekében. Ehhez a berendezések és energiahordozók teljes életciklusát figyelembe véve megvizsgáltuk azokat a paramétereket, amelyek hatással vannak a kibocsátási értékekre. Célunk volt, hogy az eredmények grafikus megjelenítésével egy széleskörűen alkalmazható, könnyen értelmezhető döntéstámogató-eszközt biztosítsunk a szakmabeliek számára az egyes rendszerek választásához, azok szén-dioxid megta-
karítási potenciálján keresztül. Jelen vizsgálatban a környezeti hatásokat a klímaváltozásra gyakorolt hatások szempontjából (globális felmelegedési potenciál, szén-dioxid egyenérték) szemléltük. Első körben a hőszivattyús rendszereket vizsgáltuk meg.

1.1. Az életciklus-értékelés vázlatos bemutatása

Ahhoz, hogy az épületgépészeti rendszerek életciklusának felépítésébe betekintést kapjunk, egy korábbi vizsgálat során egy Daikin EWYQ 016 CAWP típusú levegő-víz hőszivattyú életciklus-elemzését végeztük el. Egyéb kutatások alapján megállapítottuk, hogy a vizsgálat során elegendő a hőtermelő berendezések vizsgálata, a hőleadó felületek gyártásából származó kibocsátástól eltekinthetünk [2]. A berendezés alkatrészeivel kapcsolatban a Daikin Hungary Kft. adatszolgáltatását használtuk fel [3]. A gyártáshoz szükséges energiaigényt a szakirodalom alapján határoztuk meg [4].

Az elemzés esetében egy 12 kW méretezési hőigényű lakóház fűtési igényét látta el a berendezés, alacsony hőmérsékletű 45/38 °C-os rendszeren keresztül. A berendezés teljesítmény együtthatóját egyéves időszakra a havi középhőmérsékletből és a berendezés adott hőmérséklethez és előremenő hőmérsékletéhez tartozó teljesítmény együtthatójából határoztuk meg, lineáris interpolációval, majd ezen havi értékek átlagolásával. Az életciklus-elemzést openLCA 10.2 szoftverben végeztük, ecoinvent 3.4 adatbázissal [5]. A hatáselemzést során az Európai Bizottság által kifejlesztett Product Environmental Footprint- et (PEF) módszertan szerint jártunk el [6].

1.2. Az előzménykutatás eredménye

Az életciklus-elemzés hatáselemzésének eredményeként azt láttuk, hogy a bevitt paraméterekre vonatkozólag az életciklus alatt kibocsátásra kerülő ÜHG gázok mértéke kb. 0,29 kg CO₂ egyenérték 1 kWh hőre vonatkoztatva [7]. A klímaváltozáshoz való hozzájárulásban a legnagyobb szerepet a felhasznált villamosenergia-termelés közben létrejött kibocsátások

okozzák. A korábbi paraméterekkel mintegy 71%-ban járulnak hozzá jelen hatáskategóriához. A fennmaradó részből 26%-ot a hulladékkezelés képvisel, de kiemelendő, hogy ebbe a kategóriába sorolták a hűtőközeg szivárgást, és gyakorlatilag a kategória egészét ez jelenti. Ennek értéke azért lett ilyen magas (az egyéb szakirodalmakhoz képest), mivel az éves szintű 6%-os szivárgáson kívül az életciklus végén egy 50%-os közegvesztést is feltételeztünk, klímászerelő cégekkel folytatott egyeztetés után. Esetünkben ez kb. 10 kg R410A közeg környezetbe való szivárgását jelenti, ami kilogrammonként 2088 kg CO₂ egyenértéket jelent (ennyi ugyanis a közeg GWP-je) [8], [9].

Számos tanulmány más-más hűtőközeggel és szivárgási tényezővel számol az egyes elemzések esetén [4], [10]. Jelen számítások a továbbiakban a saját LCA modell értékeit használják a hűtőközeggel kapcsolatos kibocsátások tekintetében. A számításokban alkalmazott, hűtőközeg-szivárgásból származó kibocsátási érték villamosenergiára vetítve 182 [gCO₂ egyenérték / kWh villamos energia].

1.3. Az életciklus-elemzésből levonható következtetések

Az eredmények ismeretében elmondhatjuk, hogy a klímaváltozás okozásában a vártaknak megfelelően a felhasznált villamos energia, illetve a felhasznált hűtőközegek a meghatározók. A berendezés összetétele tulajdonképpen elhanyagolható. Ebből arra is következtethetünk, hogy a gázkazánoknál ehhez hasonlóan a felhasznált energia lesz a meghatározó – egyrészt, mert sok esetben ez nagyobb CO₂ egyenértékkel rendelkezik, mint a rendelkezésre álló villamos energia, másrészt mert a gázkazánok üzeme esetén nincs egyéb olyan segédanyag, amely magas kibocsátási értékeket eredményezne az életciklus során. Szintén az eredményekből levonható következtetés, hogy az életciklus fázisai közül a berendezés üzemelésén kívül még a hulladékkezelést szükséges figyelembe venni (a szivárgott hűtőközeg tekintetében) a többi fázis ezekhez képest elhanyagolható.

Így arra a következtetésre juthatunk, hogy a klímabarát épületgépészeti rendszerek választásánál a következők lesznek kiemelt fontosságúak:

- a berendezés input energiájának (villamos energia / gáz) ÜHG kibocsátása,
- a berendezés teljesítmény együtthatója / hatásfoka,
- amennyiben hőszivattyúról beszélünk, a hűtőközeg típusa és a szivárgás mértéke.

A továbbiakban számításaink ezeket a paramétereket vették figyelembe.

2. Módszer: döntés-előkészítő mátrix

Ahhoz, hogy az egyes rendszerek közötti választást egyszerűvé tegyük, a következőkben egy mátrixot építünk fel, oly módon, hogy alkalmas legyen az épület fajlagos nettó hőenergia igényei (épület tipológia) és a felhasznált villamos energia fajlagos kibocsátásai (az épület elhelyezkedése) alapján megmutatni, hogy a vizsgált épületgépészeti rendszerek közül (2.1.) melyik jelenti a legkisebb ÜHG kibocsátást, életciklus alapon. Ehhez az épületgépészeti rendszerek kibocsátására és a

villamos energia jellemzőire, továbbá a már ismert, hűtőközgeből származó kibocsátásokra van szükségünk.

A felhasznált energia mennyiségét, formáját jórészt az alkalmazott épületgépészeti rendszer határozza meg. Ezek között vannak olyan rendszerek, amelyek viszonylag általánosan elérhetők a fogyasztók számára, mint a gázkazánok alkalmazása vagy a hőszivattyúk használata (természetesen ez a gázellátással illetve megfelelő villamosenergia-ellátással rendelkező fogyasztói pontokra igaz); illetve vannak olyan megoldások is, amelyek akár hálózati lefedettség szempontjából (például távhő rendszer) vagy a technológia árából adódóan (napkollektoros rendszer) kevésbé mondhatók elérhetőeknek. Mivel jelen munka célja, hogy egy általánosan alkalmazható segédletet biztosítson az épületgépészeti rendszerek kapcsán, a hőszivattyúk, gázkazánok és villanybojler vizsgálat került sorra.

Kiemelendő, hogy az egyes épülettípusoknak nem csak fűtési és használati melegvíz hőtermelésre lehet szükségük, hanem az épületek temperálása során egyre jelentősebbé válik a hűtési energiaigény is.

2.1. A vizsgált épületgépészeti rendszerek

A vizsgált rendszerkialakítások célja, hogy a jelentkező fűtési (F), hűtési (H) és használati melegvíz készítési (HMF) igényt minél kisebb fajlagos szén-dioxid kibocsátás mellett lássa el. A vizsgált épületgépészeti rendszerkialakítások ennek megfelelően a következők voltak:

- levegő-víz hőszivattyú (F+H+HMF célokra),
- levegő-levegő hőszivattyú (F+H célokra) és gázkazán (HMF termelésre),
- levegő-levegő hőszivattyú (F+H célokra) és villanybojler (HMF termelésre).

Az egyes rendszereket betűkóddal és színkóddal jelöltük az 1. táblázat szerint.

1. táblázat. Az épületgépészeti rendszerek jelölése a mátrixban

Rendszerelemek	Betű és színkód
Levegő-víz hőszivattyú (F+H+HMF célokra)	AW
Levegő-levegő hőszivattyú (F+H célokra) és gázkazán (HMF termelésre)	GB
Levegő-levegő hőszivattyú (F+H célokra) és villanybojler (HMF termelésre)	EB

Értelemszerű, hogy a gázkazán alkalmazása lehetséges fűtési szempontból is, illetve általában a berendezés mérete is megengedné ezt, azonban a vizsgálatból a későbbiekben látjuk, hogy a vizsgálati szemléletmód alapján ez egy magas kibocsátásokkal járó rendszert eredményezne, így nem vizsgáltuk. Továbbá az egyes rendszerkialakítások létjogosultságát természetesen megfelelő körültekintéssel kell kezelni.

2.2. A fogyasztási paraméterek fajlagosítása

Az általánosítás nemcsak az épületgépészeti rendszer szempontjából, hanem fogyasztói oldalról is fontos. A fogyasztói szokások ugyanis fogyasztási pontonként igen eltérőek.

Ez már a lakossági fogyasztók esetében is igaz – gondoljunk például egy 4 fős energetikailag korszerű lakás energiafelhasználására vagy egy 2 fős háztartás energetikailag korszerűtlen családi házában felmerülő hőigényekre. Amennyiben azonban kilépünk a lakossági fogyasztók köréből, a kép még ennél is változatosabb. Eltérő lesz az egyes épületek energiafelhasználása rendeltetéstől és épületszerkezettől függően is.

Annak érdekében, hogy a vizsgálati mátrix lefedje a különböző igényű eseteket, a fogyasztási paraméterek fajlagosítására volt szükség. Ennek alapjául a Q_F [kWh] éves nettó fűtési energiaigényt szolgált. Az éves nettó hűtési energiaigényt (Q_H [kWh]) illetve a melegvízkészítés éves nettó energiaigényét (Q_{HMV} [kWh]) a későbbiekben ezzel arányosítottuk. Ezzel egyszerre sikerül feloldani a különböző igények, rendeltetés és a változó épületszerkezetek problémáját.

Például a korábban említett 4 fős korszerű energetikai paraméterekkel rendelkező lakás energiafelhasználása esetén a Q_{HMV} / Q_F hányados értéke jóval nagyobb lesz, mint egy 2 fő által lakott, régi családi ház esetében, ugyanis előbbinél Q_{HMV} körülbelül a duplája, míg a Q_F jelentősen kisebb. Vagy akár gondolhatunk egy irodaházra is, ahol a Q_{HMV} akár egy nagyságrenddel is kisebb lehet a Q_F -nél, emellett a Q_H is meg-jelenik, sőt, akár jelentős mértéket is ölthet, szintén a betöltött funkció és az épületenergetikai adottságok függvényében.

2.3. A vizsgálati mátrix kialakítása

A nettó hőenergia igények fajlagosításával a típus és funkció okozta nehézségek feloldásra kerültek, azonban az épületek földrajzi helye még mindig bizonytalanságot eredményez, hiszen a villamos energia fajlagos kibocsátási értéke jellemzően az egy adott ország vagy régió energiamixének a függvénye. Márpedig az input energia tulajdonságai igen jelentősek a vizsgálat szempontjából, ahogyan az életciklus elemzésből láthattuk. A villamos energia kifizetésén értelmezett széndioxid egyenértékének így mindenképpen szerepelni kell még a vizsgálati mátrixban.

A fentiek alapján így egy olyan mátrix állítható össze, amelynek paraméterei

- a Q_{HMV} / Q_F arányszám,
- a Q_H / Q_F arányszám, illetve
- f_{CO_2} , a villamos energia fajlagos CO_2 kibocsátása.

A villamosenergia-felhasználás életciklus-alapú kibocsátási értékének tekintetében érdemes lehet európai adatbázisokban megkeresni a megfelelő számértékeket. Például az európai Közös Kutatóközpont erre vonatkozó kutatásának eredménye szerint Magyarország esetében ez az érték 2015-ös évre vonatkozóan 274 [gCO₂ / kWh] volt [11]. (Itt megemlítendő, hogy az egyes adatbázisok igen eltérő értékeket szerepeltethetnek, ezen a területen mindenképpen fejlődnie kell a hasonló vizsgálatoknak.)

2.4. A vizsgálat során alkalmazott értékek és jelölések

Az épületgépészeti rendszereknél azt, hogy 1 kWh nettó hőigényt milyen fajlagos kibocsátással tud kielégíteni egy adott berendezés, az alkalmazott berendezés szempontjából annak hatásfoka (η) vagy szezonális teljesítmény együtthatója (SCOP), illetve szezonális energiahatékonysági tényezője

(SEER) határozza meg. Ehhez jön még hozzá faktorként felhasznált energiaforrásból származó kibocsátás életciklus alapon, illetve többletként a hűtőközeg alkalmazásából származó kibocsátás a hőszivattyúk esetében.

A számítás során felhasznált, állandósított értékek közül a hatásfok, SCOP és SEER értékek a valóságban igen széles skálán mozoghatnak, de az eredmények bemutatásához kiválasztottunk néhány tipikus esetet. Az értékek felvételekor a Dán Energiahivatal által elvégzett, 2020-ra vonatkozó becsléseket alkalmaztuk [12]. Az indexálás során „AA” az „air-to-air” (azaz levegő-levegő), „AW” pedig az „air-to-water” (levegő-víz) kifejezésekre utal.

2. táblázat. A számításhoz használt adatok összegeve

Levegő-víz hőszivattyú		
SCOP _{HMV,AW}	3,35	[-]
SCOP _{HMV,AW}	3,55	[-]
SEER _{AW}	4,55	[-]
Levegő-levegő hőszivattyú		
SCOP _{F,AA}	4,9	[-]
SEER _{AA}	5,9	[-]
Hűtőközeg		
γ_{CO_2}	181,5	[gCO ₂ / kWh _e]
Gázkazán		
g_{CO_2}	248,6	[gCO ₂ / kWh]
η_g	95	[%]
Villanybojler		
η_b	100	[%]

Állandó értéként szerepel még a gázfelhasználáshoz tartozó fajlagos kibocsátási érték, amelyet ecoinvent 3.4 adatbázissal [5] határoztunk meg (értékében nem szerepel a gázkazán hatásfoka, tehát például alacsonyabb kazánhatásfok esetén a kibocsátási érték növekszik). Az értékek rögzítésével a számadatok rendelkezésre állnak az eredmények mátrixos bemutatására.

3. Eredmények

3.1. A vizsgálati mátrix

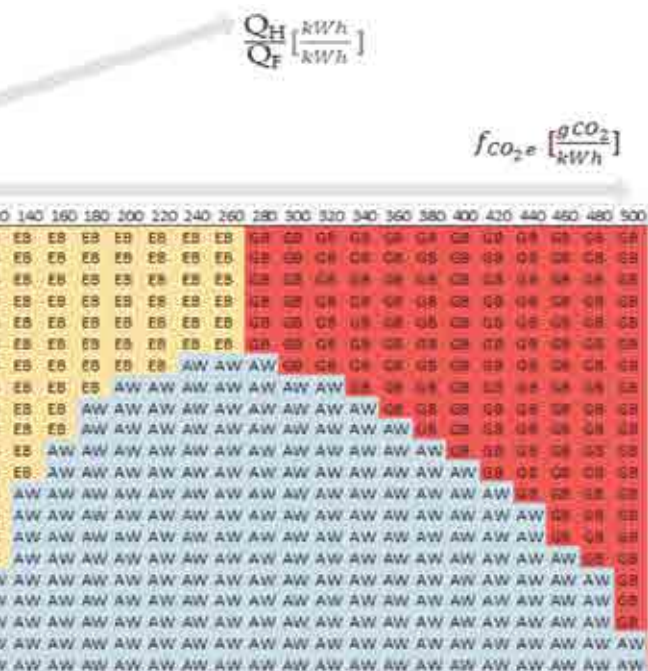
Vizsgálati mátrixunk a korábbiaknak megfelelően azt fogja megmutatni, hogy az egyes rendszerkialakítások közül melyik lesz az, amelyik az adott nettó hőenergia igények (Q_{HMV} / Q_F [kWh/kWh] és Q_H / Q_F [kWh/kWh]) és a felhasznált villamos energia fajlagos kibocsátásának (f_{CO_2e} [gCO₂ / kWh]) a függvényében, a berendezések tulajdonságainak rögzítése mellett, a legkisebb fajlagos szén-dioxid kibocsátást jelenti. A háromdimenziós függvény prezentálása síkmetszetek mentén célszerű, az eredmények átláthatóságának érdekében.

A mátrix kétdimenziós síkmetszete arra az esetre, ha hűtési igény nem jelentkezik ($Q_H = 0$ kWh) a 3. táblázat szerint alakult.

3. táblázat.
Mátrix
 $Q_H / Q_F = 0$
esetén

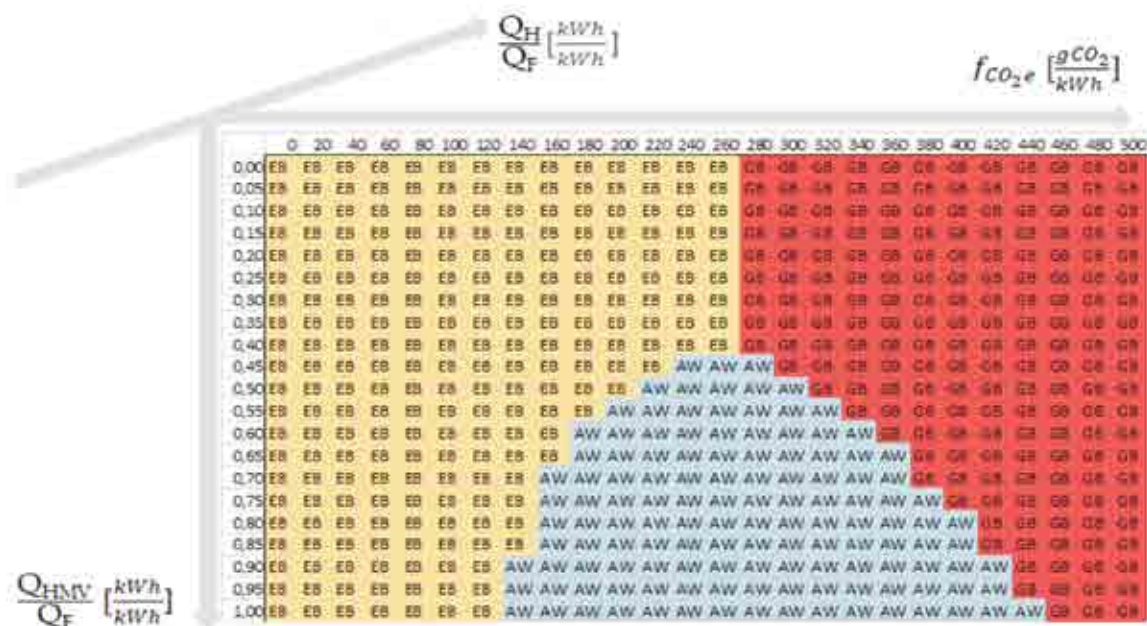
A mátrixban kialakult határvonalak az előzetes várakozásokkal megegyezően alakultak. Mivel GB és EB kizárólag a HMV készítés módjában különböznek, így a két rendszer kibocsátásának különbsége is ebből fakad. A két rendszer határa ott lesz, ahol a gázkazános HMV készítésnél már tisztább megoldást jelent a villanybojleres. A határértéket a gázkazán hatásfoka határozza meg, a gázégetés fajlagos kibocsátását ugyanis ezzel kell kompenzálni. Jelen esetben ez az érték kb. 262 [gCO₂ / kWh], ami azt jelenti, hogy ahol a rendelkezésre álló villamos energia (a villanybojler hatásfokával kompenzálva) ennél kisebb érték, ott a villanybojler jelent tisztább hőtermelést, ahol nagyobb, ott a gázkazán.

Jelen határvonallal az is kiszámítható, hogy milyen SCOP érték mellett lesz kedvezőbb a hőszivattyús hőtermelés, mint a gázkazános. A magyarországi villamos energia esetében (274 [gCO₂ / kWh]) ez SCOP = 1,74-re adódik. A villamos-energia „tisztulásával” ez az érték csökken, ami tükrözi, hogy a hőszivattyúk az esetek többségében már most is kedvezőbbek szén-dioxid egyenérték kibocsátásából, és a jövőben ez várhatóan fokozódik.



A gázkazános HMV termeléshez képest a levegő-víz hőszivattyú, AW, az esetek többségében előnyösebb (kb. 696 [gCO₂ / kWh]-nál kisebb kibocsátású villamosenergia-rendszer esetén) megoldást jelent. A villanybojlerrel szemben viszont „alulról korlátos” a hűtőközeg miatt (ennek értéke kb. 77 [gCO₂ / kWh] a kezdeti szám adatokkal). Emellett nem szabad arról sem megfeledkezni, hogy a fűtési SCOP és hűtési SEER értékek alacsonyabbak lesznek a levegő-víz hőszivattyús rendszerek esetén, így nagyobb kibocsátást eredményeznek a levegő-levegő hőszivattyúhoz képest.

A létrejövő határhelyzet a 2. táblázatból látható, azonban a berendezések paramétereinek illetve a fogyasztási adatok függvényében ez változik. Utóbbiból számunkra a hűtési igény változására látható a határvonal átrajzolódása (ugyanis ekkor látjuk majd a mátrix másik síkmetszetét). Amennyiben például a hűtési energiaigény megközelíti a fűtést (pl. $Q_H / Q_F = 0,8$), a síkmetszet a 4. táblázat szerint néz ki.



4. táblázat.
Mátrix
 $Q_H / Q_F = 0,8$
esetén

A nettó energiaigények változása, az azokhoz köthető egyes esetek vélhetően könnyebben értelmezhetők épületgépészeti szemmel, mint a villamos energiához tartozó fajlagos kibocsátás, de láthattuk, hogy utóbbi szerepe igencsak meghatározó a vizsgálat szempontjából. A kibocsátási értékeket a villamos energia esetén tulajdonképpen a mögöttes energiatermelő rendszerek határozzák meg. Azt, hogy ez az érték mennyire eltérő lehet az egyes országok esetében, jelen esetben talán célszerű azzal szemléltetni, hogy a 2. táblázathoz tartozó ($Q_H / Q_F = 0$) legkisebb kibocsátással járó megoldások mennyire eltérőek a mögöttes villamosenergia-rendszer függvényében az egyes országok esetén.

Környezethatár épületgépészeti rendszer adott fogyasztási paraméterek mellett a villamosenergia-rendszer függvényében



Legjobb rendszer $Q_{HMV} / Q_F = 0,45$ és $Q_H / Q_F = 0$ esetén

3.2. Számszerű értékek

Az egyes rendszerek kibocsátásainak értéke, mint láthattuk, a bevitt paraméterekre, változókra igen érzékeny. A mátrixszal kapcsolatban viszont elmondható, hogy az egyes alkalmazásokra ajánlott hőszivattyús rendszerek magyarországi alkalmazásra (azaz 274 [gCO₂ / kWh] fajlagos kibocsátású villamos energiával számítva) jellemzően fele akkora szén-dioxid egyenérték kibocsátással járnak, mint a gázkazános hőtermelés. Egy 5500 kWh/év fűtési, 2500 kWh/év HMV készítési energiaigényű családi ház esetében például AW 132 [gCO₂ / kWh], míg a gázkazános hőtermelés kb. 262 [gCO₂ / kWh] értéket eredményez. A mátrix jelentőségét fokozza, hogy a vizsgált rendszerek között jellemzően 10–20%-os eltérés tapasztalható. Ez emeli a rendszerválasztás fontosságát, vizsgálatát az adott alkalmazások esetében, hiszen a megfelelő választással ez a megtakarítás is érvényesíthető.

4. Összegzés

Épületeink, épületgépészeti rendszereinknek mindenképpen a klímavédelmi, energetikai törekvések célkeresztjében kell állniuk a közeljövőben az itt jelentkező magas kibocsátási értékek miatt. A kibocsátási értékek, környezeti hatások csökkentésére ezen a területen az egyik adódó és egyre inkább szorgalmazott lehetőség a hőszivattyúk, hőszivattyús rendszerek alkalmazása. Ahogy láthattuk, a hőszivattyús rendszerek jelentős kibocsátáscsökkenést jelenthetnek például a gázkazános rendszerekhez képest. A kibocsátási értékek azonban tovább csökkenthetők az alkalmazási körülményekhez megfelelően választott épületgépészeti rendszerekkel.

A vizsgálatban láthattuk, hogy az egyes rendszerek és kiegészítő berendezéseik különböző alkalmazásokban bizonyulnak előnyösnek a berendezések paramétereit és a külső hatásokat figyelembe véve. Általánosan elmondható azonban, hogy a rendszerek kibocsátási értékei egymáshoz képest 10–20%-kal is eltérhetnek, érdemes tehát a javasolt döntés-segítő mátrix áttekintése, gyors alkalmazása, amennyiben az épületgépészeti rendszer választása esetén minimalizálni kívánjuk az okozott klímaváltozási hatást.

AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-20-2 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.



5. Források

- [1] H. Ritchie, "Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from? - Our World in Data," Our World in Data, 2020, [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>.
- [2] V. P. Shah, D. C. DeBella, and R. J. Ries, "Life cycle assessment of residential heating and cooling systems in four regions in the United States," vol. 40, pp. 503–513, 2008, doi: 10.1016/j.enbuild.2007.04.004.
- [3] Daikin Hungary Kft. „Daikin adatszolgáltatás EWYQ 016 CAWP monoblokkos levegő-víz hőszivattyúról.”
- [4] J. A. Lozano Miralles, R. López García, J. M. Palomar Carnicero, and F. J. R. Martínez, "Comparative study of heat pump system and biomass boiler system to a tertiary building using the Life Cycle Assessment (LCA)," Renew. Energy, vol. 152, pp. 1439–1450, 2020, doi: 10.1016/j.renene.2019.12.148.
- [5] Ecoinvent, "Ecoinvent 3.4." 2014, [Online]. Available: www.ecoinvent.com.
- [6] EC-JRC, "Product Environmental Footprint (PEF) Guide," European Commission Jt. Res. Cent., p. 154, 2012, [Online]. Available: http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/PEF_methodology_final_draft.pdf.
- [7] L. Gergely, „Fűtési rendszerek életciklus-értékelése,” Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2020.
- [8] A. G. Devecioğlu and V. Oruç, "Energetic performance analysis of R466A as an alternative to R410A in VRF systems," Eng. Sci. Technol. an Int. J., no. xxxx, 2020, doi: 10.1016/j.jestch.2020.04.003.
- [9] X. Chen, J. Yang, C. Liu, and J. Chen, "Heating performance comparison of R410A and its substitutions in air-to-water heat pumps with vapor injection," Int. J. Refrig., vol. 96, pp. 78–87, 2018, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2018.09.007.
- [10] S. Marinelli, F. Lolli, R. Gamberini, and B. Rimini, "Life Cycle Thinking (LCT) applied to residential heat pump systems: A critical review," Energy Build., vol. 185, pp. 210–223, 2019, doi: 10.1016/j.enbuild.2018.12.035.
- [11] European Joint Research Centre, "Reporting guidelines," 2020, doi: 10.1123/APAQ.2014-0197.
- [12] Our World in Data, "Technology Data for heating installations," 2016. <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector> (accessed Oct. 25, 2020).

Komfortos és energiahatékony épületek kialakítása, intelligens szellőzési rendszerekkel

Szellőztetés nem egyenlő szellőzés. El kell oszlatni azt a tévhitet, hogy az ablaknyitás képes biztosítani a megfelelő levegőminőséget épületen belül. Az ezredforduló előtti épületeknek sajátja volt a szerkezeteken fellépő magas filtráció, ami, bár jelentős fűtési hőveszteséget okozott, de sokszor túlzott légcserét is biztosított. Ekkoriban az ablaknyitás jól kiegészítette az épület természetes szellőzését.

Ma már az energia-hatékonysági elvárások jogszabályi szinten is előírják a magas hőszigetelési képességet, ami gyakorlatilag a természetes filtráció megszűnését eredményezi. Nem szabad azonban megfélekedni arról, hogy így az épület természetes szellőzés nélkül marad. Kizárólag folyamatos és szabályozott szellőzési rendszer kiépítésével kompenzálhatjuk azt a hiányt, amit az épület természetes filtrációjának megszűnése eredményez!

Komfortszellőzésről akkor beszélhetünk, ha folyamatos és alacsony légáramlással, komfortromlás nélkül, a pillanatnyi igényekhez igazodó intenzitású légcserét biztosítunk. Mivel a rossz levegőminőség velejárója a magas páratartalom, célszerű és egyszerű ezeknek a paraméternek az érzékelését kihasználni a szellőzés intenzitásának szabályozására.

Érdemes elgondolkozni azon, hogy bár a legkorszerűbb szellőzési módnak a hővisszanyerős szellőzést tartjuk, mit lehet tenni azoknál az épületeknél, ahol akár finánciális, akár egyéb okokból ez nem valósítható meg. Sajnos túl sok épület épül még úgy, hogy a szellőzés teljes mértékben kimarad. Az ebből eredő problémákat a tulajdonosok már az első téli hónapban érezni fogják.

Az Aereco páraszabályozott szellőzési rendszerei ilyen esetekben is biztos megoldást nyújtanak. A rendszer nagy előnye, hogy a friss levegő beáramoltatása helyiségenként, a páratartalom függvényében történik légbevezetők segítségével, amelyhez nincs szükség légtechnikai csőrendszer kiépítésére, míg az elhasznált levegő elvezetése a kiszolgáló helyiségeken keresztül, folyamatosan, de változó fordulatszámú üzemelő központi ventilátor segítségével történik.

A szabályozást a végpontokon elhelyezett légelvezetők végzik, amelyek pára és/vagy jelenlét érzékelő segítségével gondoskodnak az igényekhez alkalmazkodó intenzitásról.



Központi szellőzés elvi sémája



Az Aereco Légtechnika Kft. idén ünnepli 20. születésnapját. Ehhez kapcsolódóan már a tavalyi évben sikerült birtokba venni új székházunkat, amely nemcsak környezettudatosság és energia hatékonyság szempontjából jövőbe mutató, de belső levegőminősége is példaértékű. Az épület jól tükrözi azt az átgondoltságot, ami már a tervezés során látható volt. A közel ezer négyzetméteres épületben saját hővisszanyerős rendszerünk biztosítja a kiváló levegő minőséget oly módon, hogy az egyes helyiségekben jelenlét, vagy CO₂ érzékelő szabályozza a szellőzés pillanatnyi intenzitását. Hővisszanyerőink nem csupán állandó térfogatáram tartásra képesek, de kialakíthatóak állandó nyomástartásra is. Így biztosítható, megfelelő érzékelők és vezérlés segítségével, a pillanatnyi igényekhez alkalmazkodó szellőzési rendszer kialakítása.



Az Aereco Székház gépészeti helyisége

Fontos felhívni a figyelmet arra a tényre, hogy az esetek nagy részében a megrendelő elvárása nem az, hogy szellőzési rendszer kerüljön az épületbe, hanem az, hogy az épület komfortos és élhető legyen. A tervező felelőssége az ehhez szükséges szellőzés megtervezése, illetve ennek fontosságára felhívni megrendelője figyelmét. A tervezés során igazi segítség az Aereco kiválasztó programja, amely minden releváns információt megad a hővisszanyerőinkről, amelyek nélkülözhetetlenek a megfelelő gépválasztáshoz.

Engel-Ziegler György kereskedelmi vezető
Aereco Légtechnika Kft.

Ventilation rate and room size effects on infection risk of COVID-19

Jarek Kurnitski

A szellőző levegő térfogatáramának és a helyiség méretének hatása a COVID-19 járványra

A COVID-19 járványról eddig rendelkezésre álló információk azt mutatják, hogy ennek a betegségnek a terjedése összefügg az emberek egymástól való távolságával (amelyre az általános szellőzés nem nyújt megoldást) és a nem megfelelően szellőztetett helyiségekkel. Az eddigi fertőzésekből ismert, hogy a külső, szellőző levegő térfogatárama személyenként 1–2 l/s volt. A cikk bemutatja, hogy mekkora a fertőzés valószínűsége a közös helyiségekben, amikor a szellőzés térfogatárama a meglévő szabványokban javasolt személyenkénti 10 l/s értéknek felel meg.

Gyakori cél, hogy a COVID-19 típusú járvány idején – amennyiben a szellőző térfogatárama lehetővé teszi – az épületben minél több helyiséget használjunk. A nagyobb légcseré mindig kedvezőbb, de az aeroszol koncentráció hígításához mindig ismernünk kell a fertőzött személyenként szükséges külső levegő mennyiségét. A meglévő szabványok szerint kialakított nagyterű helyiségek többnyire kielégítik ez a feltételt, de a néhány ember által elfoglalt kisebb irodák nagyobb kockázatot jelentenek.

Prof. Jarek Kurnitski

REHVA Műszaki és Kutatási Bizottság elnöke
Tallini Műszaki Egyetem, Aalto Egyetem
jarek.kurnitski@ttu.ee



A helyiségben tartózkodók számának 1 főre történő korlátozása, a tartózkodási idő csökkentése és a fizikai távolságtartás alkalmazása a továbbfertőzés valószínűségét csökkenti. A jövőben a szellőzés javítása érdekében javasolt a komfort szabvány I. kategóriáját alkalmazni.

A cikk a REHVA Journal 2020/5. számában jelent meg.

Available information on COVID-19 shows that transmission of this disease has been associated with close proximity (for which general ventilation isn't the solution) and with spaces that are simply inadequately ventilated. From superspreading events it is known that outdoor air ventilation has been as low as 1–2 L/s per person. In the following it is analysed that is the infection probability in common spaces when ventilation corresponds to about 10 L/s per person recommended in existing standards.

The effect of outdoor air ventilation on virus concentration in the air is illustrated in **Figure 1**. Mixing ventilation reduces very high concentration near the source to a roughly constant level in the room from about 1.5 m distance of the source. Reduction of the virus concentration with effective ventilation allows to control the exposure, i.e. the dose that is closely linked to the infection probability and depends on the breathing rate, concentration and time.

In principle there are two major ways to reduce the dose and infection risk: to increase the ventilation and to reduce the occupancy time. In existing ventilation systems, it is typically not possible to increase the fan speed significantly, so the system can deliver the performance it is sized to do.

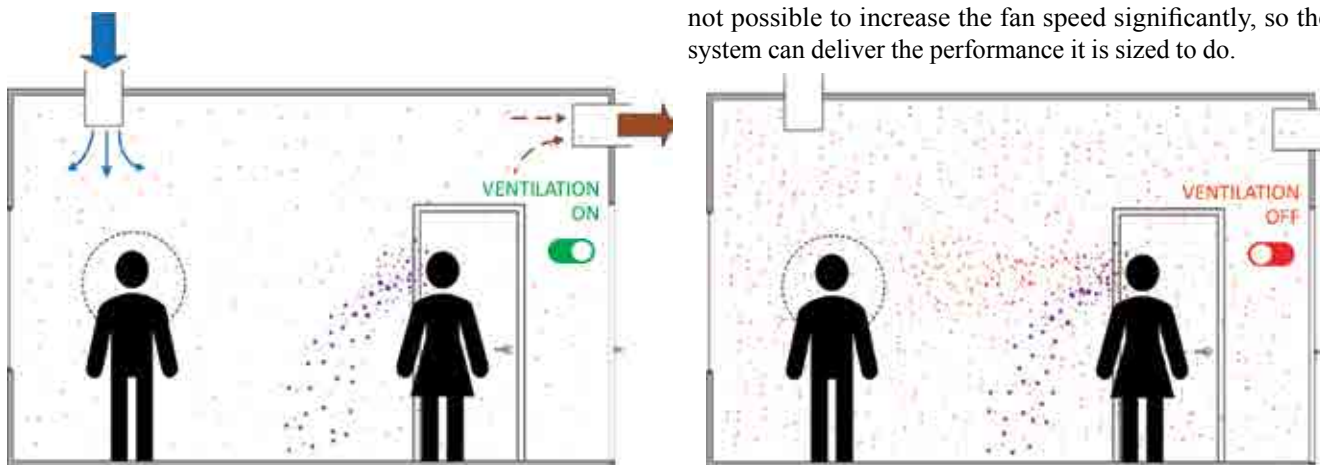


Figure 1. Illustration of how an infected person (speaking woman on the right) leads to aerosol exposure (red spikes) in the breathing zone of another person (man on the left in this case). Large droplet exhalation is marked with purple spikes. When the room is ventilated, the amount of virus-laden particles in the breathing zone is much lower than when the ventilation system is off. Left figure: ventilation system on, right figure: ventilation system off. (Figure: courtesy REHVA)

Sometimes it may be possible to increase total airflow rates by 10-20% overall and by balancing possibly more significantly in specific rooms. In epidemic conditions, obviously demand control has to be overruled and systems should run on nominal or maximum speed. From a legal point of view, the outdoor air ventilation rate must fulfill at least national minimum requirements set in the local building code or other regulatory documents (which may also include specific regulation for COVID-19). If a national ventilation regulation does not exist then typically local building laws will always contain a provision for „good building practice”, referring to the use of national, European or international standards and guidelines. Typical sizing according to ISO 17772-1:2017 and EN 16798-1:2019 results in default Indoor Climate Category II to 1.5 – 2 L/s per floor m² (10–15 L/s per person) outdoor airflow rates in offices and to about 4 L/s per floor m² (8–10 L/s per person) in meeting rooms and classrooms.

Ventilation improvement in existing or new buildings brings a question, are the ventilation rates of Category II enough, or is more outdoor air ventilation needed to reduce the risk of cross-infection? Infection risk is currently not addressed in these standards as design criterion. On the other hand, cross-infection risk is well known and applied in the design of hospital buildings where it leads to ventilation with a 6-12 air change per hour (ACH) rate. Hospital ventilation systems have worked well in COVID-19 conditions as cross-infections have been under control, illustrating that high capacity ventilation is capable to keep aerosol concentration at low level. In non-hospital buildings, there are evidently lower emission rates and smaller numbers of infected persons per floor area. So a lower ventilation rate than in hospitals, for instance Category I ventilation rate, could be considered as a starting point for the risk reduction. It is also worth noting that 4 L/s per floor m² in meeting rooms and classrooms corresponds to 5 ACH and is not much below the air change rate of patient rooms with precautions against airborne risks.

Probability of infection

Infection risk can be calculated for different activities and rooms using a standard airborne disease transmission Wells-Riley model, calibrated to COVID-19 with correct source strength, i.e., quanta emission rates. In this model, the viral load emitted is expressed in terms of quanta emission rate (E , quanta/h). A quantum is defined as the dose of airborne droplet nuclei required to cause infection in 63% of susceptible persons. With the Wells-Riley model [1], the probability of infection (p) is related to the number of quanta inhaled (n) according to Equation (1):

$$p = 1 - e^{-n} \quad (1)$$

The quanta inhaled (n , quanta) depends on the time-average quanta concentration (C_{avg} , quanta/m³), the volumetric breathing rate of an occupant (Q_b , m³/h) and the duration of the occupancy (D , h):

$$n = C_{\text{avg}} Q_b D \quad (2)$$

The airborne quanta concentration increases with time from an initial value of zero following a “one minus exponential” form, which is the standard dynamic response of a fully mixed indoor volume to a constant input source. A fully mixed material balance model for the room can be applied to calculate the concentration:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{E}{V} - \lambda C, \quad (3)$$

where

- E quanta emission rate (quanta/h);
- V volume of the room (m³);
- λ first-order loss rate coefficient [2] for quanta/h due to the summed effects of ventilation (λ_v , 1/h), deposition onto surfaces (λ_{dep} , 1/h) and virus decay (k , 1/h);
- C time-dependent airborne concentration of infectious quanta (quanta/m³).

The surface deposition loss rate of 0.3 1/h may be estimated based on data from [3, 4]. For virus decay Fears [5] shows no decay in virus-containing aerosol for 16 hours at 53% RH, whereas *van Doremalen* [6] estimated the half-life of airborne SARS-CoV-2 as 1.1 h, which equates to a decay rate of 0.63 1/h. An average value of these two studies is 0.32 1/h.

Assuming the quanta concentration is 0 at the beginning of the occupancy, equation (3) is solved and the average concentration determined as follows:

$$C(t) = \frac{E}{\lambda V} (1 - e^{-\lambda t}), \quad (4)$$

$$C_{\text{avg}} = \frac{1}{D} \int_0^D C(t) dt = \frac{E}{\lambda V} \left[1 - \frac{1}{\lambda D} (1 - e^{-\lambda D}) \right], \quad (5)$$

where

t time (h).

Calculation examples can be found from papers analysing the Skagit Valley Chorale event [7] and quanta generation rates for SARS-CoV-2 [8]. Quanta emission rates vary over a large range of 3 – 300 quanta/h depending strongly on activities so that higher values apply for loud speaking, shouting and singing and also for higher metabolism rates, as shown in **Table 1**. Volumetric breathing rates depend on the activity being undertaken as shown in **Table 2**.

Table 1. 90th percentile SARS-CoV-2 quanta emission rates for different activities [9]

Activity	Quanta emission rate, quanta/h
Resting, oral breathing	3,1
Heavy activity, oral breathing	21
Light activity, speaking	42
Light activity, singing (or loudly speaking)	270

Table 2. Volumetric breathing rates [10, 11]

Activity	Breathing rate, m ³ /h
Standing (office, classroom)	0,54
Talking (meeting room, restaurant)	1,1
Light exercise (shopping)	1,38
Heavy exercise (sports)	3,3

Although SARS-CoV-2 quanta/h emission values include some uncertainties, it is already possible to calculate infection risk estimates and conduct comparisons on the effect of ventilation and room parameters. Results from such calculations are shown in **Figure 2** for commonly used ventilation rates and rooms. It is assumed that in all calculated rooms, there is one infected person. The following time-averaged quanta emission rates calculated from activities shown in Table 1 were used: 5 quanta/h for office work and classroom occupancy, 15 quanta/h for a restaurant, 10 quanta/h for shopping, 21 quanta/h for sports and 19 quanta/h for meeting rooms. While typical COVID-19 infection rates in the general population have been in the magnitude of 1:1000 or 1:10 000, the assumption that only one infected person is in a room that is used by, e.g., 10 (office), 25 (school) or 100 persons (restaurant) is highly valid.

A risk assessment as shown in Figure 2 helps to build a more comprehensive understanding of how virus laden aerosols may be removed by ventilation. The results show that with Category II ventilation rates according to existing standards, the probability of infection is reasonably low (below 5 %) for

open-plan offices, classrooms, well-ventilated restaurants, and for short, no more than 1.5-hour shopping trips or meetings in a large meeting room. Small office rooms occupied by 2-3 persons and small meeting rooms show a greater probability of infection, because even in well ventilated small rooms the airflow per infected person is much smaller than that in large rooms. Therefore, in an epidemic situation small rooms could be safely occupied by one person only. In normally ventilated rooms occupied by one person there is no infection risk at all because of no emission source. There is also a very visible difference between 1 L/s m² and 2 L/s m² ventilation rate in an open plan office (note that 1 L/s m² is below the standard). Speaking and singing activities are associated with high quanta generation, but also physical exercises increase quanta generation and breathing rate that directly affects the dose. Thus, many of indoor sports facilities (excluding swimming pools and large halls) are spaces with higher probability of infection if not specially designed for high outdoor ventilation rates.

Infection risk probability calculation workflow is illustrated in **Table 3** (see next page). The total airflow rate is calculated as a product of L/s per floor area ventilation rate value and the floor area, therefore the larger the room the larger the total airflow rate per infected person (1 infected person is assumed in all rooms). It should be noted that the number of occupants has no effect because the calculation is per infected person. The room height (volume) matters on the concentration development so that the source *E* is switched on at time $t = 0$ and the concentration starts to build up. In the calculation, 8-hour occupancy was considered and the

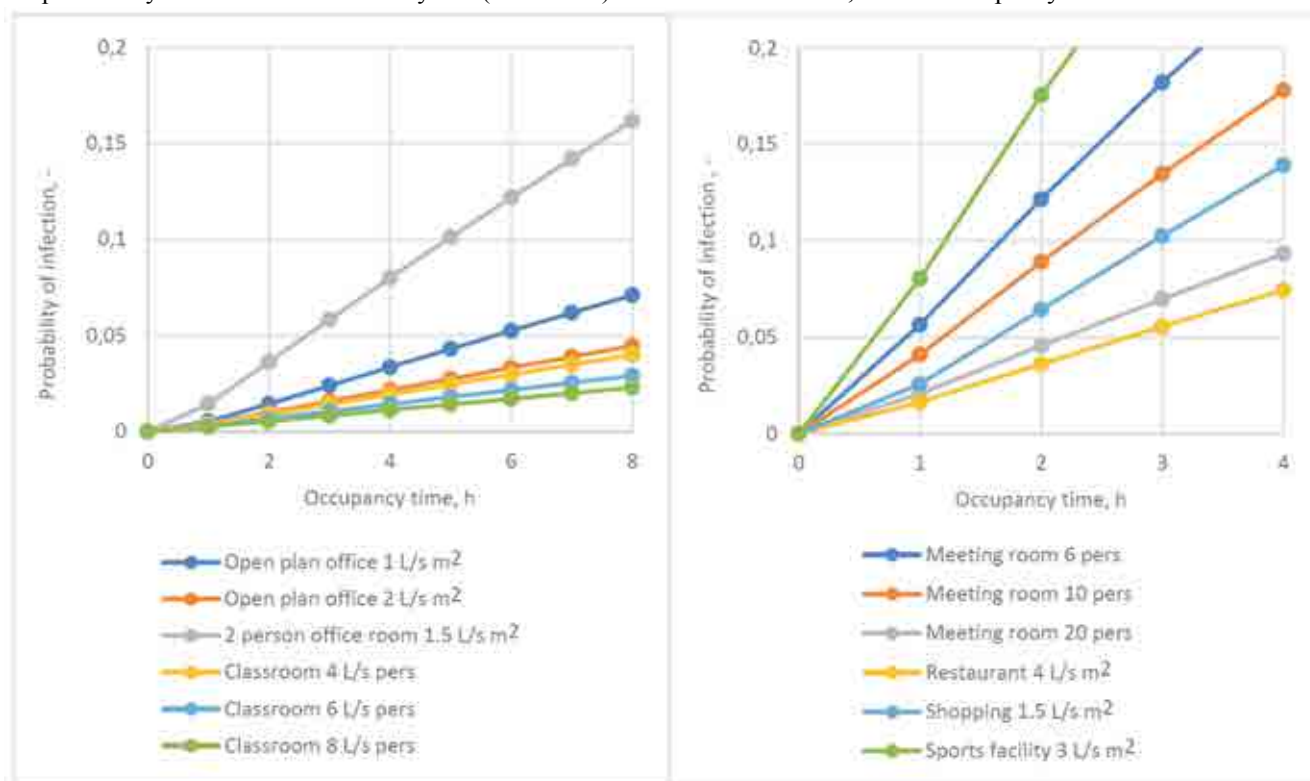


Figure 2. Infection risk assessment for some common non-residential rooms and ventilation rates. 1.5 L/s per m² ventilation rate is used in 2 person office room of 16 m², and 4 L/s per m² in meeting rooms. Detailed input data is reported in Table 3.

Table 3. Infection risk probability calculation workflow for the cases reported in Figure 2.

Case Specific Input Parameters													
	Floor area	Height	Ventilation rate per floor area	Quanta emission rate	Breathing rate	Occupancy time	Air change rate	Total first order loss rate	Room volume	x steady state concentration	Average concentration	Quanta inhaled (dose)	Probability of infection
	A (m ²)	h (m)	L/(s m ²)	quanta/h	m ³ /h	Δt (h)	k _{air} (h ⁻¹)	k _{loss} (h ⁻¹)	V (m ³)		quanta/m ³	quanta	–
Open plan office 1 L/s m ²	50	3	1	5	0.54	8	1.2	1.82	150	0.93	0.02	0.07	0.071
Open plan office 2 L/s m ²	50	3	2	5	0.54	8	2.4	3.02	150	0.96	0.01	0.05	0.045
2 person office room 1.5 L/s m ²	16	3	1.5	5	0.54	8	1.8	2.42	48	0.95	0.04	0.18	0.162
Meeting room 6 pers	18	3	4	19	1.1	8	4.8	5.42	54	0.98	0.06	0.56	0.428
Meeting room 10 pers	25	3	4	19	1.1	8	4.8	5.42	75	0.98	0.05	0.40	0.331
Meeting room 20 pers	50	3	4	19	1.1	8	4.8	5.42	150	0.98	0.02	0.20	0.182
Classroom 4 L/s pers	56	3	2	5	0.54	8	2.4	3.02	168	0.96	0.01	0.04	0.040
Classroom 6 L/s pers	56	3	3	5	0.54	8	3.6	4.22	168	0.97	0.01	0.03	0.029
Classroom 8 L/s pers	56	3	4	5	0.54	8	4.8	5.42	168	0.98	0.01	0.02	0.023
Restaurant 4 L/s m ²	50	3	4	15	1.1	8	4.8	5.42	150	0.98	0.02	0.16	0.147
Shopping 1.5 L/s m ²	50	3	1.5	11	1.38	8	1.8	2.42	150	0.95	0.03	0.32	0.272
Sports facility 3 L/s m ²	50	3	3	21	3.3	8	3.6	4.22	150	0.97	0.03	0.85	0.573

average concentration is quite close to the steady state as the value in the parentheses is higher than 0.9 in all cases (1.0 will correspond to the steady state).

It is important to understand the limitations of the probability calculation:

- Results are sensitive to quanta emission rates which can vary over a large range, as shown in Table 1. The uncertainty of these values is high. Also, there are likely to be superspreaders that are less frequent but may have higher emission rates (as in the choir case [7]). This makes absolute probabilities of infection uncertain, and it is better to look at the order-of-magnitude (i.e. is the risk of the order of 0.1% or 1% or 10% or approaching 100%). The relative effect of control measures may be better understood from this calculation, given the current state of knowledge;
- Calculated probability of infection is a statistical value that applies for a large group of persons, but differences in individual risk may be significant depending upon the individual's personal health situation and susceptibility;
- Assuming full mixing creates another uncertainty because, in large and high rooms, the virus concentration is not necessarily equal all over the room volume. In the calculation, a 50 m² floor area is used for an open-plan office. Generally, up to 4 m high rooms with a maximum volume of 300 m³ could be reasonably well mixed; however, it is more accurate to simulate concentrations with CFD analyses. Sometimes thermal plume effects from occupants may provide some additional mixing in high spaces such as theatres or churches.

These limitations and uncertainties mean that rather than predicting an absolute infection risk, the calculation is capable of comparing the relative effectiveness of solutions and ventilation strategies to support the most appropriate choice. Calculation results are easy to convert to the form of relative risk. In Figure 3 this is done for an open plan

office where 2 L/s per person ventilation rate (0.2 L/s per m²) with occupant density of 10 m² per person is considered as 100% relative risk level. This ventilation rate that is a half of an absolute minimum of 4 L/s per person can be used to describe superspreading events. Results in Figure 3 show that a common ventilation rate of 2 L/s per m² will reduce the relative risk to 34% and doubling that value to 4 L/s per m² will provide relatively smaller further reduction to 19%.

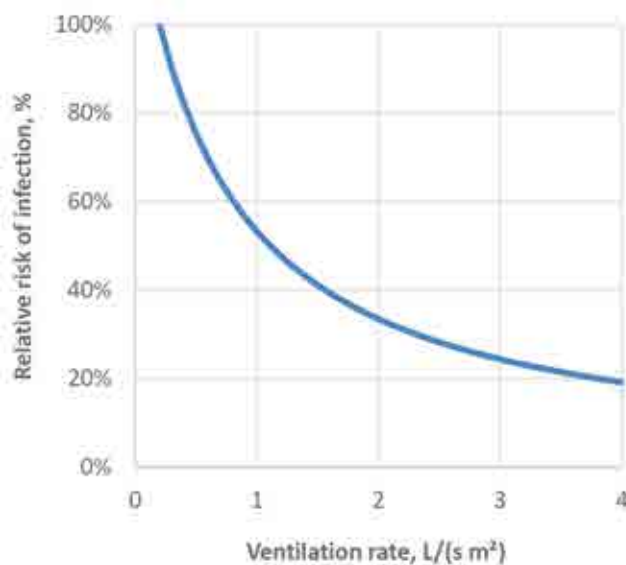


Figure 3. Relative risk in open plan office of 50 m² where 2 L/s per person (0.2 L/s per m²) ventilation rate is considered as a reference level for a superspreading event with 100% relative risk

Finally, Figure 3 allows to estimate that is the difference between Category II and I ventilation rates. With 10 m² per person occupant density the airflow rates become 1.4 and 2.0 L/s per m² in Category II and I respectively when low polluting materials are considered.

Thus, Category II ventilation results in 43% relative risk and Category I in 34% that shows significant improvement as the curve has quite deep slope at that range.

Conclusions

While there are many possibilities to improve ventilation solutions in future, it is important to recognise that current good practice and knowledge allows the use of many rooms in buildings during a COVID-19 type of outbreak as long as ventilation rates correspond to or ideally exceed existing standards and a cross-infection risk assessment is conducted. Regarding the airflow rates, more ventilation is always better, but to dilute the aerosol concentration the total outdoor airflow rate in L/s per infected person matters. This makes large spaces ventilated according to current standards reasonably safe, but smaller rooms occupied by fewer people and with relatively low airflow rates pose a higher risk even if well ventilated. Limiting the number of occupants in small rooms to one person, reducing occupancy time and applying physical distancing will in most cases keep the probability of cross-infection to a reasonable level. For future buildings and ventilation improvement, Category I ventilation rates can be recommended as these provide significant risk reduction compared to common Category II airflow rates.

References

- [1] Nicas M, Nazaroff W, Hubbard A, 2005. Toward Understanding the Risk of Secondary Airborne Infection: Emission of Respirable Pathogens. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2:143–154. <https://doi.org/10.1080/15459620590918466>
- [2] Yang W, Marr LC. Dynamics of airborne influenza A viruses indoors and dependence on humidity. *PLoS ONE*. 2011; 6:e21481 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021481>
- [3] Thatcher TL, Lai ACK, Moreno-Jackson R, Sextro RG, Nazaroff WW. Effects of room furnishings and air speed on particle deposition rates indoors. *Atmospheric Environment*. 2002; 36:1811–1819.
- [4] Diapouli E, Chaloulakou A, Koutrakis P. Estimating the concentration of indoor particles of outdoor origin: A review. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2013; 63:1113–1129. <https://doi.org/10.1080/10962247.2013.791649>
- [5] Fears AC, Klimstra WB, Duprex P, et al. Comparative dynamic aerosol efficiencies of three emergent coronaviruses and the unusual persistence of SARS-CoV-2 in aerosol suspensions. *medRxiv* 2020 preprint [doi: https://doi.org/10.1101/2020.04.13.20063784](https://doi.org/10.1101/2020.04.13.20063784)
- [6] Doremalen N, Bushmaker T, Morris D, Holbrook M, Gamble A, Williamson B, Tamin A, Harcourt J, Thornburg N, Gerber S, Lloyd-Smith J, de Wit E, Munster V, 2020. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020; 382:1564–1567. [DOI: 10.1056/NEJMc2004973](https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973)
- [7] Miller, S. L.; Nazaroff, W. W.; Jimenez, J. L.; Boerstra, A.; Buonanno, G.; Dancer, S. J.; Kurnitski, J.; Marr, L. C.; Morawska, L.; Noakes, C. (2020). Transmission of SARS-CoV-2 by inhalation of respiratory aerosol in the Skagit Valley Chorale superspreading event. *Indoor Air*, 2020, <https://doi.org/10.1111/ina.12751> <https://doi.org/10.1101/2020.06.15.20132027>
- [8] Buonanno G, Stabile L, Morawska L, 2020 Estimation of airborne viral emission: Quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment. *Environment International* 141 (2020) 105794. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105794>
- [9] Buonanno G, Morawska L, Stabile L. Quantitative assessment of the risk of airborne transmission of SARS-CoV-2 infection: Prospective and retrospective applications. *Environment International* 145 (2020) 106112 <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106112>
- [10] Adams, W.C., 1993. Measurement of Breathing Rate and Volume in Routinely Performed Daily Activities. Final Report. Human Performance Laboratory, Physical Education Department, University of California, Davis. Prepared for the California Air Resources Board, Contract No. A033-205.
- [11] Binazzi B, Lanini B, Bianchi R, et al. 2006. Breathing pattern and kinematics in normal subjects during speech, singing and loud whispering. *Acta Physiologica*. 2006; 186: 233–246. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2006.01529.x>



Safe operation of buildings and HVAC systems during the COVID-19 pandemic

Ez az online tanfolyam (kb. 6 óra) a COVID-19 világjárvány alatt és után a legfontosabb tevékenységek témáit tárgyalja a tevékenységek folytatásáról, az épületek biztonságos üzemeltetéséről és a sűrűn elfoglalt beltéri terek speciális használatáról.

A tanfolyam a REHVA COVID-19 útmutató dokumentumokon alapul, és moduljai elméleti alapismereteket nyújtanak a REHVA szakértői által tanított gyakorlati információkkal.

A résztvevők hozzáférést kapnak a REHVA legújabb, a légszűrővel és a szellőztető rendszerek higiéniai követelményeivel kapcsolatos kézikönyveihez is. A képzési anyag áttekintése után az online vizsgákat is sikeresen teljesítő hallgatók képesítést szereznek.

A képzés angol nyelvű. Az ÉTE és MMK tagok kedvezményt kapnak.

További információ és jelentkezés:

www.rehva.eu



Hogyan járulnak hozzá a magas hatásfokú axiálventilátorok a fenntartható épületek LEED minősítéséhez

Az amerikai Zöld Épület Tanács azzal a céllal hozta létre a LEED-et, hogy a 'zöld épület' fogalma meghatározható és mérhető legyen, és hogy segítse fenntartható épületek fejlesztését.

A LEED-del 1998-ban létrejött egy nemzetközi értékelési rendszer, az épületek környezetterhelését csökkentő, általánosan elfogadott módszertan.

A LEED /Leadership in Energy and Environmental Design/ mozaikszó az Élen az Energetikai és Környezettudatos Tervezésben angol szavakból származik.

A LEED világszerte elismert, az épületek fenntarthatóságának amerikai minősítési rendszere, amelyet az amerikai Zöld

Épület Tanács működtet. A világ mintegy 135 országában vannak LEED-minősített épületek. A LEED a fenntarthatósági törekvések és csúcsteljesítmények világszerte elismert szimbóluma.

Egy épület a LEED négyféle minősítését érheti el: minősített, ezüst, arany vagy platina.

Az értékelés áttekintése

Az alábbi táblázat azokat a LEED-feltételeket sorolja fel három kategóriában, amelyekben a NOVENCO® ZerAx® ventilátorok hozzájárulhatnak a LEED rendszer céljainak eléréséhez.

LEED kategória és kritériumok	Leírás	Elérhető pontok
Energia és környezet		
EA P1 Alapvető átadás/átvétel és felülvizsgálat	Ennek a kritériumnak a célja, hogy támogassa a projekt tervezését, építését és üzemeltetését, az építető által elvárt energetikai, vízhasználati, belsőter-minőségi és élettartam-szempontok teljesülését.	Előfeltétel
EA P2 Minimum energetikai teljesítmény	Ennek a kritériumnak a célja, hogy csökkentse a túlzott energiafogyasztás okozta környezeti és gazdasági károkat, az épület és annak rendszerei teljesítsék az alap-energetikai követelményeket.	Előfeltétel
EA C2 Optimalizált energetikai teljesítmény	Ennek a kritériumnak a célja, hogy az energetikai előfeltételeken túl, magasabb fokú energiahatékonysági szinteket érjünk el, csökkentve az energetikai túlfogyasztás környezeti és gazdasági kárait	Sch 1 - 16 NC, CS, Re, DC, WaDC, Ho 1 - 18 He 1 - 20
Anyagok és erőforrások		
MR P2 Építési és bontási hulladék-gazdálkodási terv	Ennek a kritériumnak a célja, hogy újra-felhasználással és -hasznosítással csökkentse a lerakóba vagy égetőbe szállítandó építési és/vagy bontási hulladékot.	Előfeltétel
MR C1 Az épület életciklus-hatásának csökkentése	Ennek a kritériumnak a célja, hogy ösztönözze az adaptív újrahasznosítást és optimalizálja a felhasznált termékek és anyagok környezeti hatásait. Az épület részeire kiterjedő életciklus-elemzés célja a projekt teljes élettartama alatti környezetterhelés csökkentése.	NC, Sch, Re, DC, WaDC, He, Ho 2 - 5 CS 2 - 6
MR C2 Építési termékek közzététele és optimalizálás - Termékek környezeti tanúsításai	Ez a pont az építéshez felhasznált anyagok környezeti hatásainak elemzésekor rendelkezésre álló adatok minőségére fókuszál, mint pl. a környezeti terméknyilatkozatok és azok fajtái. A cél, hogy olyan gyártók termékeinek felhasználását ösztönözzük, melyek rendelkeznek minősített környezeti hatásvizsgálattal.	Mind 1 - 2
MR C3 Építési termékek közzététele és optimalizálás - Alapanyagok beszerzése	Ez a pont az építéshez felhasznált anyagok környezeti hatásainak elemzésekor rendelkezésre álló adatok minőségére fókuszál. A cél olyan termékek és anyagok felhasználásának ösztönzése, melyek rendelkeznek életciklus-információkkal és környezeti, gazdasági és szociális szempontokból előnyös életciklus-hatásuk van.	Mind 1 - 2

A táblázat folytatása a következő oldalon látható.

A táblázat folytatása.

MR C4 épület Építési termékek közzététele és optimalizálás - Anyagok összetétele	Ez a pont a gyártásánál használt vegyi anyagok meghatározására fókuszál. A cél az épület építésénél felhasznált anyagok egészségi kockázatainak meghatározása és csökkentése.	Mind 1 - 2
MR C9 Építési és bontási hulladék-gazdálkodás	Ennek a kritériumnak a célja, hogy újra-felhasználással és -hasznosítással csökkentse a lerakóba vagy égetőbe szállítandó építési és/vagy bontási hulladékot.	Mind 1 - 2
Beltéri környezeti minőség		
EQ P3 Minimum akusztikai teljesítmény	Ez a pont olyan tantermek létrehozását támogatja, ahol a tanár-diák és diák-diák kommunikációt a hatékony akusztikai tervezés elősegíti.	Előfeltétel
EQ C9 Akusztikai teljesítmény	Ez a pont olyan munkahelyek és tantermek létrehozását támogatja, ahol a bent-tartózkodók komfortérzetét, termelékenységét és kommunikációját a hatékony akusztikai tervezés elősegíti.	NC, CS, Sch, Re, DC, WaDC, Ho 1 He 1 - 2

A táblázatban látható jelölések:

NC – új építés CS – spekulatív épületfejlesztés
Sch – iskolák Re – nagykereskedelem
DC – adatközpontok WaDC – áruházak és logisztikai központok
Ho – vendéglátás He – egészségügy

Hogyan járul hozzá a NOVENCO a LEED minősítéshez

A Rambøll Intézet által összeállított riport és az alátámasztó dokumentáció segíti a LEED-auditorok munkáját, hogy értékelhessék a NOVENCO Building & Industry egyedi hozzájárulását a fenntartható épületek minősítéséhez. A dokumentáció leírja, hogyan segítik a NOVENCO® ZerAx® ventilátorok az épületek LEED v4 tervezését és kivitelezését.

Zöld hatás

Megállapítható, hogy a NOVENCO magas hatásfokú és energiahatékony ZerAx® axiálventilátorai pozitívan járulnak hozzá a fenntartható épületek LEED minősítéséhez. Dánia egyik vezető mérnöki és tanácsadó cégével, a Rambøll-lel együttműködésben dokumentáltuk, termékeink hogyan segítik az építőket és építetöket a lehető legtöbb LEED-pont eléréséhez.

A fenti táblázatban három kategóriába csoportosítva felsoroltuk azokat a LEED-feltételeket, amelyekben a NOVENCO Building & Industry termékei hozzájárulhatnak a LEED céljainak eléréséhez. A felsorolt lehetséges pontok az elérhető összpontszámot jelentik a kategóriában, és azokat, amelyekben a NOVENCO hozzájárulhat az eredményhez, épület-típusonként és feltételenként.

Fontos megjegyezni, hogy nem csupán a ZerAx® ventilátor járul hozzá az egyes feltételek teljesüléséhez, a pontok csak azt jelzik, ahol a ZerAx® befolyásolja a pontszerzést.

Fókuszban az energia. Természetesen

A ZerAx® ventilátorok jelentősen hozzájárulnak az épületek energiafogyasztási mutatójához.

A ZerAx® környezettudatos EC+ koncepciója a piac legújabb válasza az egyre növekvő energiamegtakarítási igényekre, mely Danfoss-NOVENCO együttműködés eredményeként jött létre.

A maga max. 85%-os összehatásfokával az EC+ megoldás a leginkább hatékony, megtérülő és korszerű lehetőség a piacon.

Az épületgépészeti rendszerek hatékonyságnövelésére az EC+ koncepció az energiafogyasztás radikális csökkentését kínálja, meglévő és új rendszerekben egyaránt. Egyúttal a környezetterhelés és a CO₂ kibocsátás is jelentősen csökken.

Míndez együttesen teszi az EC+ megoldást erős és hatékony lehetőséggé, ha légtechnikai rendszerek energiahatékonyságának maximalizálása az üzemeltető célja és a környezet érdeke.



ZerAx® axiálventilátor légkezelő egységbe építve

ZerAx® - az életre tervezve



akár 92%-os
ventilátor
hatásfok



20 éven felüli
élettartam



20 – 50%
energia
megtakarítás



12 – 18 hónap
megtérülés



alacsony
zajszint



karbantartás-
mentes



98%-ban újra-
hasznosítható



fenntartható
gyártásból

Ön LEED minősítő?

Amennyiben Ön egy konkrét projekt LEED-minősítésén dolgozik, készséggel rendelkezésére bocsájtok a Rambøll riportját és a hozzátartozó dokumentációs csomagot a NOVENCO termékéről.

Szerző:

Christine Collin

Senior Sustainability Consultant at Rambøll

Christine.Colin@rambooll.com

További információ és kapcsolat:

info@novenco-building.com, Parsch.Adam@schako.hu

Az Év Emberei

A Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti Tagozata által adományozott **Macsikásy Árpád Alkotói Díjat Bokor András** kapta. **Bokor András** a Pollack Mihály Műszaki Főiskola elvégzése után a Budapesti Műszaki Egyetemen gépészmérnöki diplomát szerzett. Első munkahelye a LAKÓTERV volt, ahol nagy mesterektől tanulta a tervezést. 1992-ben megalakította a VIZATERV Kft-t, aminek azóta is az ügyvezetője. Több, mint tíz éve igazságügyi szakértőként is tevékenykedik.

A Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti Tagozata által adományozott **Macsikásy Árpád Életmű Díjat Lucz Géza** kapta. **Lucz Géza** 1965-től eleinte szerkesztőként, majd épületgépész tervezőként, végül igazgatóként dolgozott a megyei tervező vállalatnál és jogutódainál és számos jelentős tervezési munkában vett részt. A Dél-Dunántúli Régió épületgépész szakcsoportjainak tevékenységét koordinálja.

A Magyar Épületgépészeti Koordinációs Szövetség által alapított **Épületgépészetért Díjat Baumann Mihály** kapta. **Baumann Mihály** a PTE MIK Épületgépész- és Létesítménymérnöki Tanszékének vezetője. A fűtéstechnika, mérés és irányítástechnika, laboratóriumi mérések, hőtan, lég- és klimatechnika, alkalmazott számítástechnika tárgyakat oktatja. A BAUSOFT Pécsvárad Kft. ügyvezetőjeként fő tevékenysége az épületgépészeti tervezés, szakmai szoftverfejlesztés.

A Magyar Épületgépészek Szövetsége (MÉGSZ) által adományozott **Meszlényi Zoltán Díjat Réti Pál** kapta. **Réti Pál** 1969-ben a Hűtőgépgyár Gyártmányfejlesztési Főosztályon kezdett dolgozni. 1987-től a Johnson Controls JCI Regelungstechnik GmbH magyarországi képviselőjét vezette. 1990-ben megalapította az Alfaco Warenvertrieb Gesellschaft magyarországi irodáját, majd nyugdíjazásáig ügyvezetője volt.

„Az Év Épületgépész Oktatója”: dr. Barna Edit

Dr. Barna Edit a BME Gépészmérnöki Karán 2010-től tanársegéd, 2015-től adjunktus. Oktatási területe: Épületgépészeti

kivitelezési ismeretek, Épületgépészeti energetika, Fűtéstechnika, Komfortelmélet tárgyak, Épületgépészeti laboratóriumi mérések, szakdolgozatok, diplomatervek konzultálása. Részt vesz az angol nyelvű képzésben, 2019-től tanszéki felelőse.

„Az Év Épületgépész Mérnöke”: Csanád Bálint

Csanád Bálint 1972-ben szerezte meg diplomáját a Budapesti Műszaki Egyetemen. Első munkahelye a BUVÁTI volt, majd saját tervező vállalkozásában, a CONSENSUS Kft-ben folytatta tervezői tevékenységét. Jelentős létesítmények épületgépész tervezési munkáiban vett részt, irányította azokat. A BPMK épületgépész szakcsoportjának aktív vezetője.

„Az Év Épületgépész Tervezője”: Bánhalmi János

Bánhalmi János 1994-ben a debreceni Ybl Miklós Műszaki Főiskola Épületgépészeti Szakán végzett, majd 2005. júniusában épületgépész szakmérnöki diplomát kapott. 2003-ban alapította meg a Bánhalmi Épületgépészeti Kft.-t, ahol az épületgépészeti tervezés a fő tevékenységi területe. Sok fontos létesítmény tervezése fűződik a nevéhez.

„Az Év Épületgépész Kivitelezője”: Margittai István

Margittai István a pécsi Pollack Mihály Főiskolán végzett. A Regale Kft.-nél, majd a Magyar Építő Zrt. gépész projekt osztályán dolgozott. Innen a Columbus Klima Kft.-hez került, ahol munkái között szerepel a Lurdy Ház kivitelezése. 2000-től saját vállalkozásában végzi az épületgépészeti kivitelezési munkákat, amelyek szinte minden gépészeti területet lefednek.

„Az Év Épületgépész Márkaképviselője”: Biró Gábor

Biró Gábor a diploma megszerzése után az Energiagazdálkodási Intézetnél, majd a Budapesti Höerőmű Vállalatnál és a Prometheus Energotechnikánál dolgozott. 1994-től előbb a Gebo Hungária, majd a Gebo See (South-East Europe) Kft. ügyvezetője. Munkáját a minőségi szemlélet, a felelős gondolkodás és a korrektség jellemezte.

Forrás: www.talakozzunk.hu/ev-emberei/, ahol a díjazottak részletesebb bemutatása is olvasható.

LG Therma V R32 Split hőszivattyú: környezetkímélő fűtés és légkondicionálás

Innovatív kompresszortechnológia és új hűtőközeg garانتálja a nagyobb hatékonyságot

Az LG a Therma V R32 Splittel olyan fűtési és melegvíz-előállítási megoldást kínál, amely a környezettudatosság jegyében sem köt kompromisszumot a teljesítmény és a kényelem terén. A HVAC-rendszer mindezt hatékony működéssel, páratlan teljesítménnyel és kényelmes vezérléssel kínálja, miközben más berendezésekhez képest kevesebb káros gázt bocsát ki.

Egyre többek számára fontos a környezettudatosság is a fűtő és légkondicionáló megoldások kiválasztásakor a hatékonyság, a teljesítmény és a sokoldalúság mellett. Ezt az igényt szem előtt tartva tervezte meg az LG a legújabb Therma V R32 Split HVAC-rendszerét. Az új és felújított épületek esetében is használható kompakt egység egy olyan levegő-víz hőszivattyút (Air to Water Heat Pump, AWHP) alkalmaz, amely az összes fenti elvárást teljesíti. Az LG Therma V R32 Split nem csak az LG-től elvárt hatékonyságot, teljesítményt és kényelmet kínálja, de megfelel a hatályos környezetvédelmi szabványok követelményeinek is.



A THERMA V R32 Split megbízható és nagy teljesítményű fűtést biztosít a beltéri környezethez. Még rendkívül hideg hőmérsékleti viszonyok, például -25°C esetén is működőképes.

A jövő hűtőközege

A Therma V R32 Split egyik legfontosabb jellemzője az R32-es hűtőközeg: azzal, hogy az LG erre cserélte le a korábbi R410A hűtőközeget, az ökológiai felelősségvállalás szempontjából jelentős lépést tett meg.

Az Európai Unió által nemrégiben bevezetett, a fluortartalmú üveghatású gázokra (F-gázok) vonatkozó jogszabályok értelmében az összes levegő-víz hőszivattyú-rendszernek kötelező ezt a hűtőközeget alkalmaznia. Az F-gáz rendelet – amely

2006-ban lépett hatályba és 2014-ben módosult – éppen ezért az ingatlan tulajdonosokat, ingatlanfejlesztőket és a potenciális vevőket is érinti. Bár az F-gázok nem károsítják az ózonréteget, mégis a légkörben maradnak és hozzájárulnak az üvegházhatáshoz. Az R32 ún. globális felmelegedési potenciál együtthatója (GWP) csupán 675, ami 70 százalékkal alacsonyabb, mint az R410A hűtőközegé, vagyis ennyivel kisebb mértékben járul hozzá a globális felmelegedéshez. Ez nem minden, hiszen ebből a hűtőközegeből ugyanazon teljesítmény eléréséhez 20 százalékkal kevesebb szükséges, mint az R410A-ból.

Az R32 alkalmazása a Therma V R32 Split készüléket energiahatékonyabb fűtési megoldássá is teszi, amely rendszer így megfelel a hatályos F-gáz előírásoknak is. Az R32 hűtőközeg által megnövelt hatékonysággal a Therma V R32 Split szezonális fűtési teljesítmény-együtthatója (Seasonal Coefficient of Performance, SCOP) eléri a 4,65-os értéket, miközben A+++ -os energiabesorolással fűt (35°C előremenő vízhőmérséklet esetén).



A THERMA V R32 Split klímaberendezésben található, környezeti szempontból fenntartható R32 hűtőközeg globális felmelegedési potenciálja 675, amely 70%-kal alacsonyabb, mint az R410A esetében. Az R32 hűtőközeggel a THERMA V R32 Split még környezetbarátabb fűtési megoldásként kimondottan energiatakarékos.

Teljesítmény az R1 kompresszorral

A környezettudatos hűtőközeg mellett a Therma V R32 Split olyan funkciókat is kínál, amelyek növelik a hatékonyságot és a teljesítményt. Az LG által kifejlesztett R1 kompresszor a világ első „átmenő tengelyes” hibrid csavarkompresszora. Az R1 kompresszor egyesíti a csavarkompresszorok és a forgó dugattyús kompresszorok legjobb elemeit a teljesítmény és a hatékonyság maximalizálása érdekében. Az LG innovatív technológiája megszünteti a csavarkompresszor billegő

mozgását, ezáltal minimálisra csökkenti a kárba vesztett energiát, és növeli a rendszer megbízhatóságát és élettartamát. Ez nem minden, hiszen az új kompresszornak köszönhetően a Therma V R32 hűszivattyú csendesebb és tartósabb is.



A THERMA V R32 Split a forradalmi R1 kompresszorral működik. Ez a korszerű kompresszor különösen a scroll elemek billenő mozgását javítja, növelve ezzel a szerkezet kiemelkedő hatásfokát és megbízhatóságát.

Kényelem és könnyű kezelhetőség

A Therma V R32 Split egy RS3 típusú távirányítóval vezérelhető, amellyel az üzemi állapot ellenőrzése, az üzemelés időzítése és az energiafogyasztási beállítások megadása, ezáltal pedig az üzemeltetési költségek csökkentése is kényelmes és egyszerűvé válik. A felhasználók ráadásul Wi-Fi-n, az LG ThinQ mobilalkalmazáson keresztül irányíthatják a rendszert, a Therma V R32 Split vezérlőpaneljén elérhető funkciók és beállítások nagy részéhez bárhol és bármikor kényelmesen hozzáférhetnek.



A THERMA V R32 Split könnyen és rugalmasan telepíthető bármilyen típusú lakóépületben. A beltéri egység beépített vízköri elemei által a telepítés sokkal könnyebb, és rövidebb idő alatt elvégezhető. Továbbá a hűtőközeg-vezetékek akár 50 m-re is elvezethetők.

Cseh József

AE Project Sales Engineer

LG Electronics Magyar Kft.

E-mail: jozsef.cseh@lge.com

Telefon: +36-30-848-6395



A hűtőközegek helyreállításának magyarázata 3 lépésben!



**STOP SMUGGLING.
START TRACING.**

Az elmúlt években F-gáz rendelet végrehajtása óta és 2015-től az eredeti CO₂-egyenérték 45%-ára történő csökkentése miatt a hűtőközeg-piacon némi bizonytalanság és aggodalom jelent meg bizonyos termékek közel- és középjövőben való rendelkezésre állása miatt.

A Daikin Csoportnál azon dolgozunk, hogy csökkentjük a piac instabilitását és biztosítsuk az összes hűtőközeg rendelkezésre állását a jövőben, hogy megvédjük az Ön vállalkozását és a piacot.

A Daikin a hűtőközegeket életciklusuk minden különböző lépése során kezeli, a gyártásuktól kezdve a légkondicionáló gépek újratöltésén, az értékesítésen és a vevőszolgálaton át a gáz helyreállítás folyamatáig. Biztosítja a visszanyert termékek újra bevezetését a piacon, és a hűtőközegek teljes életciklusa során a környezeti hatás csökkentését a megsemmisítés vagy égetés elkerülésével.

1. lépés: Visszanyerés!

A hulladékgáz megfelelő visszanyerésével nemcsak a légkörbe történő kibocsátás csökkentéséhez és a környezet védelméhez járulunk hozzá, hanem ahhoz is, hogy biztosítsuk a közeljövőben az F-gázok rendelkezésre állását.

Ezért a hűtőközegek visszanyerése a legfontosabb első intézkedés, amelyet meg kell tenni az F-gáz rendelet megvalósítása és az Európai Bizottság által meghatározott uniós éghajlat-változási célok elérése érdekében.

Ne engedje az F-gázokat a légkörbe szétszerelési vagy karbantartási munkák során! A hulladék hűtőközegeket a kifejezetten erre tervezett megfelelő szürke palackokba kell visszanyerni. Kérje meg gázforgalmazóját vagy nagykereskedőjét, hogy bocsássa azokat az Ön rendelkezésére. Ügyeljen arra, hogy a visszanyert palackokat ne töltsen túl, valamint a megfelelő és környezetbarát hulladékkezelés érdekében adja vissza ezeket a palackokat a gázforgalmazónak. Ha szeretne többet megtudni arról, hogy mi történik a gázokkal a visszanyerés után, kérdezze meg gázforgalmazóját az alkalmazott kezeléssel.

2. lépés: Az újrahasznosítás nem helyreállítás!

Ha kíváncsi arra, hogy a hűtőközegek újrahasznosítási és helyreállítási folyamata megegyezik-e, a válasz nem. Hasonlónak tűnhetnek, de valójában hatalmas különbség van közöttük, és ez nagy hatással van a környezetre és mindenekelőtt a hűtőközegek minőségére a kezelés után.

Amikor újrahasznosításról beszélünk, ezalatt az olajnak és más szennyeződéseknek az összegyűjtött hűtőközegekből való eltávolításával történő alapvető tisztítást értünk. Ezt különböző módon lehet elvégezni, például úgy, hogy a közeget

szűrőn keresztül átjuttatjuk egy másik tartályba, ami gyakran a helyszínen történik. Nem vonatkozik rá semmilyen szabványosított eljárás, és nem garantálja a megfelelő tisztítást. És mi több, a nem tanúsított újrahasznosítás káros lehet a berendezésre és károsíthatja a hűtőrendszer egyes alkotóelemeit, mivel nem biztosított az újrahasznosított hűtőközeg minősége, hiszen az újrahasznosított hűtőközeg minőség-ellenőrzése nem történik meg.

Ezzel szemben a helyreállítás az olaj, a nedvesség, a szennyeződések és a kondenzációra nem alkalmas gázok professzionális eltávolítása, amit a hűtőközegek a helyreállításuk után tartalmaznak. A hűtőközeg keverékek feldolgozásakor a szabványosított összetétel is helyreáll.

Ezt a kezelést kifejezetten a hűtőközegek tisztítására és regenerálására tervezett létesítményben kell elvégezni, amely például a DAIKIN Frankfurt melletti Höchst Ipari Parkban található üzemében található. A tisztítási eljárásból származó visszanyert hűtőközegeket mindig a hűtőközegek minőségi szabványai szerint kell tanúsítani, és azokat megfelelően azonosítani és címkézni kell.

A jól helyreállított termékek könnyen nyomon követhetők, és csak megbízható forgalmazóktól vagy kereskedőktől vásárolhatók. A tanúsított helyreállított hűtőközegekre ugyanazok a minőségi szabványok vonatkoznak, és ugyanolyan teljesítményparaméterekkel rendelkeznek, mint az újonnan előállított hűtőközegek, és ezért kockázat nélkül használhatók ugyanarra az alkalmazásra.

3. lépés: Újrafelhasználás!

Tanúsított helyreállított hűtőközegek tulajdonságai és összetétele pontosan megegyezik az újonnan előállított hűtőközegekével, és ugyanazokban az alkalmazásokban használhatók. Ne habozzon használni ezeket, mivel nem okoznak teljesítményproblémákat, és nem befolyásolják a gépek hatékonyságát. Mi több, mivel az F-gáz rendelet nem korlátozza ezek használatát a karbantartási munkák során vagy az új gépekben, garanciát nyújtanak arra, hogy a jövőben is szolgáltatást tud nyújtani ügyfeleinek.

Kérje meg megbízható forgalmazóját, hogy szállítson Önnek tanúsított helyreállított hűtőközegeket, ne vásároljon nem megbízható forrásokból, és legyen bizalmatlan az olcsó ajánlatokkal szemben. A helyreállított hűtőközegeket megfelelően címkézik. Helyreállított gázok vásárlásakor mindig kérjen helyreállításról szóló elemzési tanúsítványt, és azonosítsa a helyreállító létesítmények helyét.

A hamisított hűtőközegek használata a karbantartási munkák során komoly problémákhoz vezethet, különösen a kompresszorban, ami a gép meghibásodásához vezethet.

A használt hűtőközeg megfelelő visszanyerésével és a helyreállított termékek felhasználásával elkezd hozzájárulni a környezetbarát munkamódszerekhez.

A helyreállított hűtőközegek használatával hozzájárulhat a fenntarthatóbb munkahelyi légkör megteremtéséhez és a tevékenységek környezetre gyakorolt hatásának csökkentéséhez.

Ha több információt szeretne kapni arról, hogy mit tesz Daikin

a környezet védelme érdekében, látogasson el hozzánk a <https://www.daikinchem.de/> honlapon, vagy írjon nekünk a refrigerants@daikinchem.de címre.

Daikin Refrigerants Team

www.daikinchem.de

BELIMO hidraulikai és szabályozás-technikai bemutatófal átadása

2020. november 24.-én az OMÉN rendezvénysorozat keretében került sor a BELIMO hidraulikai és szabályozástechnikai bemutatófalának átadására a PTE MIK Épületgépész- és Létesítménymérnöki Tanszék laboratóriumában. Sajnos a koronavírus miatti korlátozások csak diákok nélküli, kis létszámban lebonyolított átadó ünnepség szervezésére adtak most lehetőséget.



A legkorszerűbb technológiákat felvonultató laborkör három támogató cég segítségével valósult meg. A bécsi székhelyű BELIMO Automation Handelsgesellschaft m.b.H. a szerelvényeket és szabályozó elemeket adományozta, illetve a kör tervezését és kivitelezését is magára vállalta. A Grundfos South East Europe Kft. szivattyúival és azok szabályozó rendszereivel járul hozzá a körhöz. A rendszer működtetése pedig a magyar ELCON Electronic Control Automatizálási és Kereskedelmi Kft. legújabb épületfelügyeleti rendszerével történik.

A bemutatófal célja, hogy bemutassa a fűtéstechnikában alkalmazott hagyományos és korszerű rendszer kapcsolásokat, lehetőséget nyújtson ezek sajátosságainak bemutatására, az egyes megoldások összehasonlítására. Sajátossága a rendszernek, hogy beépített elektromos fűtés a hőtermelőt, a berendezés belsejében rejtve beépített négycsöves fan-coil pedig a fogyasztókat helyettesíti, így az egyes rendszerek működését „élőben” lehet nyomon követni.

A korábban megszokott állandó tömegáramú rendszereket napjainkban a változó tömegáramú rendszerek szorítják ki, ezért más elvárások vannak a rendszerek kialakításával, szabályozásával kapcsolatosan. Ugyancsak napjaink sajátosságaként egyre inkább előtérbe kerül, hogy az egyes rendszerek energiafogyasztását önállóan is mérni kell, mert így kap információt a rendszerek üzemeltetője a költségek megoszlásáról. Napjaink energetikai szabályozásai előírják a rendszer önálló szabályozhatóságát és mérhetőségét.

Többek közt ezt mutatja be a BELIMO Energy Valve megoldása, ahol az egység szerves része a mennyiség mérésre szolgáló ultrahangos térfogatárammérő és a szabályozásra és beszabályozásra egyaránt szolgáló motoros működtetésű szabályozócsap. Az egység kiegészül a hőmérsékletek érzékelésére szolgáló érzékelőkkel, így a rendszer pillanatnyi teljesítményével, energia fogyasztásával kapcsolatos valamennyi információ egyetlen elemen keresztül elérhető.



A berendezést vezérlő épületfelügyeleti rendszer valamennyi kör távfelügyeletét elvégzi. Ezen keresztül azok pillanatnyi állapota lekérdezhető, illetve a rendszerek működtetésével kapcsolatos beállítások elvégezhetőek. Az épületfelügyeleti rendszer a bemutatófalra szerelt érintőképernyőn keresztül érhető el, de arra is lehetőséget nyújt, hogy interneten keresztül, távolról üzemeltessük a rendszert. A mért paraméterek tárolásával, az egyes paraméterek változásait akár több napos vagy hetes időszakot átölelően diagramokon lehet megtekinteni.

Mivel a bemutatófal oktatási célokat szolgál, ezért a kialakítása úgy történt, hogy azon különböző előre tervezett forgatókönyv szerinti beállítást a rendszer automatikusan elvégezzen, így az oktatásban különösen hatékonyan használható kiszemelt problémák bemutatására. Az egyes rendszerek önálló működtetése mellett lehetőség van azok egymásra hatásának bemutatására is.

Az elkövetkező időszakra azt a célt tűztük ki, hogy a bemutatófalhoz olyan oktatási anyagokat állítunk össze, amelyek a hallgatók számára az egyes gyakorlatokon elvégzendő feladatokat, megfigyelendő paramétereket, jelenségeket tartalmazzák. A célunk, hogy a következő félévben már rendszeresen használjuk. Ma nem lehet tudni, hogy a tavasszal kontaktórák lesznek, vagy online módon kell oktatnunk, de szerencsére a berendezést mindkét oktatási formában fel lehet használni.

Tanszékünk nevében köszönetemet fejezem ki a támogató cégeknek! Köszönjük, hogy a jövő technológiáját már napjainkban alkalmazni tudjuk!

Baumann Mihály tanszékvezető

RAUTHERM SPEED plus renova: Tépőzáras kontakt rendszer kifejezetten felújításhoz

A plus renova rendszer lehetővé teszi, hogy felújítás, fűtőkorszerűsítés esetén is ajánlható műszaki megoldás a legkomfortosabb, energetikailag hatékony padlófűtés. Világújdonság made by REHAU! Így mutatkozott be pár éve vállalatunk fejlesztése, mint az első kontakt rendszer a tépőzáras fektetés minden előnyével.



16 mm építési magasság is elérhető!

Az épületgépészeti feladatok jelentős részét teszik ki a felújítási munkák és ezek mennyisége mutatja a legkisebb hullámozást. Ehhez hozzájárul a padlófűtéshez is használható burkolatok szélesedő köre, a szabályozhatóság kiváló szintje, valamint az építetők és felújítók növekvő igénye az energiahatékonyság és a komfort iránt. Ugyanakkor jó tudni, hogy a technológiai fejlődéssel a padlófűtés „ökol szabályai” is változnak, ma már nem érvényesek olyan, korábban általánosnak elfogadott számok, mint a 40 – 45 °C-os előremenő vízhőmérséklet vagy a 80 – 100 W/m²-es fűtőtelteljesítmény.

A méretezés szempontjai napjainkban a következőképpen alakulnak:

- Az előremenő vízhőmérséklet legyen 30 – 35 °C-os.
- A fűtőtelteljesítmény 60 – 65 W/m², ami elegendő az épület kifűtésére a mai hőtechnikai jellemzők esetében.
- A csövek átmérője 14-16 mm-es, felújításhoz pedig akár a csupán 10,1 mm átmérőjű cső is rendelkezésre áll. A csőátmérő csökkenése nem okoz számottevő teljesítményromlást.
- Hidraulikai szempontból az egyes körökön 300 mbar a célszerű nyomásesés, hosszukat ennek megfelelően kell meghatározni.

Nemcsak a számok változtak az elmúlt időszakban. A korábban általánosan használt acélhálót, mivel statikai szerepe nincs, felváltották a korszerűbb fektetőlemezek. Általános a nagy szilárdságú esztrich használata, ami úsztatott betonként biztosítja a fűtőcsövek beágyazását. Ezzel és a modern

fektetőlemezek alkalmazásával a padlófűtés építési magassága radikálisan csökkent, ami felújításnál, korszerűsítésnél igen lényeges szempont.

Akár a használó ideiglenes kiköltözése révén vagy lakott ingatlanban kerül sor felújításra, fokozott jelentősége van az átfutási időnek, a rövid határidők tartásának. Az idő különösen értékes kincs napjainkban, így a kivitelező akkor tud jó árajánlatot adni ügyfeleinek, ha kiváló szolgáltatást kínál kedvező áron, de egyben rövid határidővel.

Ezeknek a kihívásoknak maradéktalanul megfelel a **RAUTHERM SPEED plus renova tépőzáras kontaktrendszer.**

A mindössze 2 mm beépítési magasságának és az alsó oldalon lévő ragasztórétegnek köszönhetően a lyukasztott REHAU RAUTHERM SPEED plus renova tépőzáras szőnyeg megfelelő teherbírású és száraz aljzatokra fektethető, mint például meglévő esztrichre, kerámia padlóburkolatra vagy fapadlóra.

Amint a neve is mutatja, felújításokhoz kiválóan alkalmazható ez a rendszer, ami egyedülállóan kicsi, akár 16 mm-es beépítési magasságú. A fektetőlemez egyszerűen és átfedés mentesen fektethető, kis térfogatának köszönhetően könnyen raktározható és szállítható. Különlegessége, hogy a lyukasztásnak köszönhetően az aljzatkiegyenlítő esztrich és a meglévő aljzat között közvetlen kötés jön létre. Ez biztosítja az egyedülállóan alacsony építési magasságot, egyben teljesíti az esztrich vastagságokra vonatkozó előírásokat!



Az öntapadós, lyukasztott RAUTHERM SPEED plus renova szőnyeg elhelyezése átlapolások nélkül egymás mellett

A lyukasztott REHAU RAUTHERM SPEED plus renova tépőzáras szőnyeg lemezként kapható. A polimer anyagból kialakított fektetőlemezre gyárilag van felhordva a tépőzáras fátyolszövet. A szőnyeg speciális lyukasztása 5 cm és többszöröse távolságú fektetési raszternek felel meg, ezzel gyors és precíz csőfektetést tesz lehetővé.

A REHAU RAUTHERM SPEED plus renova tépőzáras szőnyeg műszaki jellemzői:

Kivitel:	lemez	Anyaga:	PE/PP
Hosszúság:	1,17 m	Szélesség:	0,88 m
Vastagság:	2,00 mm	Felület:	1,03 m ²
Fektetési távolság:	5 cm és többszöröse		



A cső fektetése a lyukasztott RAUTHERM SPEED plus renova szőnyegre a lyukasztások közé

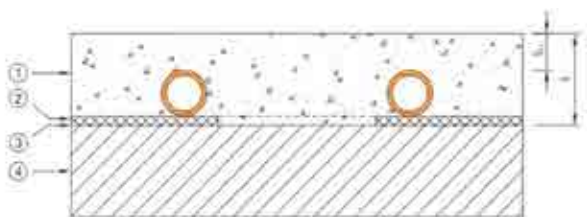
Alkalmazott csőméret:

Rendszerelem a RAUTHERM SPEED K Klett tépőzáras cső, 10,1 x 1,1 mm.

A RAUTHERM SPEED cső a hagyományos felületfűtési csőveknél 30%-kal hajlékonyabb, ami gyorsabbá teszi a kivitelezést. Előnye a rendkívül gyors, szerszám nélküli, egy ember által is elvégezhető kivitelezés, valamint a tekercsben szállított kis térfogat.

A cső elhelyezkedése, maximális és minimális rétegvastagságok

Az ARDEX és a Knauf aljzatkiegyenlítők a RAUTHERM SPEED plus renova tépőzáras rendszerrel kombinálva maximum +45 °C előremenő hőmérsékletig alkalmazhatók.



A padló rétegrendje a csővel

Jelölések:

- 1 – aljzatkiegyenlítő esztrich
- 2 – RAUTHERM SPEED plus renova tépőzáras rendszer: szőnyeg + cső
- 3 – aljzat alapozása/előkezelése
- 4 – teherbíró, stabil aljzat
- s_u – takarás a cső felső éle felett
- s – teljes beépítési magasság – szőnyeg + cső + esztrich

Az ARDEX aljzatkiegyenlítővel elérhető rétegvastagságok:

- ARDEX K 22 F max. 30 mm, illetve fesztített homokos habarccsal max. 50 mm

- ARDEX K 60 max. 16 mm, illetve fesztített homokos habarccsal max. 30 mm

Az ajánlott minimális rétegvastagság: s = 16 mm

A Knauf aljzatkiegyenlítővel elérhető rétegvastagságok:

- Knauf N 440 max. 40 mm rétegvastagság.

Az ajánlott minimális rétegvastagság: s = 21 mm.



Az esztrich terítése a lyukasztott RAUTHERM SPEED plus renova szőnyegen készre szerelt csőhálózatra

A RAUTHERM SPEED plus renova rendszer előnye és a felhasználó haszna

- akár mindössze 16 mm beépítési magasság,
- nem áll fenn az üregképződés veszélye,
- akár 90%-kal kisebb szállítási és raktározási térfogat,
- szerszám nélküli, egy emberes kivitelezés.

Kisebbsúly, kisebb térfogat, így az anyagmozgatás leegyszerűsödik.

Gyorsabb, olcsóbb logisztikát tesz lehetővé!

Szükségtelen a szerelőpár alkalmazása.

Kevesebb a munkaidő ráfordítás a kivitelezés során!

Nagy biztonságot adó rendszermegoldás.

Nincsenek garanciális javítások, így az utólagos időráfordítás elmarad!

A nyerő páros!

RAUTHERM SPEED plus renova padlófűtés + NEA SMART 2.0 felhő alapú, helyiségenkénti felületfűtés, -hűtésszabályozás felújítás esetében is garantálja legmagasabb komfortot.

Az eredmény: egészséges lakás, kifogástalan komfort, energiatékony fűtés!

További, a tervezésre és kivitelezésre vonatkozó műszaki adatokat, információkat a legújabb, 2020. évi Felületfűtés, -hűtés



Műszaki tájékoztató tartalmazza, amely a REHAU ePaper felületén már elérhető!

Szebellédi Tamás üzletágvezető
REHAU Épületgépészeti üzletág



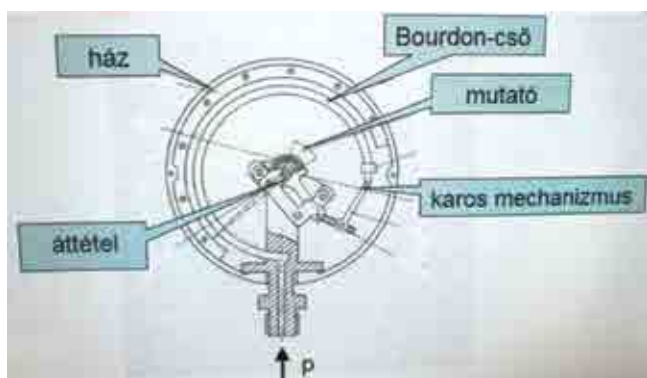
Az Épületgépészeti Múzeum kincseiből

Nyomásmérők 2

Az immáron nagykorú Épületgépészeti Múzeum egyik legnagyobb gyűjteménye nyomásmérőkből van. Az elmúlt időszakban e lap oldalain már foglalkoztunk az „U” csöves, a ferdecsöves és a görbecsöves manométerek, valamint a Betz-féle mikromanométer lelkivilágával és alkalmazási területeivel. Most az úgynevezett „Bourdon-csőves” manométerek sokféleségét mutatjuk be.

A manométer szó a görög manosz = vékony, ritka és a mentron = mérték összetételéből származik.

Eugene Bourdon 1849-ben szabadalmaztatta a Bourdon-csőves (szelencés), vagy másnéven csőrugós manométerét. Manapság ez a legelterjedtebb eszköz nyomás és vákuum mérésére. Működésének az a lényege, hogy ha a körívalakra meghajlított és egyik végén lezárt csövet túlnyomású közeggel kötjük össze, akkor a cső igyekszik kiegyenesedni, míg légkörinél kisebb nyomású közeg esetén meggyűrűlni. Ezt az elmozdulást a fogaskerék-fogasív párhoz kapcsolt mutató a kalibrált skálán rögzített mértékegységben mutatja (1. ábra).



1. ábra

A nyomás (mint jól tudjuk) fizikai mennyiség és a felületre ható nyomóerőt jelenti, azaz például kp/cm^2 vagy N/m^2 mértékegységgel jellemezhető. Azonban a később bemutatandó fotókból kiderül, hogy a különböző gyártók milyen sokféle mértékegységet használtak.

Előtte azonban még foglalkozunk néhány fontos információval!

Torricelli, egy itáliai fizikus és matematikus 1643-ban fedezte fel a higanyos barométert, amiért a hálás utókor róla nevezte el a nyomás mértékegységét „torr”-nak. $1 \text{ torr} = 1 \text{ Hgmm}$.

A vérnyomás és a szemnyomás mérésekor a mai napig a Hgmm-t használják. Az átlagos, „standard”, a tengerszinten mért légköri-, vagy másnéven barometrikus nyomás értéke 760 Hgmm, amit fizikai atmoszférának is nevezünk. $1 \text{ atm} = 760 \text{ Hgmm} = 101\,325 \text{ Pa}$ ($13,59 \times 9,81 \times 760$).

A légköri nyomás a levegő súlyából adódó erő osztva a felülettel. Tehát a súlyerő, a sűrűség, a nehézségi gyorsulás és a folyadékoszlop magasságából számítható. A higanyos barométeren látható, hogy a légnyomás milyen magas higanyoszlop-pal van egyensúlyban. Természetesen használhatnánk higany helyett vizet is, de mint látni fogjuk, ehhez 10 méteres vízoszlopra lenne szükségünk.

Gyakran szerepel a mértékegységekben kilogramm, helytelenül, mivel az tömegegység és nem az erő mértékegysége, ugyanúgy, mint az angolszászoknál a font (LB).

Gyakran használt mértékegység a „bar”, amely a görög baros = súly szóból származik és egy brit tudós, Sir William Napier Shaw vezette be 1909-ben, amit azután nemzetközi szinten 1929-ben fogadtak el. Bár ez nem felel meg az SI mértékrendszernek, a meteorológusok előszeretettel használják ennek ezredrészét a „mbar”-t, ami 100 Pa -t, illetve 1 hPa -t jelent. A Pa (Pascal) a N (Newton) per m^2 nyomásegység, ahol az osztandó az az erő, amely 1 kg tömegű testet 1 m/s^2 gyorsulással gyorsít. Így a Pascal kgm/s^2 . A technikai atmoszféra jele pedig „at”, $1 \text{ at} = 1 \text{ kp}/\text{cm}^2 = 0,98 \text{ bar}$.

A fotókon (2. – 7. ábra) látható Bourdon-csőves manométerek számlapjain megfigyelhető mértékegységek, felsorolásszerűen:

mmWS (WasserSäule, vízoszlop); Hgmm; mmv.o (vízoszlop); kg/cm^2 ; MÉTER-VÍZOSZLOP; Kilogr.pr.□Cmtr (kilogramm per négyzetcentiméter); LBS.PER□INCH (font per négyzet-hüvelyk); 1 Atm. - 1 kilogr.pr.□Cmt (1 fizikai atmoszféra - 1 kilogramm per négyzetcentiméter); bar; kp/cm^2 (kilopond per négyzetcentiméter).



2. ábra

Amennyiben az ember ismeri a fizikai tartalmát, akkor a váltószámok kiszámíthatóak.

Az ábrákat tanulmányozva az is megállapítható, hogy a gyűjteményünkben található nyomásmérők kivitele is sokszínű. Van olyan, amelyik vezérlőszekrénybe építhető, de többségük egyszerűen, menetesen kapcsolódik a csővezetékhez.



3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra



7. ábra

Ugyanilyen változatosságot mutat a méretük is. A legkisebb 40 mm, míg a legnagyobb 250 mm átmérőjű.

A mértékegységekről már szoltam, de külön kiemelném a magyar és az angol számlapokon szereplő □ jelet, a manapság használatos kettes kitevő helyett.

Napjainkban az SI mértérendszer a szabványos, amiről az jut eszembe, hogy Macskásy professzor úr kb. 1972-ben, egy Fűtéstechika előadáson a mértékegységekről azt mondta:

„Fiúk! Én már nem tanulom meg az SI szerinti kazánteljesítményeket kW-ban, én kcal/h-ban mondom el a tudnivalókat, Önök pedig jegyezzék meg: Egytizenhathárom, ez a váltószám a kcal/h és a W között!”

Dr. Chappon Miklós
az Épületgépészeti Múzeum igazgatója

ACO Stormclean Technikai szűrő

Világújdonság a csapadékvíz teljes körű megtisztítására

Ipari területeken, benzinkutakon, autómosókban vagy akár bevásárlóközpontokban is fennáll annak a veszélye, hogy nemcsak olaj, hanem nehézfémek, lebegőanyagok, valamint üledékanyagok is kerülhetnek a csapadékvízbe. Korábban egyszerűen olajleválasztóval igyekeztek ezeket a csapadékvizeket előtisztítani, de a jövő igényei ezen már túlmutatnak. Gumiabroncsokról, fékekből, illetve elektromos üzemelésű járművek használata során jelentős mennyiségű nehézfém és lebegő anyag szennyezheti az utak felületét. Az ACO számára az ilyen szennyező anyagokkal terhelt csapadékvíz tisztítása nem jelent gondot, az újdonságként bemutatkozó Stormclean Technikai szűrő (Stormclean TF) alkalmazásával. Üvegcszálerősített műanyagból készül, így szállítása és telepítése is egyszerű feladat.

Összegyűjtés, tisztítás, tározás és visszajuttatás – az ACO így foglalja össze a felszíni vizek kezelésének folyamatát. A rendszerlánc második elemében jutnak fontos szerephez az olajleválasztók. Az olajleválasztók megtisztítják az összegyűjtött felszíni vizet a belekerülő szennyeződésektől, olajtól, nehézfémektől, egyéb anyagoktól mielőtt az eljutna a csatornarendszerbe vagy visszajutna a természetbe. A hagyományos olajleválasztók esetében bizonyos korlátokkal kell számolni. A csapadékvízbe kerülő nehézfémek olyan lebegő szilárd anyagokhoz kötődnek, amelyek szemcsemérete kisebb 63 mikronnál. Ezeket a részecskéket az egyszerű olajleválasztós, azaz gravitációs technikával nem lehet eltávolítani. Ebben az esetben biztosít megoldást az ACO Stormclean Technikai szűrő, amely reaktív szűrőanyagával megkötöti még a legkisebb részecskéket is, így megvédi a felszín alatti vizeket a szennyeződéstől. Tisztítási határfoka 1:250, ami azt jelenti, hogy egy 1 négyzetméter szűrőanyagfelület képes 250 négyzetméter felület csapadékvizét megtisztítani (ÖNORM B 2506-3). Előre tekintve az ACO rendszerláncában, a Stormclean TF a rendszerlánc harmadik lépcsőjébe, az ACO Stormbrixx szikkasztórendszerbe kerülő víz előkezelését végzi.

Erős, mint a beton, könnyű, mint a műanyag

A Stormclean TF másik előnyét alapanyaga jelenti. A hagyományos, betonból készült olajleválasztók helyett itt ugyanis üvegcszálerősítésű műanyagot (GFK) használ a gyár. Az alapanyagnak köszönhetően a tartályok olyan erősek és ellenállóak, mint a beton, ugyanakkor olyan könnyűek, mint a műanyag. Nem véletlen, hogy számos iparág, köztük a repülőgép-, autó- és hajógyártás is használja.

„A GFK egyik legnagyobb előnye a súlya, ugyanis nagyon könnyű anyagról beszélünk. Ez lehetővé teszi a költségkímélő szállítást, valamint az építkezéseken a kisebb költséggel történő beépítést, mert a mozgatásához nincs szükség nehézgépekre.” – mondta Dobos István, az ACO Kereskedelmi Kft. SWM menedzsere. A GFK nagymértékben ellenáll a statikus és dinamikus terhelésnek és egyéb külső tényezőknek, mint például az időjárásnak, az UV-sugárzásnak és a kémiai hatásoknak. „Mindemellett a Stormclean TF függőleges, valamint fekvő tartályalakításban is rendelhető, igény szerint egyedi méretben is kérhető. A fekvő tartály 3in1 funkcióval rendelkezik, ugyanis az iszapfogó, technikai szűrő és a mintavételi egység egy tartályban helyezkedik el.” – tette hozzá Dobos István. A szűrő és a GFK tartályok együttesen biztosítják, hogy a rendszer jellemzően nehézforgalomnak kitett területen is gond nélkül üzemelhesen.

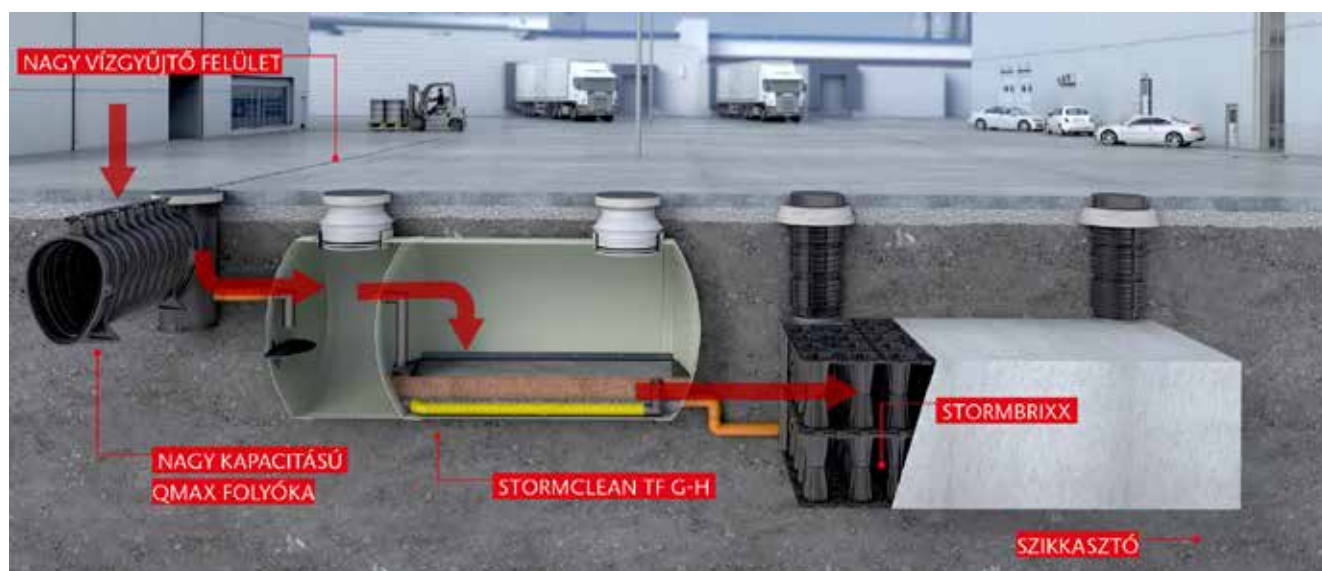
Az ACO SWM filozófiájáról és a kapcsolódó termékekről részletes információ itt érhető el:

<http://www.acoswm.hu/>

Műszaki adatok:

Az ACO Stormclean TF részletes műszaki adatai weboldalunkon itt érhetők el:

<https://www.aco.hu/termek/csapadekviz-kezes/stormclean-csapadekviz-tisztitas>



**Minden szegletében
otthon van.**



OTTHONTEREMTÉSI KIÁLLÍTÁSI CSOKOR



HUNGAROTHERM

11. Nemzetközi fűtés-, szellőzés-, klíma-
és szanitertechnikai szakkiállítás

2021. április 14-18.



hungexpo

CONSTRUMA



40. Nemzetközi építőipari szakkiállítás

**OTTHON
Design**



10. Otthonteremtési szakkiállítás

Kedvezményes jelentkezés: 2021. február 15.

www.hungarotherm.hu