

MAGYAR ÉPÜLETGÉPÉSZET

68
1952
2020

1-2
2020

ONLINE
KIADÁSUNK:
www.epgeponline.hu

ÉPÜLETGÉPÉSZET KIADÓ KFT.



Helios AIR1®



**KOMPAKT HŐVISSZANYERŐS
SZELLŐZTETŐK ÚJ GENERÁCIÓJA.**



Szenvedélyünk a levegő.

Kamleithner Budapest Kft.

1225 Bp., Tétényliget utca 3.

+36 (1) 425 3288

www.helios.hu

iroda@helios.hu

SLAB-16 fűdémfűtés és -hűtés a Pipelife-től

- A leggyorsabban szerelhető felületfűtési megoldás
- Előre szerelt modulok a helyszínre szállítva
- Ingyenes tervezési támogatás

Keresse videónkat



a YouTube-on!



Spóroljon pénzt és időt velünk!
www.pipelife.hu

PIPELIFE

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

E számunk lektora: Dr. habil Andó Mátyás PhD

Dr. Herczeg Levente PhD

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. Hamvay Kálmán, Mészáros Ferenc

Kéziratokat, ábrákat, fotókat nem őrzünk 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 hirlapelofigetes@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.



TARTALOM

Dr. Kassai Miklós PhD – Simon Richárd: Hűtés-technikai rendszer energetikai vizsgálata dinamikus szimulációval	3
Érces Norbert – Dr. Kajtár László PhD: Szilárd tüzelésű kazán üzemviteli vizsgálata különböző tüzelőanyagokkal	8
Az Épületgépészeti Múzeum kincseiből	
Sircz János: Ciklonszonda	13
Tanulságos életpályák – Rébay Lajos	14
Az Építéstudományi Egyesület épületgépész-mérnök továbbképzési programja	16
Eördöghné Dr. Miklós Mária PhD: Tudásért címet – Épületgépész mesterképzés indul Pécsen	17
Dr. Barna Lajos PhD: 3+1 kérdés a Pollack Expórol	18
Prof. emeritus Dr. Barótfi István: Merre tovább épületgépészeti felsőoktatás?	20
Natalia Lastovets – Risto Kosonen – Panu Mustakallio: Elárasztásos szellőzés tervezése irodahelyiségekbe egy pontos modell alapján (angol nyelvű)	26
Székel Tamás: Danfoss AB-QM 4.0, a megújult nyomásfüggetlen térfogatáram-korlátozó-, szabályozó szelep (PICV) újraértelmezi a PICV technológia értékeit	30
Egyházi Zoltán: „Okosítsa fel” fűtési rendszerét a COMAP Smart Home segítségével!	32
Túri Péter: Új, vezeték nélküli okos termosztát a Siemens-től	34
Schmidt Ferenc: Belimo: épületgépészeti szenzorok. A siker folytatódik: fali páratartalom és CO ₂ érzékelők	35
Szakmai hírek	29, 31, 33, 36, hátsó belső borító

Címlapunkon:

Helios AIR1® kompakt hővisszanyerős szellőztető rendszerek

A Helios ventilátorok magyarországi vezérképviselőjének palettáján elérhető a kompakt hővisszanyerős szellőztető új generációja.

Az új hővisszanyerős energiatakarékos szellőztetőrendszerek **Helios AIR1** típusmegjelöléssel háromféle kivitelben érhetők el:

- mennyezeti – **Helios AIR1 XC széria**, 500 – 3200 m³/h légszállítással
- álló – **Helios AIR1 XH széria**, 1000 – 8500 m³/h légszállítással
- rotációs – **Helios AIR1 RH széria**, 1500 – 15000 m³/h légszállítással

A szellőztető rendszerek tervezéséhez külön segítséget nyújt az új, online elérhető AIR1 Select kiválasztó program:

<https://www.air1select.com/>

Helios Vezérképviselő

Telefon: +36 (1) 425 3288

E-mai: iroda@helios.hu

Web: www.helios.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

Miklós Kassai PhD – Richárd Simon: Energetische Untersuchung des Kältemittelsystems durch dynamischer Simulation	3
Norbert Érces – László Kajtár PhD: Prüfung eines Festbrennstoffkessels mit verschiedenen Brennstoffen	8
Schätze des Gebäudetechnischen Museums:	
János Sircz: Zyklon-Sonde	13
Lehrreiche Lebensbahnen – Lajos Rébay	14
Weiterbildungsprogramm für Installationsingenieure von ÉTE	16
Frau Eördögh Mária Miklós PhD: Titel für Wissen – Installationstechnische Meisterbildung startet in Pécs	17
Lajos Barna PhD: 3+1 Fragen über Pollack Expo	18
Prof. emeritus István Barótfi: Wohin gehen Installations technische Hochschulbildung?	20
Natalia Lastovets – Risto Kosonen – Panu Mustakallio: Planung der Verdrängungslüftung in Büroräume aufgrund genaues Modell	26
Tamás Székely: Danfoss AB-QM 4.0, das erneuerte Volumenstrobegränzung-Regelungsventil (PICV) reinterprets die Werte der PICV Technologie	30
Zoltán Egyházi: Machen Sie das Heizungssystem besser mit COMAP Smart Home!	32
Péter Túri: Neue, drahtlose Smart Thermostat von Siemens	34
Ferenc Schmidt: Belimo: Installationstechnische Sensoren. Der Erfolg geht weiter: Feuchtigkeit und CO ₂ Sensoren	35
Fachnachrichten	29, 31, 33, 36

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

Miklós Kassai PhD – Richárd Simon: Energetic investigation of a refrigerant system by dynamic simulation dynamischer Simulation	3
Norbert Érces – László Kajtár PhD: Investigating the operation of solid fuel furnaces with different fuel types	8
Treasures of the HVAC Museum:	
János Sircz: Zyklon-Sonde	13
Careers to Learn from – Lajos Rébay	14
HVAC related advanced study program of ÉTE	16
Mrs. Eördögh Mária Miklós PhD: Title for Knowledge; Building Service Engineering MSc degree program starts in Pécs	17
Lajos Barna PhD: 3+1 Questions about Pollack Expo	18
Prof. emeritus István Barótfi: Whereto HVAC higher education?	20
Natalia Lastovets – Risto Kosonen – Panu Mustakallio: An accurate model to design displacement ventilation in office rooms	26
Tamás Székely: Danfoss AB-QM 4.0, the renewed pressure independent control valve (PICV) reinterprets the values of PICV technology	30
Zoltán Egyházi: Have a smarter heating system with COMAP Smart Home!	32
Péter Túri: New, wireless smart thermostat from Siemens	34
Ferenc Schmidt: Belimo: HVAC sensors. The success goes on: wall mounted humidity and CO ₂ sensors	35
Professional News	29, 31, 33, 36

Hűtéstechnikai rendszer energetikai vizsgálata dinamikus szimulációval

Dr. Kassai Miklós PhD.¹, Simon Richárd²

Abstract

The object of this research study is to develop a dynamic simulation model that can be used to investigate energy performance of On-Off and PID controlled refrigerant systems used in cooling chambers. The model was developed to take into account also the types of compressors, feeder and control units used commonly in practice for energetic investigations. Using the measured energy consumption data obtained by experimental tests during the previous phase of this research work, the validation of the developed energy simulation model by MatLab R2016a could be also achieved with good agreement. The developed simulation model enables the investigation of the thermal behaviours and energy consumption of a designed cold store for building service engineers. Using the model the effect of the control system on the energy consumption and on the cooling rate can be also investigated which can influence also the quality of the stored goods.

1. Bevezetés

Egy korábbi kutatási munkánkban a kereskedelmi szektorban elterjedően lévő, új fejlesztésű DC inverteres hűtőaggregát energiafogyasztásának optimalizálására került sor, amely fordulatszám szabályozású kompresszort, az elektronikus expanziós szelepet és a PID szabályozót tartalmazott [1]. A vizsgálati célok megvalósítása érdekében egy kísérleti mérőállás épült egy hazai piacvezető hűtéstechnikai rendszereket forgalmazó cég bemutatótermében. A mérőrendszer fő része egy hűtőkamra, amely belül két azonos elpárologtatót tartalmazott; az egyiket a DC inverteres hűtő aggregáttal üzemeltetik, a másik számára pedig a hazai piacon nagyon széles körben elterjedt, hagyományos hűtőberendezés biztosítja a hűtési energiát, amelyet egy hagyományos dugattyús kompresszor, a mechanikus expanziós szelep és az On-Off (kétállású) szabályozó technika működtet [1-10]. A gyártó által szolgáltatott hiányos adatok miatt a DC hűtőberendezés PID szabályozóját optimalizálni kellett a megfelelő arányos, integráló és differenciáló paraméterértékek beállításával az energiatakarékos üzemeltetés biztosítása érdekében.

A kutatás folytatása gyanánt a PID és az On-Off szabályozott hűtőrendszerek energetikai tulajdonságainak vizsgálatát végeztem, illetve a hűtőkamrában helyezett termék hatásának is vizsgáltam a kamra léghőmérsékletére, illetve a termék hűlésére vonatkozóan.

¹ egyetemi docens

² végzett MSc hallgató

BME Gépészmérnöki Kar, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék



A kutatási munka korábbi szakaszában végzett kísérleti tesztek során eredményül kapott mért energiafogyasztási adatok felhasználásával a kutatás folytatása során kifejlesztett szimulációs modell által kapott eredmények jól fedték egymást, így igazoltuk a modell helyességét és alkalmazhatóságát. Az eredményekről tudományos folyóirat cikk jelent meg a Magyar Épületgépészet, LXVIII. évfolyam, 2019/12. számában [11]. A kifejlesztett szimulációs modell lehetővé teszi a tervezett hűtőkamra hőtechnikai tulajdonságainak és energiafelhasználásának vizsgálatát épületgépészeti mérnökök számára. A kidolgozott szimulációs modell segítségével megvizsgálható az adott szabályozású hűtéstechnikai rendszernek az áru betárolása következtében szükséges lehűlési folyamat gyorsaságára gyakorolt tranziens hatás, amely befolyásolhatja a betárolt áruk minőségét is. A kutatómunkában asszisztált *Simon Richárd* MSc hallgató, munkájából egy kiváló minősítésű TDK dolgozat [12] és diplomamunka született [13].

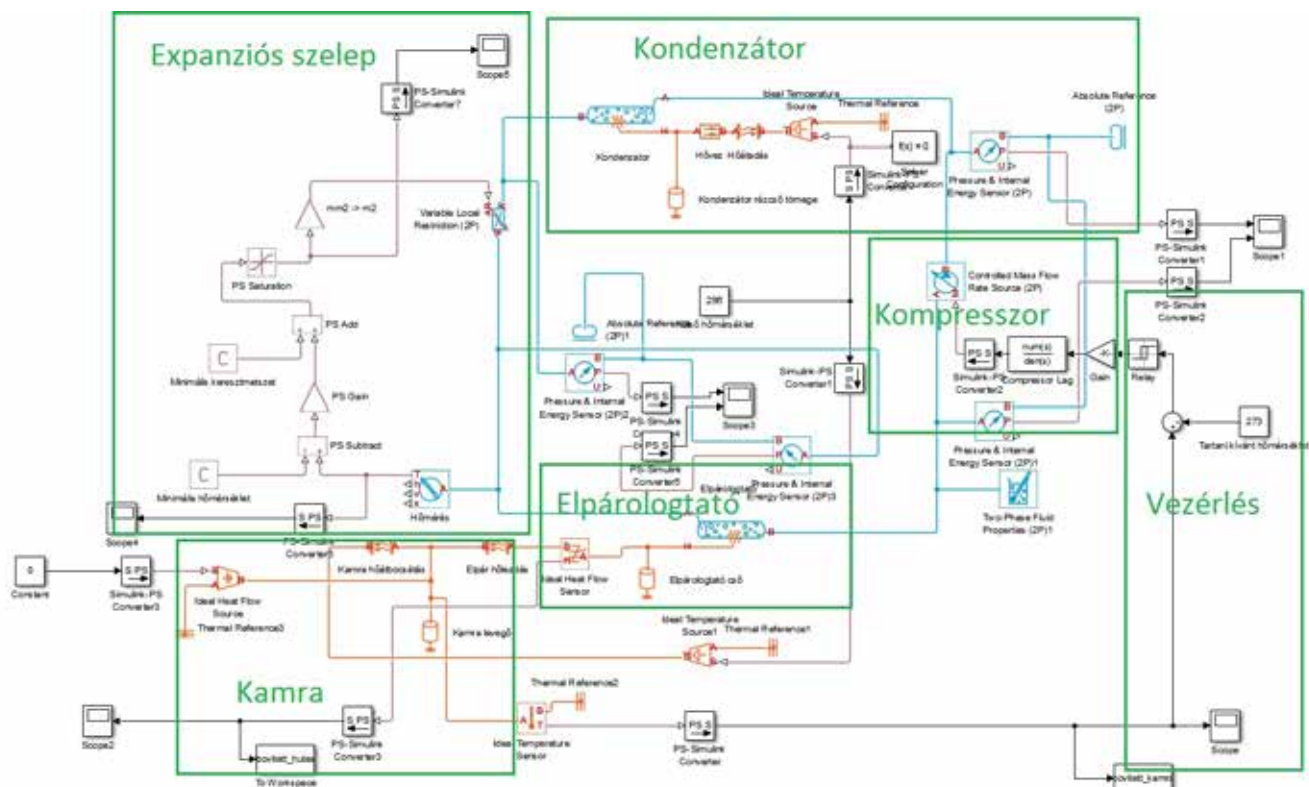
2. A szimulációs modell bővítése, a hűtési körfolyamat modellezése

A témában korábban vezetett kutatási eredményekből kiderült, hogy a szimulációs eljárás eredményei a hűtőközeg figyelembevételével tovább finomítható. Ahhoz, hogy ezt megtehesük, a teljes hűtési körfolyamatot le kell modellezni, hiszen a hűtőközeg ebben kering. A számunkra hasznos jelenség, a kamrában lévő hő elvétele ennek a hűtőkörfolyamatnak az eredménye. A Matlab Simulink modulja erre a modellezésre is lehetőséget biztosít, mivel tartalmaz eszköztárat kétfázisú anyagokhoz is. Mivel a hűtőközeg a rendszerben vagy gáz, vagy folyadék halmazállapotú, így az is egy kétfázisú anyagként kezelhető. Az így felépített modellt a következő oldalon található **1. ábrán** láthatjuk.

Az ábrán jól látható, hogy a modell a korábban kidolgozott termikus modellhez képest így jelentősen összetettebb lett. A kék színnel jelölt részek a kétfázisú anyaghoz tartozó elemeket, a piros egységek pedig a termikus elemeket (a korábbi modell javított változata) jelölik.

Megnevezések:

- Vezérelhető tömegáram: ez lényegében a kompresszor, amely a vezérlésnek megfelelő tömegáramot és nyomásnövekedést biztosítja.
- Hőleadással rendelkező csővezeték: ilyen a kondenzátor és az elpárologtató. A cső geometriájának és a rajta áthaladó anyag függvényében kiszámolja a modell, hogy mekkora hő leadására képes a csőszakasz.
- Fojtás: az expanziós szelep megfelelője. Beállítható rajta a fojtás mértéke.
- Kétfázisú anyag tulajdonságai: ez az elem arra szolgál, hogy a kétfázisú anyagot definiálva, azt a modellhez tudjuk csatolni.

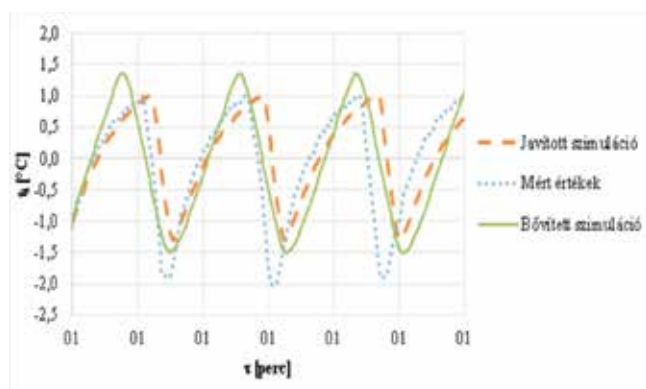


1. ábra. A hűtőkörfolyamat szimulációs modelljének elvi vázlata

A modell nagy hátránya, hogy rengeteg olyan adat megadása szükséges, amelyeket az eddig vizsgált esetekben nem kellett megadni és ezek mindegyike a hűtési körfolyamathoz tartozik. Ezeket az adatokat az **1. táblázatban** foglaltam össze.

A kétfázisú anyaghoz szükséges adatok száma nagy. Ahhoz, hogy reálisan viselkedjen a folyadék, 0-tól 3 bar-ig történő nyomástartományon, a nyomást 60 részre kell bontani. Egy-egy ilyen részhez tartozik mennyiségként 25 érték. Ez azt jelenti, hogy egy fázishoz szükséges rendezett adatok száma: 10 500. Tehát a teljes kétfázisú anyag definiálásához 21 000 adat szükséges és a rendszer működéséhez emellé kellene még az 1. táblázatban felsorolt adatok. A további ismeretlen paramétereket becsléssel határoztam meg.

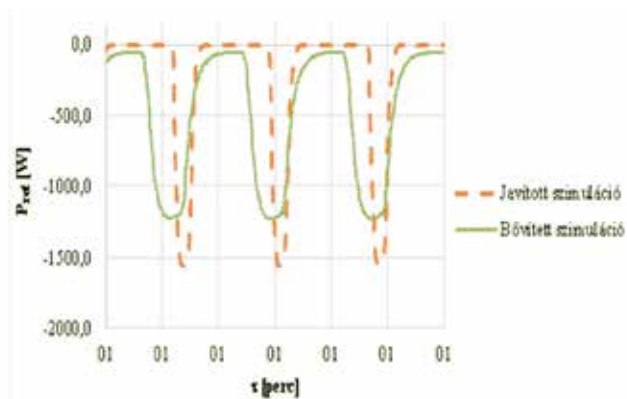
Az On/Off vezérelt esetben a kamra léghőmérsékletének és a hűtési teljesítménynek az alakulását a **2. és 3. ábra** mutatja be.



2. ábra. A kamrahőmérséklet időbeli változása a mért, a javított és bővített szimuláció számításai alapján On-Off szabályozott hűtőtechnikai rendszer esetén

1. táblázat. A hűtőkörfolyamat modellezése során figyelembe vett paraméterek

Rész	Szükséges adat
Kondenzátor és elpárologtató	Csőhossza
	Átmérője
	Keresztmetszete
	Sűrűsége
	Anyagának fajhője
	Anyagának sűrűsége
	Ellenállása
	Az áthaladó közeg gáz részaránya
Expanziós szelep	Az áthaladó közeg kezdeti nyomása
	Minimális keresztmetszet
	Maximális keresztmetszet
	Minimális hőmérséklet
Kompresszor	Maximális hőmérséklet
	A szállított tömegáram
Kétfázisú anyag	Nyomásvektor
	Minimális fajlagos belső energia
	Maximális fajlagos belső energia
	Folyadékra: normalizált belsőenergia vektor, és annak függvényében
	fajlagos térfogat és entrópia, hőmérséklet, kinematikai viszkozitás, hővezetés, Prandtl-szám, a telített folyadék belső energia vektora
	Ugyanezek gáz halmazállapotra



3. ábra. A hűtési teljesítmény időbeli változása a javított és a bővített szimuláció esetén

Észrevehetjük, hogy a 3. ábrán ábrázolt hűtési teljesítmény a kompresszor állási időszakában se éri el a 0 W-ot. Ez hideg hűtőközegből eredő hűtési teljesítmény, amely folyamatosan melegedik, míg áll a kompresszor, ezzel hőt vonva el a kamrából.

Az On-Off szabályozású hűtőkörfolyamat vizsgálatára kifejlesztett szimulációs modell alkalmazásával a rendszer bármely pontján mérhető a rendszerben uralkodó nyomás, hőmérséklet, belső energia, gőz tartalom vagy akár a fajlagos térfogat.

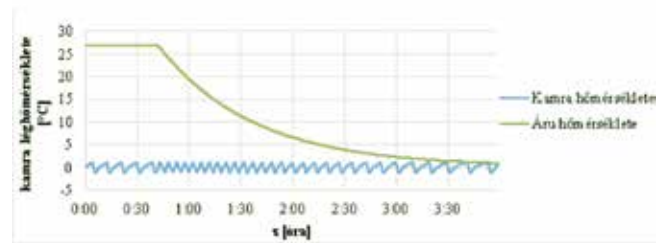
3. Instacioner vizsgálatok szimulációs eljárással

A kutatás során szimulációs eljárással megvizsgáltam a kamrába betárolt friss árunak a kamra légkörhőmérsékletére, a hűtési teljesítményre és az energiafelhasználásra gyakorolt hatását is. A vizsgálatokhoz, ha 5 kg, a víz fajhőjét megközelítő, kezdetben 27 °C-os terméket helyeztünk a kamrába.

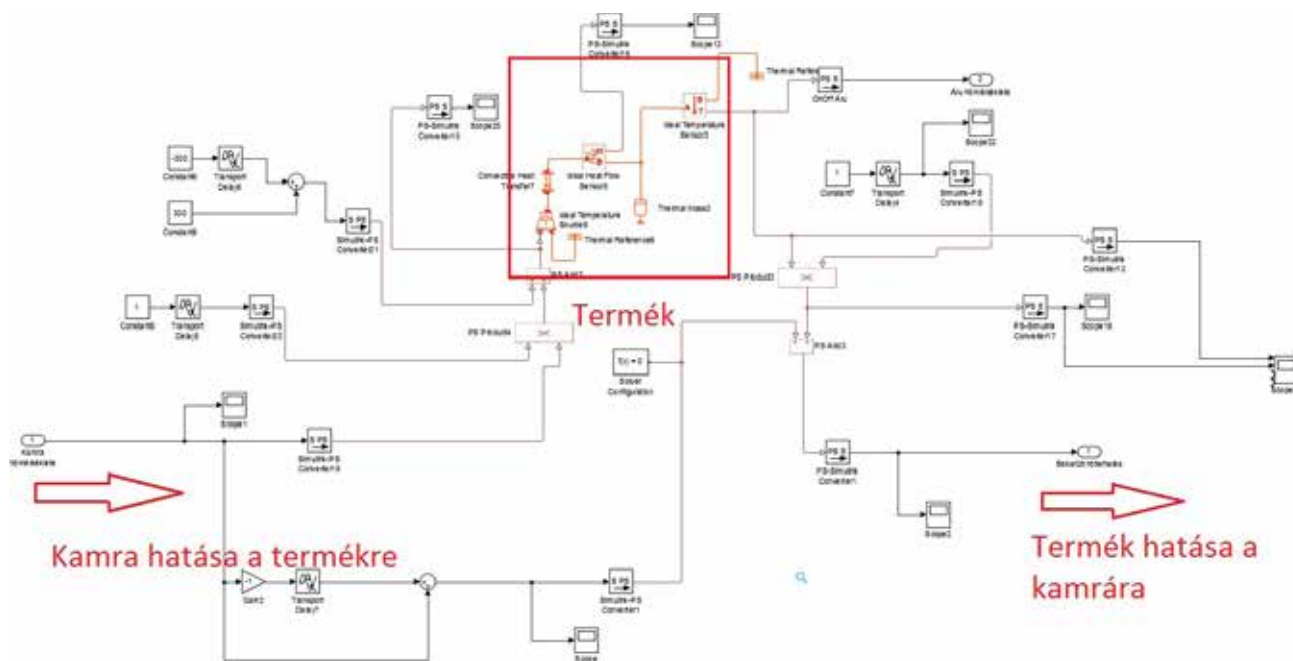
Először azt kellett meghatározni, hogy milyen hőátadási tényező legyen a termék és a kamra levegője között. Ezt az elpárolgatót üzemelő ventilátor konvekciós működéséből adódóan 15 W/m²K-nek veszem fel. A vizsgálat állandósult állapotban történik, a 40. percben pedig megjelenik a termék a kamrában. Ennek matematika Simulink-ben történő megvalósítását a **4. ábrán** láthatjuk majd. A modell hiányossága, hogy az áru bepakolása egy pillanat alatt megtörténik, így az ajtó nyitása még nincs modellezve, ami cél a kutatási munka folytatása gyanánt.

A következő oldalon bemutatott **5. ábrán** látható, hogy az előbb ismertetett időzített rendszer egy alrendszerben helyezkedik el az eredeti modellhez képest.

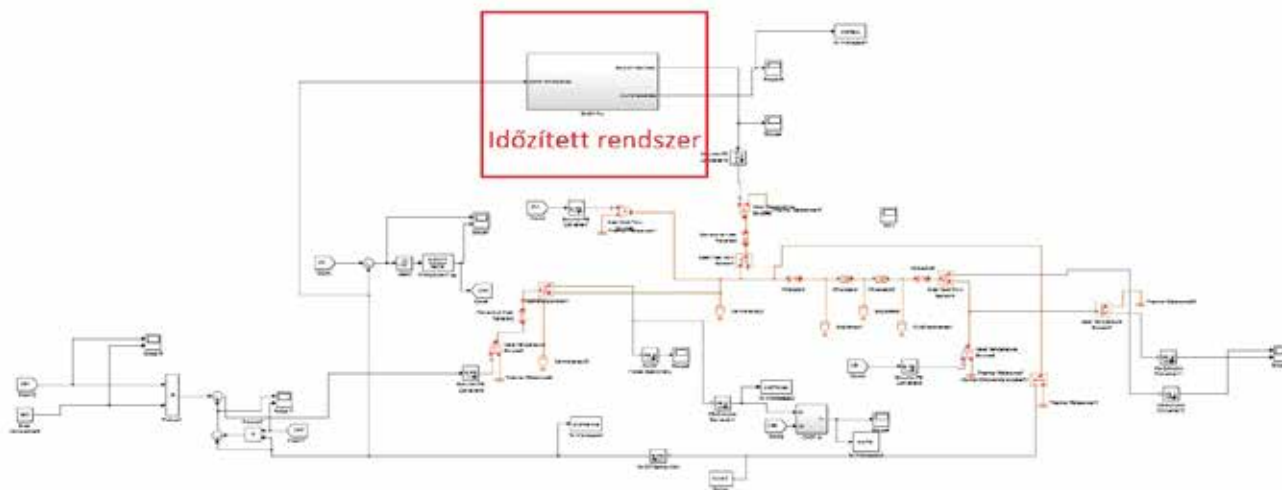
Az eredményeket 6. - 10. ábrák foglalják össze. A **6. ábrán** láthatjuk az On/Off vezérelt kamra légkörhőmérsékletének és az áru hőmérsékletének időbeli változását, a szintén a következő oldalon bemutatott **7. ábrán** ugyanezt PID esetben (a jobb átláthatóság értelmében az x tengely felső határát korlátoztuk).



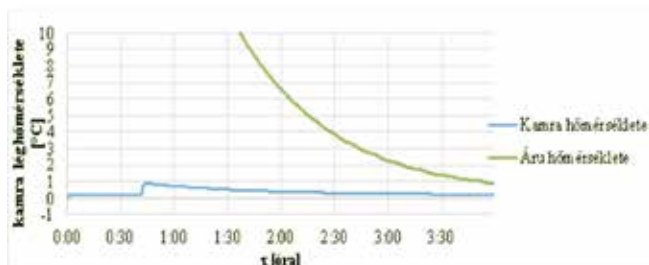
6. ábra. Az On/Off vezérelt kamra légkörhőmérsékletének és az abba helyezett áru hőmérsékletének időbeli változása



4. ábra. Az időzített termékbehelyezés modellezése Simulinkben

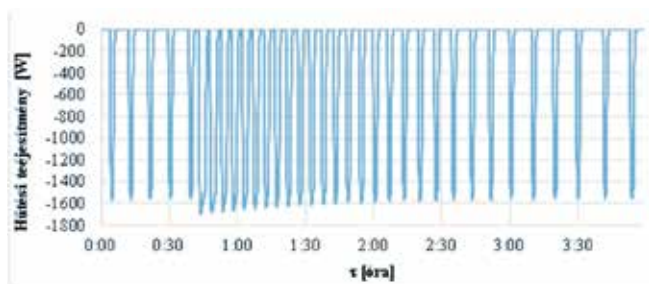


5. ábra. Az időzített rendszermodell csatlakozása a meglévő szimulációs modellhez



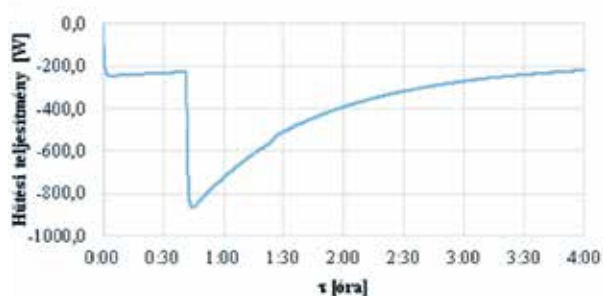
7. ábra. A PID vezérelt kamra lég hőmérsékletének és az abba helyezett áru hőmérsékletének időbeli változása

A 8. és 9. ábrán az On/Off illetve PID vezérelt rendszer hűtési teljesítményének időbeli változását láthatjuk, a 10. ábrán pedig a két különböző vezérléssel üzemelő hűtéstechikai rendszer energiafelhasználásának időbeli változását áru betárolását követően.

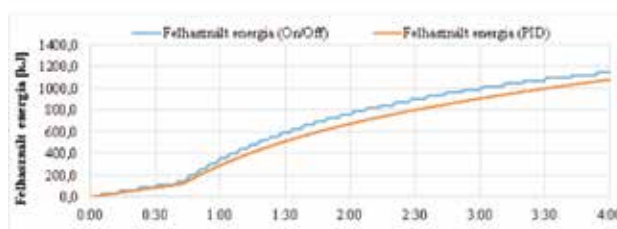


8. ábra. A PID vezérelt kamra hűtési teljesítményének időbeli változása az áru betárolását követően

A 6-10. ábrákon látható a különböző szabályozási módszer esetében a kamrába betárolt terméknek a hűtéstechikai rendszer energiafogyasztására, illetve a kamra lég hőmérsékletére és az áru lehűlésének gyorsaságára gyakorolt hatása. Az On-Off esetben az áru bekerüléssel a termék és a kamra levegője közti nagy hőmérsékletkülönbségnek köszönhetően a termék gyorsan tudja melegíteni levegőt. Mivel a hűtőberendezés a kamra levegőjének hőmérséklete alapján szabályoz, ezért -1°C lég hőmérsékletnél ugyanúgy kikapcsol, ezt pedig szinte azonosan tudja lehűteni, mint előtte.



9. ábra. A PID vezérelt kamra hűtési teljesítményének időbeli változása az áru betárolását követően



10. ábra. A PID és On-Off vezérelt hűtéstechikai rendszer energiafelhasználásának időbeli változása áru betárolását követően

Ez a kapcsolási szám növelésével jár, ami károsíthatja a kompresszort, így rövidülhet annak élettartama, valamint többször jelentkezik az indítási áram hatása is, aminek következtében különbség jelentkezik a PID szabályozású hűtőgép energiafelhasználásához képest, amit a 10. ábrán is láthatunk.

Ebből belátható, hogy a két vezérlés között annál nagyobb a különbség, minél gyakrabban pakolunk árut a kamrába. A PID vezérelt esetben azt a következtetést szűrhetjük le, hogy a rendszer rugalmasan képes követni a behelyezett termék hűtési igényét és a szabályozás megfelelő pontosságú beállításával hatékonyan biztosítani a szükséges hűtési teljesítményt. Miután a terméket megfelelően lehűtötte, már csak a transzmissziós hőveszteséget kell a gépnek fedeznie, vagyis a hőntartást kell csak biztosítani.

Ebben a kutatási munkában a PID és az On-Off szabályozott hűtőrendszerek energetikai tulajdonságainak vizsgálatát végeztem, illetve a hűtőkamrában helyezett termék hatását is vizsgáltam a kamra léghőmérsékletére, illetve a termék hűlésére vonatkozóan. A kutatási munka korábbi szakaszában végzett kísérleti tesztek során eredményül kapott mért energiafogyasztási adatok felhasználásával a kutatás folytatása során kifejlesztett szimulációs modell segítségével kapott eredmények jól fedték egymást, így igazoltam a modell helyességét és alkalmazhatóságát.

A kamrába behelyezett 5 kg áru tranziens vizsgálatának eredménye azt mutatta, hogy a lehűlési idő 4 órát vesz igénybe a betárolt árunak a 27 °C kezdeti hőmérsékletől körülbelül 1 °C-ig történő hűtése során. Az energiafogyasztás 17 996 kWh volt a PID szabályozással és 19 068 kWh volt az On-Off szabályozott hűtőrendszerrel. A lehűlés során a két rendszeren végzett tranziens vizsgálatok eredménye alapján megállapítható, hogy az 5 kg tömegű áru hűtése 4 óra alatt 1,072 kWh (5,62%) energia megtakarítást és 28,16 Ft költség megtakarítást eredményezett, figyelembe véve a hazai ipari fogyasztói energiaárat (26 Ft / kWh), a PID szabályozott rendszerrel az On-Off vezérelt rendszerhez képest. A kutatási munka folytatása során célom, a lehűlési folyamatok esetében a szimulációs eljárás mellett kísérletekkel is véghezvigyem energetikai és gazdasági vizsgálataimat.

A kifejlesztett szimulációs modell lehetővé teszi a tervezett hűtőkamra hőtechnikai tulajdonságainak és energiafelhasználásának vizsgálatát épületgépész mérnökök számára. A kidolgozott szimulációs modell segítségével megvizsgálható az adott szabályozású hűtőtechnikai rendszernek az áru betárolása következtében szükséges lehűlési folyamat gyorsaságára gyakorolt tranziens hatása, ami befolyásolhatja a betárolt áruk minőségét is.

Támogatók

Ez a kutatási munka a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatásával az NKFI Alapból [azonosítószám: NKFIH PD_18 127907] valósult meg, valamint a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatásával készült, Budapest, Magyarország.

Felhasznált irodalom

- [1] Miklos Kassai, Laszlo Kajtar, Jozsef Nyers: Experimental optimization of energy consumption for DC refrigerator by PID controller tuning and comparison with On-Off refrigerator. Thermal Science. DOI: 10.2298_TSC1170504188K. (2017) (Közlésre elfogadott!)
- [2] Ekren, O., et al., Comparison of different controllers for variable speed compressor and electronic expansion valve, International Journal of Refrigeration, 33 (2010), pp. 1161-1168.
- [3] Matysko, R., Theoretical model of the operation parameters regulated by the MIMO and SISO system in a cooling chamber, International Journal of Refrigeration, 58 (2015) pp. 53-57.
- [4] Ekren, O., et al., Performance evaluation of a variable speed DC compressor, International Journal of Refrigeration 36 (2013), pp. 745-757.
- [5] Buzelin, L.O.S, et al., Experimental development of an intelligent refrigeration system, International Journal of Refrigeration, 28, (2005), pp. 165-175.
- [6] Hamid, N.H.A., et al., Application of PID Controller in Controlling Refrigerator Temperature. The 5th International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA), Kuala Lumpur, Malaysia, 2009.
- [7] Aström, K.J.; Hägglund T., PID Controllers: Theory, Design, and Tuning, second ed. Instrument Society of America, Research Triangle Park, USA, N.C., 1995
- [8] Ziegler, J.G., Nichols, N.B., Optimum Settings for Automatic Controllers. Trans. ASME, 64 (1942), pp. 759-768.
- [9] Nyers J., et al., Modern and traditional regulation of the evaporation process in the heat pump, 24rd International Conference "Vykurovanie 2016", Stara Lubovnja, Slovakia. 2016, pp. 265-270.
- [10] Anantachaisilp, P., Lin, Z., An experimental study on PID tuning methods for active magnetic bearing systems, International Journal of Advanced Mechatronic Systems, 5 (2013), pp. 146-154.
- [11] Kassai Miklós, Simon Richárd, PID és ON-OFF szabályozású hűtőtechnikai rendszer termikus szimulációs modellezése, Magyar Épületgépészet, LXVIII. évfolyam, 2019/12. szám, HU ISSN 1215-9913, pp. 11-14. (2019)
- [12] Simon Richárd, Hűtőkamra energiafelhasználásának vizsgálata újonnan kifejlesztett DC inverteres vezérlő segítségével. TDK szekció: BME Gépészmérnöki Kar, Gépészeti Eljárás-technika szekció, 2016
- [13] Simon Richárd, Hűtőkamra energiafogyasztásának vizsgálata DC inverter vezérlővel, MSc diplomamunka, 2017

MMK sajtóközlemény

Az MMK támogatja a klímatudatos fűtés-hűtés további terjedését

„A Magyar Mérnöki Kamara támogatja az új, környezettudatos, rendkívül energiatakarékos hőszivattyú elvére alapuló technológiák bevezetését és segíti a Kamara tagjait, hogy a legmagasabb szintű tudást szerezzék meg.” – mondta Nagy Gyula, a Magyar Mérnöki Kamara elnöke a Magyar Hőszivattyú Szövetség konferenciáján

A jövő év elejétől már csak közel nulla energiaigényű épületet lehet építeni Magyarországon. Ehhez olyan épületgépészeti rendszert kell telepíteni, amely biztosítja, hogy a fűtés, a hűtés, a háztartási melegvíz előállítása és a szellőztetés energiaigénye, villamos fogyasztók igénye kielégítése minimum negyedrészt megújuló forrásból származzon. Ez adta az apropóját annak a konferenciának, amit a Magyar Hőszivattyú Szövetség rendezett 2020. február 12-én „A hőszivattyú technológia a klímaválság árnyékában” címmel.

„A Magyar Mérnöki Kamara képzésekkel, az új megoldások megismertetésével segíti a korszerű „klímatudatos” épületgépészeti megoldások elterjedését” – mondta Nagy Gyula, a Magyar Mérnöki Kamara elnöke a konferencia kerekasztal beszélgetésében. Hozzátette, hogy a legmegfelelőbb hűtő, fűtő, szellőztető eszközöket már a tervezés során nagy mérnöki gondossággal kell kiválasztani, hogy az energiahatékonyság valóban javuljon. „A kamarai képzésekbe is bevonjuk a kereskedő, forgalmazó cégeket, így naprakész információhoz juthatnak a tervezők.” – mondta Nagy Gyula.

További információ:

Müller Mihály – MMK kommunikáció
(muller.mihaly@mmk.hu)

Szilárd tüzelésű kazán üzemviteli vizsgálata különböző tüzelőanyagokkal

Érces Norbert - Dr. Kajtár László¹

Abstract

Vizsgálataink során, egy hagyományos elven működő, kézi adagolású vegyes tüzelésű kazánban jó minőségű hasábfát, valamint fa brikettet tüzeltünk el, különböző üzemviteli paraméterek mellett. A mérési eredmények kiértékelése alapján ugyanabban a készülékben, eltérő légellátási paraméterek esetén eltüzelt kétféle tüzelőanyagra szignifikáns különbség adódik a kinyerhető energia és a szén-monoxid kibocsátás tekintetében. A vizsgálatok alapján bebizonyosodott, hogy a huzatszabályozó ajtó folyamatosan változó állása kedvezőtlen hatással bír a szén-monoxid emisszióra, valamint a megtermelt energiára. Állandó huzatajtó beállítás esetén a kétféle tüzelőanyagfajtára meghatároztuk az energiahozam és CO kibocsátás szempontjából ideálisnak tekinthető előbeállítási értékeket. A kapott eredményeket összevetettük az MSZ EN 303-5 szabvány szerinti követelményértékekkel.

In our research, high-quality log- and wood briquette fuels were fired in a conventional, manual dosing solid fuel boiler, with different operating parameters. There is a significant difference between the two types of fuel, which were fired in the same appliance, with different air supply parameters, in terms of extractable energy and carbon-monoxide emissions. According to the tests, the position of the continuously changing draft control door has a negative effect on carbon monoxide emissions and extractable energy. In the case of a constant draft door preset, values for the two types of fuel have been determined, which are ideal for heating power generation, and CO emission. We compared the results with the requirements of MSZ EN 303-5 Standard.

Bevezetés

A szilárd tüzelésű kazánok Európa-szerte meghatározó szerepet töltenek be a környezetszennyezésben. Bár a jó minőségű fatüzelés környezettudatos hőtermelési módnak tekinthető, megfelelő emissziós mutatókat csak jó minőségű kazánokban eltüzelt, kiváló minőségű tüzelőanyagok együttes használatával kaphatunk. Az egyes országokra jellemző gazdasági és infrastrukturális fejlettségi széttagozódás eredményeképpen, kis mértékben jellemzi a korszerű tüzelőberendezések használata a nagyszámú szilárd tüzelésű rendszerekre épülő fűtési hőtermelést.

A kültéri légszennyezettség évente mintegy 400 000 idő előtti elhalálózást, valamint még magasabb számú súlyos megbetegedést okoz Európa-szerte [1], [3]. A légszennyezettség egyik jelentős kibocsátója a háztartási energiafelhasználásból származik. A leggyakrabban használt fűtési energiahordozó a gáz, valamint a fatüzelés. A távfűtés nélküli fűtőanyag használat eloszlása az 1. táblázatban látható.

1. táblázat. Fűtőanyag használat a lakott lakásokban

Fűtőanyag	Lakások száma (ezer lakás)	A lakások aránya az összes lakott lakás %-ában
Gáz	2388	61,96
Szén	113	2,93
Villany	76	1,97
Fűtőolaj	1	0,03
Fa	1470	38,14
Napenergia	5	0,13
Geotermikus energia	3	0,08
Pellet	2	0,05
Egyéb megújuló	3	0,08
Egyéb fűtőanyag	4	0,1
Összes lakott lakás	3854	100,00

A 90-es évektől napjainkig, családi ház övezetben igen gyakori a gáz és a szilárd tüzelés együttes használata. A fenti táblázatot kiegészítve, arányaiban Magyarországon a lakások mintegy 45%-a használ kizárólag földgázt, 21% szilárd tüzelőt (fa, szén, vagy ezek keveréke). A lakások 15%-a gázfűtést, valamint szilárd tüzelésű kazánt kombinálva használ [KSH, 2011]. A szilárd tüzelést alkalmazó háztartások területileg erősen koncentrálódnak, amelyeknél érdemes megemlíteni, hogy az eloszlás erősen függ az adott régió társadalmi- gazdasági, valamint az infrastrukturális fejlettségtől. A 19 járás közül a lakások több, mint 50%-át kizárólag fával fűtik. További 22 járás közül a lakások 75%-át legalább részben fával fűtik. Ugyan a fatüzelés megújuló energia hasznosítású, CO₂-semleges tüzelésnek minősül, nem megfelelő körülmények között jelentős károsanyag-kibocsátó. [3], [8]

Az egyes szilárd tüzelésű készülékekre vonatkozóan az MSZ EN 303-5 szabvány egyértelmű követelményértékeket definiál hatásfok, valamint károsanyag-kibocsátás szempontjából (az egyéb követelmények mellett), azonban e paraméterek teljesülése meghatározott laboratóriumi körülmények, szakszerű üzemeltetés, nem utolsósorban, szigorú tüzelőanyag minőségre vonatkozó előírások mellett igaz. Az előzőekben említett társadalmi-gazdasági, valamint infrastrukturális

¹ BME Gépészmérnöki Kar,
Épületgépészeti és Gépészeti
Eljárástechnika Tanszék





1. ábra. Különböző fűtési módok részecske-kibocsátása Dániában [1]

nem kapcsolódnak fűtési puffertárolóhoz, azonban hőmérséklet-szabályozó szeleppel felszerelve üzemelnek. [9] A hőmérséklet-szabályozó elsődleges célja a kazán által megtermelt fűtőközeg hőmérsékle-

függésből következik, hogy a szilárd tüzelésből adódó károsanyag-kibocsátás elsősorban az üzemelő berendezésektől, valamint a berendezésekben eltüzelte tüzelőanyag minőségétől függ leginkább.

Dániai adatok alapján az egyes fűtési módok fajlagos részecske-kibocsátása az **1. ábra** szerint alakul.

Az ábra alapján megfigyelhető, hogy az elavultnak tekinthető szilárdtüzelésű berendezések kimagasló emissziós értékekkel rendelkeznek. Összehasonlításképpen, egy régi fatüzelésű kályha a sor végén látható, és egy több, mint tíz éves teherautó PM_{2,5} porkibocsátásánál 715-ször több szennyezőanyagot bocsát ki, de a környezettudatos pellet kazán is több, mint 22-szeres többlet értéket ad [1], [2].

Több nemzetközi kutatás is készült korszerű pellet, vagy faapríték tüzeléssel kapcsolatosan a háztartási méretű, vagy maximum 50 kW névleges teljesítményű kazánok esetén. Kétféle fenyőfa alapú faapríték esetén bebizonyosodott, hogy a légfelesleg tényező növelése csökkentette a károsanyag kibocsátását, azonban csökkentette a maximálisan kinyerhető teljesítményt is. Pellet tüzelőanyag használata esetén a kinyerhető teljesítmény nagyobbra adódik, valamint teljesíthető az EN 14785 szabvány szerinti követelményérték-sorozat [4].

Figyelembe véve a magyarországi régiók társadalmi-gazdasági, valamint az infrastrukturális fejlettségét, valamint a szükséges környezeti terhelés csökkentést, megvizsgáltunk egy hagyományos elven működő, kézi adagolású, háztartási méretű szilárd tüzelésű fűtőkazánt kinyerhető teljesítmény, valamint károsanyag kibocsátás szempontjából.

Működési jellemzők

A hagyományos elven működő készülékek esetén is a primer és a szekunder égési levegő mértékével jelentős hatással bírunk a kazánban lejátszódó égési folyamatokra [4]. Az MSZ EN 303-5 alapján nyitott fűtési berendezések esetén az EN 14597 szerinti követelményeknek kell megfelelnie: hőmérséklet-szabályozóval és biztonsági hőmérséklet-határolóval ellátottnak kell lennie.

A biztonsági hőmérséklet-határoló abban az esetben elmaradhat, ha a készülék nem kapcsolható le, valamint a felesleges hőenergia az atmoszférával való összeköttetés miatt gőz formájában elvezethető. A háztartásokban használt kézi adagolású, nyitott fűtési berendezések a legtöbb esetben

téneken a maximalizálása. Működés közben, a tüzelés során folyamatosan változó teljesítmény függvényében egy segédenergia nélküli szelep a huzatszabályozó ajtó nyitási szögét szabályozza. A folyamatos közbeavatkozással a tüztérben zajló égési folyamat minőségére, ezáltal a károsanyag-kibocsátásra jelentős hatással bír.

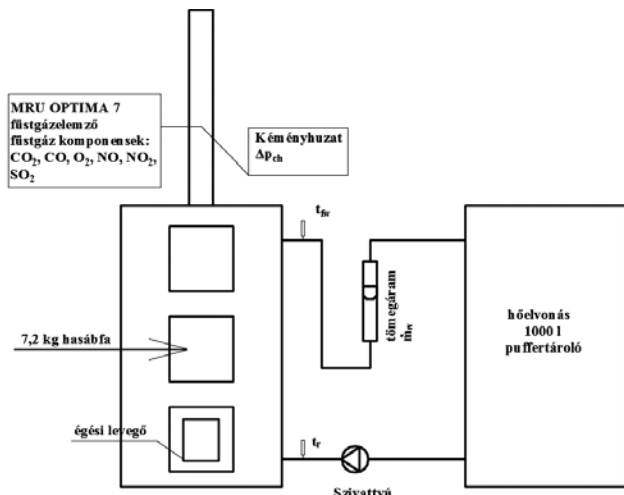
Laboratóriumi méréseink során megvizsgáltuk a hőmérséklet-szabályozóval ellátott szilárd tüzelésű kazán működési jellemzőit, továbbá meghatározott huzatszabályozó ajtó nyitási szögek mellett, különböző tüzelőanyag töltetek eltüzelése során jelentkező üzemeltetési paramétereket vizsgáltunk.

A mérés menete [5,7]

A tényleges méréseket megelőzően a hidegindításból származó hibákat kiküszöbölve egy töltetet leégettünk a kazánban, hogy kialakuljon a megfelelő parázságy, valamint a rendszerünk üzemi hőmérsékletre melegedjen. A vizsgált rendszer a **2. ábra** szerinti elrendezés alapján működött (lásd a következő oldalon). Az előfűtést követően az ábra szerinti tüztérajtón egységesen 7,2 kg tüzelőanyagot töltöttünk be. A vizsgálatok során minden esetben a betöltött tüzelőanyag teljes égési periódusát monitoroztuk. A mért paramétereket a **2. táblázat** tartalmazza.

2. táblázat. A mért paraméterek

A mért paraméter jele	Mértékegység	A mért paraméter neve
O ₂	%	A füstgáz oxigéntartalma
CO ₂	%	A füstgáz szén-dioxid tartalma
CO	ppm	A füstgáz szén-monoxid tartalma
NO _x	ppm	A füstgáz nitrogén-oxid tartalma
SO ₂	ppm	A füstgáz kén-dioxid tartalma
$\Delta p_{\text{kémény}}$	Pa	Kéményhuzat
t_{fg}	°C	A füstgáz hőmérséklete
λ	-	Légfelesleg tényező
q_A	%	Égéstermék-veszteség
$m_{\text{víz}}$	l/min	Fűtőközeg tömegáram
t_{fw}	°C	Előremenő fűtőközeg hőmérséklet
t_r	°C	Visszatérő fűtőközeg hőmérséklet

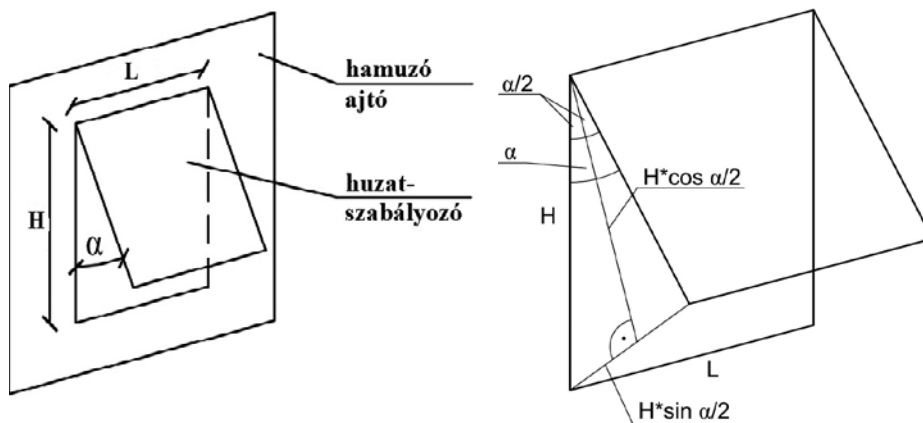


2. ábra. A mérőállás sematikus elrendezése

A különböző üzemviteket működő huzatszabályozó (hőmérséklet-szabályozó), illetve huzatszabályozó nélküli esetekre, különböző fix huzatajtó beállítások mellett végeztük, továbbá a fix primer levegő hozzávezetési eseteknél eltérő tüzelőanyag töltetek hatását is mértük. A különböző mérési vizsgálatokat a 3. táblázat szerinti esetre végeztük el. Ahhoz, hogy a készülék huzatszabályozó ajtajának nyitását egyértelműen definiálni lehessen, meg kell határoznunk egy átfolyási számot, amely az ajtó nyitásából adódó szabad áramló keresztmetszet, valamint a névleges szabad keresztmetszet hányadosából határozható meg a 3. ábra szerint.

3. táblázat. Vizsgált esetek

Tüzelőanyag	Tömeg	Primer levegő szabályozó ajtó üze	Jelölés
Fa	7,2 kg	Huzatszabályozóval	1. eset
		$C_{\text{huzat}} = 0,093$	2. eset
		$C_{\text{huzat}} = 0,275$	
		$C_{\text{huzat}} = 0,440$	
Brikett	7 kg	$C_{\text{huzat}} = 0,093$	3. eset
		$C_{\text{huzat}} = 0,275$	
		$C_{\text{huzat}} = 0,440$	



3. ábra. A huzatszabályozó ajtó geometriai paraméterezése

A szabad áramlási keresztmetszetet általános geometriai meghatározása:

$$A_{\text{km}} = L \cdot (2 \cdot H \cdot \sin 1/2\alpha) + (H \cdot \sin 1/2\alpha) \cdot (H \cdot \cos 1/2\alpha)$$

A szabad áramló keresztmetszet és a névleges keresztmetszet hányadosából meghatározható a huzatszabályozó ajtóra vonatkozó átfolyási szám:

$$C_{\text{huzat}} = A_{\text{km}} / A_n$$

ahol:

C_{huzat} – átfolyási szám,

A_{km} – a szabad áramlási keresztmetszet,

A_n – névleges áramlási keresztmetszet ($A_n = H \cdot L$).

A vizsgált kazán esetén:

$$H = 14 \text{ cm},$$

$$L = 12 \text{ cm}.$$

A primer levegő szabályozó ajtó különböző üzemviteli állapotát az előzőekben meghatározott átfolyási szám értelmében olvashatjuk a 3. táblázatban.

Mérési eredmények

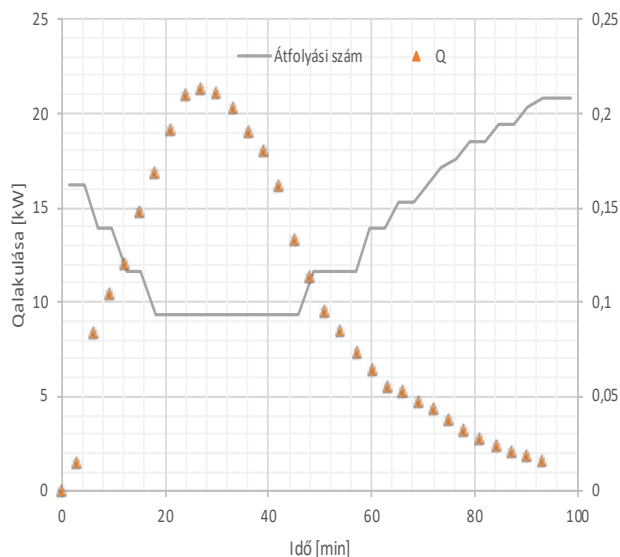
A 2. táblázat szerinti mért paraméterek közül az MSZ EN 303-5 szabvány szerint is kiemelt fontosságú szén-monoxid kibocsátás alakulását helyeztük az elsődleges vizsgálandó károsanyag komponensek közé. A kibocsátások alakulása mellett fontos célunk volt, hogy az emisszió csökkentése mellett a lehető legnagyobb energiahozamot tudjuk kinyerni a készülékből.

Az 1. eset kiértékelése

A 3. táblázat szerinti 1. esetben száraz, 15%-ot nem meghaladó nedvességtartalmú hasábfát tüzeltünk el, miközben a kazán égési levegő ajtaját automata huzatszabályozó szerkezet mozgatta. Az említett MSZ EN 303-5 szabvány értelmében az automata adagolású, 50 kW-ot meg nem haladó szilárd tüzelésű berendezésekre 5000 mg/m³ maximális szén-monoxid kibocsátás engedhető meg, amely CO esetén 4366,07 ppm-et jelent. A szén-monoxid kibocsátást a teljes égés alatt felsza-

baduló átlagos értékre kell ellenőrizni. Érdemes azonban megfigyelni a teljes tüzelési intervallum során felszabaduló CO, valamint a kinyerhető teljesítmény értékek alakulását, amelyet a következő oldalon látható 4. ábra mutat be.

Az ábrán megfigyelhető, hogy az automata huzatszabályozó ajtó a teljesítmény növekedésével párhuzamosan, folyamatosan csökkenti az átfolyási számot, ezzel együtt a CO kibocsátás is növekszik. Amikor a tüztérben található töltet a hanyatló szakaszba kerül, akkor a huzatszabályozón beállított hőmérséklet-érték



4 ábra. A Q és CO alakulása különböző átfolyási számok mellett a teljes periódus alatt

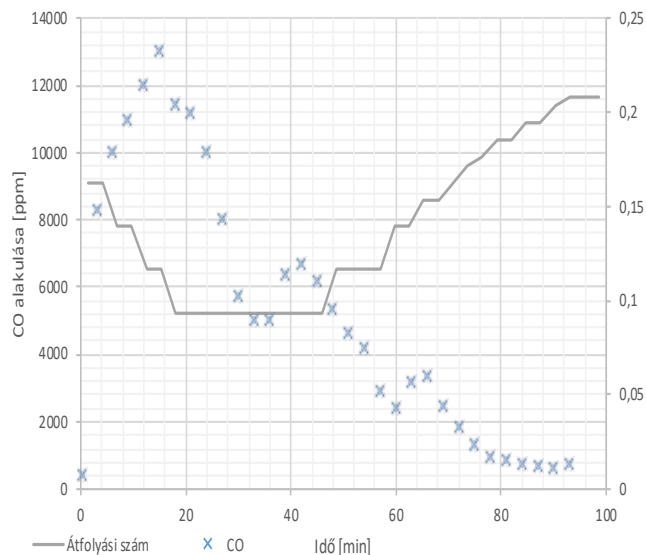
tartása érdekében a primer levegő ajtót nyitni kezdi a szabályozó szerkezet. Az átfolyási szám közel 25 percig tartó minimuma annak köszönhető, hogy a biztonságos üzemvitel miatt a teljes zárás esetén is biztosítani kell egy minimális égési levegő mennyiséget, amely 0,093-as átfolyási számot jelentett ebben az esetben. Megfigyelhető továbbá, hogy az égés kezdeti, fejlődő szakaszában a huzatszabályozó ajtó zárásával egyidejűleg meredeken emelkedik a pillanatnyi CO-kibocsájtás. A teljes tüzelési időintervallumra vonatkoztatva az átlagos CO-kibocsájtás 5973 ppm-re adódott, amely több mint 1600 ppm-el magasabb a szabvány szerint megengedett határértéknél.

A 2. eset kiértékelése

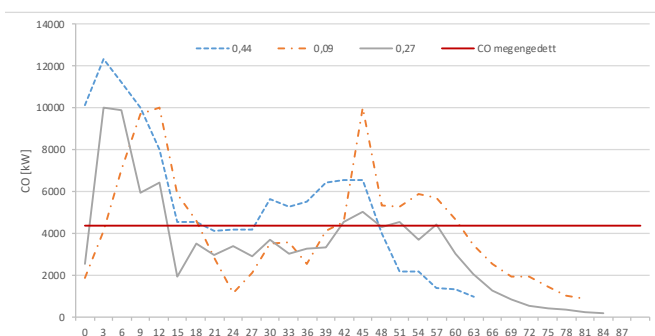
Ebben az elrendezésben szintén ugyanolyan minőségű, 7,2 kg száraz, 15%-ot nem meghaladó nedvességtartalmú hasábfát tüzeltünk el, azonban az 1. esethez képest 1-1 előre beállított, állandó értéken tartott átfolyási szám mellett. A 3. táblázat szerinti átfolyási számok esetén az alábbi eredményeket kaptuk.

Az 5. ábrán jól látható, hogy állandó, nagy átfolyási szám mellett a tüzelési folyamat rövid időn belül lezajlik, a fejlődő szakaszt gyors hanyatló szakasz követi. Köztes átfolyási szám esetén a kiegészítő idő közel egy órával megnövekedett, a fejlődő szakaszt közel állandó, 10 percen át tartó csúcsteljesítmény jellemezte. A hanyatló szakasz időben elnyújtott. Kis átfolyási szám mellett a kiegészítő idő szintén elnyúlik, azonban a maximálisan kinyerhető teljesítmény jóval az előző beállítási paraméterhez tartozó érték alatt maradt. A 4. ábra szerinti kinyerhető teljesítménnyel összevetve a maximálisan kinyert teljesítmény is nagyobbra adódott. A 6. ábrán az előbb ismertetett átfolyási számok esetén kialakuló, a teljes tüzelési szakaszt bemutató szén-monoxid kibocsájtás értékek láthatók.

A folytonos vízszintes vonal jelzi az MSZ EN 303-5 szabvány szerinti megengedett CO kibocsájtási értéket. Megfigyelhető, hogy a legnagyobb átfolyási szám esetén szinte a teljes tüzelési idő alatt a megengedett emissziós határérték fölött üzemel a berendezés.



5 ábra. Kinyert teljesítmények alakulása különböző, állandó átfolyási számok esetén



6. ábra. A CO kibocsájtás alakulása az egyes átfolyási számok esetén

A készülék levegő bevezető ellenállása ebben az esetben a legkisebb, így az emelkedő tüztér hőmérséklet hatására az égéstermék hőmérséklet és ezzel együtt a kéményben kialakuló huzat is emelkedik.

Ezen jelenségek együttes hatására a tüztérbe bejutó égési levegő mennyisége meghaladja az ideális égéshez szükséges mennyiséget, amely rosszabb minőségű égést, ezáltal nagyobb CO kibocsájtást okoz. Köztes állású huzatszabályozó ajtó esetén a tüztér fejlődő szakaszában figyelhető meg monoton növekvő CO fejlődés, azonban a maximális teljesítmény, ezzel ennél az előbeállításnál elérhető ideális égés kialakulását követően a CO képződés drasztikusan esik, és a kiegészítő szakaszban is rövid ideig haladja meg a szabványban rögzített határértéket. A legkisebb átfolyási szám esetében a CO kibocsájtás az előző beállítási értékéhez hasonló jelleget vesz föl, de a teljes tüzelésre vonatkoztatott időben jellemzően nagyobb szén-monoxid kibocsájtási értékeket figyelhetünk meg.

Az egyes átfolyási számok esetén kapott átlagos CO kibocsájtási értékeket a **4. táblázat** tartalmazza.

4. táblázat. Átlagos CO kibocsájtási értékek

Üzemvitel	CO _{átlag}	Átlagos eltérés, CO _{max}
	[ppm]	[ppm]
Huzatszabályozó	5973,03	1606,96
C = 0,09	4017,14	-348,93
C = 0,27	3368,54	-997,53
C = 0,44	4879,00	512,93

Kijelenthető tehát, hogy az automata huzatszabályozás szén-monoxid keletkezés szempontjából a legkedvezőtlenebb, míg a 0,27 átfolyási számhoz tartozó állandó értéken tartott huzatszabályozó ajtó a legkedvezőbb. Átlagosan több, mint 2600 ppm CO kibocsájtás csökkenést érhetünk el, ami a megengedett átlagos CO kibocsájtási határérték közel fele.

A 3. eset kiértékelése

A 3. esetben az előzőekhez hasonlóan jártunk el. A háromféle átfolyási szám esetén a **7. ábra** szerinti szén-monoxid kibocsájtási és energiahozam értékeket kaptuk.

Megfigyelhető, hogy brikett tüzelőanyaggal történő tüzelés esetén a CO kibocsájtás bármelyik előbeállítási érték mellett teljesíteni tudja a szaggatott vonallal jelölt maximálisan megengedhető átlagos szén-monoxid kibocsájtási határérték

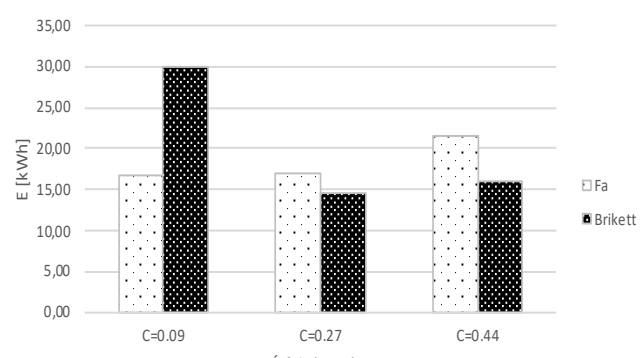
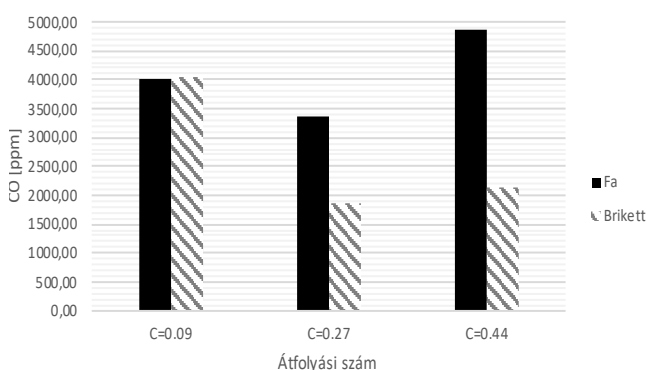
követelményét. Brikett esetén is a 0,27-es átfolyási szám mellett kaptuk a legkisebb emisszió értéket, amely közel fele a hasábfű tüzelés értékének. Fatüzelés esetén azonban az átlagos energiahozam 17,1 kWh, a brikettnél kapott 14,5 kWh-hoz képest. A maximális nyitáshoz tartozó üzemviteli állapotban brikett esetén azonban nagyobb, 16,1 kWh energiahozam adódott, minimális szén-monoxid kibocsájtás emelkedés mellett. Kiemelkedő eltérés a hasábfű tüzeléshez képest, hogy a legkisebb átfolyási szám mellett is teljesülő CO kibocsájtási határérték esetén közel kétszer akkora energiahozamot értünk el brikett esetén.

Összefoglalás

Vizsgálataink során egy családi házakban használható vegyes tüzelésű kazán üzemviteli vizsgálatait végeztük el. A vizsgálatok során meghatároztuk a huzatszabályozó ajtóra jellemző átfolyási számot, amely segítségével különböző előbeállítási értékeken mértük a készülék üreme során jelentkező üzemviteli paramétereket. Kétféle tüzelőanyaggal hét külön esetet vizsgáltunk meg. Első esetben a hőmérséklet-korlátozó által folyamatosan szabályozott huzatszabályozó ajtó hatását elemeztük hasábfű tüzelés esetén.

A mérési eredmények alapján kijelenthető, hogy ez a fajta szabályozás kedvezőtlen hatással bír a készülék szén-monoxid kibocsájtási értékeire, valamint a kinyerhető energiahozamra, ebből fakadóan környezetvédelmi és energiafelhasználási szempontból sem tekinthető optimális megoldásnak. Azonban a biztonsági szempontokat, valamint az így megtermelt, esetleges többlet energiát a mindenkori hőszükséglettől függetlenül el kell tudni raktározni, amihez feltétlenül szükséges egy puffertároló illesztése a rendszerhez! A puffertároló méretezését illetően a kézi adagolású készülékekhez egyértelmű méretezési összefüggés található az MSZ EN 303-5 szabványban.

Az első mérést követően hasábfű és brikett esetén is 3-3 állandó átfolyási szám mellett megvizsgáltuk a kinyerhető energiahozamot, valamint a szén-monoxid kibocsájtást. Megállapítottuk, hogy állandó állású huzatszabályozó ajtó esetén a vonatkozó szabványban előírt CO emisszió határértékeket, egy esetet leszámítva, teljesíteni lehet magasabb energiahozam mellett mint a folyamatos huzatszabályozás esetén.



7. ábra. Átlagos CO kibocsájtások és energiahozam különböző tüzelőanyagok esetén

Hasábfu tüzelés esetén minden vizsgált előbeállításnál magasabb CO emissziót értünk el, mint brikett tüzelésnél. Brikett égetésekor alacsony átfolyási szám mellett kapjuk a legnagyobb energiahozamot határértéken belüli szén-monoxid kibocsátás mellett.

Irodalomjegyzék

- [1] K. Press-Kristensen: Air pollution from residential combustion, The Danish Ecological Council
- [2] Bram S, De Ruyck J, Lavric D. Using biomass: a system perturbation analysis. Appl Energy 2009; 86(2):194–201.
- [3] O. K. Nielsen, M. S. Plejdrup, M. Winther, M. H. Mikkelsen, M. Nielsen, S. Gyldenkaerne, P. Fauser, R. Albrektsen, K. Hjelgaard, H. G. Bruun, M. Thomsen: Annual Danish Informative Inventory Report to UNECE Emission inventories from the base year of the protocols to year 2014, Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy (2016)
- [4] Clara Serrano, Henar Portero, Esperanza Monedero: Pine chips combustion in a 50 kW domestic biomass boiler, Fuel 111 (2013) 564–573
- [5] V. K. Verma, S. Bram, F. Delattin, P. Laha, I. Vandendael, A. Hubin, J. De Ruyck: Agro-pellets for domestic heating boilers: Standard laboratory and real, Applied Energy 90 (2012) 17–23
- [6] Mariusz Jerzy Stolarski, Michał Krzyżaniak, Kazimierz Warminski, Malwina Snieg: Energy, economic and environmental assessment of heating a family, Energy and Buildings 66 (2013) 395–404
- [7] J. Dias, M. Costa, J. L. T. Azevedo: Test of a small domestic boiler using different pellets, Biomass and Bioenergy 27 (2004) 531–539
- [8] Bajomi Anna Zsófia: A szociális tüzelőanyag-támogatás Magyarországon. 2018
- [9] MSZ EN 303-5:2013 Fűtőkazánok. 5. rész: Szilárd tüzelőanyagokkal üzemelő, kézi és automatikus táplálású, legfeljebb 500 kW névleges hőteljesítményű fűtőkazánok. Terminológia, követelmények, vizsgálat és megjelölés



**Az
Épületgépészeti
Múzeum
kincseiből**

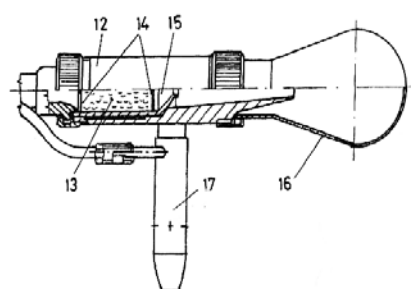
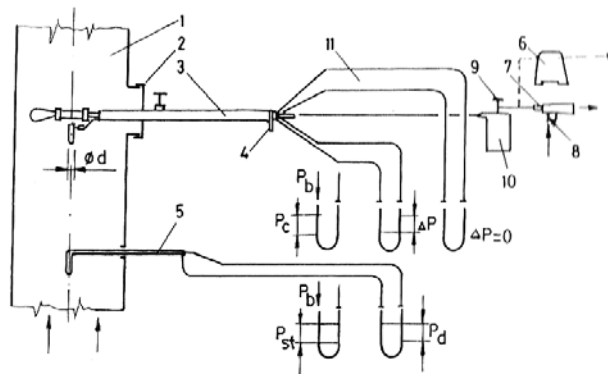
Ciklonszonda

Magyarországon a Villamosenergetikai Kutató Intézetben (VEIKI) fejlesztették ki az áramló gázból (levegőből) való porminta vétel egyik eszközét, a ciklonszondát. A kísérleti példánnyal végzett mintavételek sikere és a hazai kereslet növekedése indokolta a sorozatgyártás megkezdését. Az esztergomi Labor Műszeripari Művek volt a kivitelező. A mintavevő rozsdamentes acélból készítették kiváló minőségben. Ebből van múzeumunknak egy készlete.

A mintavétel és a ciklonszonda mintavevő fej vázlata az első ábrán látható. A gázcsatornába (1) mérőcsonkon (2) át helyezik be a ciklonszondát (3). Egy irányjelző zászló (4) mutatja a leszívó cső (csutora) állását. A fő gázáram sebességét

Prandtl-csővel mérik (5). A leszívást légszivattyú (6), vagy sűrített levegő csatlakozású (7) légsugár szivattyú (8) végzi. A leszívott gáz térfogatáramát a szonda-szárba épített Venturicső méri, szabályozása szeleppel (9), a lecsapódó nedvesség leválasztása kondenzedénnyel (10) történik. A mérőműszerek a szondához gumi-, vagy műanyag csővel csatlakoznak (11). A mintavevő szondafej a fő gázáramban helyezkedik el, azzal megegyező hőmérsékletű, ami a minta nedvesedését kizárja („belsőtéri” mintavevő).

A porminta gyűjtése két fokozatban történik. Az első fokozat mikro-ciklon (12), amelynek leválasztott porát portartály (16) fogja fel. A második fokozat rostszűrő, amely a ciklon merülőcsővében helyezkedik el (13), dróthálókka (14) határolva. Az elszívó cső (csutora) (17) átmérőjét úgy kell megválasztani, hogy a leszívás izokinetikus (a fő gázáram helyi sebességével közel azonos) legyen. A leválasztott por tömegét analitikai (mikroanalitikai) mérleggel lehet meghatározni. Ebből és a gáztechnikai mérések eredményeiből a gáz porkoncentrációja, illetve a por tömegárama számítható. Ha a mérés környezetvédelmi jellegű, akkor a porkoncentráció az emisszió fajlagos mértéke, míg a poráram az emisszió mértéke.



A második ábrán az összeszerelt mintavevő fényképe látható.



Sircz János, az Épületgépészeti Múzeum igazgatósági tagja

Tanulságos életpályák – Rébay Lajos

Nagyon örülök, hogy Rébay Lajost sikerült rávennem arra, hogy megossza velünk véleményét, tapasztalatait, gondolatait. Úgy gondolom, sokunk számára gondolatébresztő és iránymutató ez az írás.

Külön köszönöm, hogy vállalkozott a tanulságos életpályákat bemutató sorozatunk szervezésére és gondozására, hiszen a 2007-ben indult sorozatban szakterületünk sok kitűnő egyéniségének életével, szakmai pályájával, tapasztalataival és véleményével ismerkedhettünk meg.

Köszönöm az interjút!

Dr. Barna Lajos főszerkesztő

Magyar Épületgépészet: Mondj néhány számra fontosat magadról!

Rébay Lajos: Nem szeretnék csalódást okozni, mert nem elsősorban szakmai „életpályámról”, hanem a családom, a szakmai és a tágabb környezetem szolgálatáról – a megszokottnál többet – beszélnék.

1944-ben születtem Ipolyságon. Innen visszanézve jól látni, hogy körülményeim milyen erősen meghatározták a későbbi történeteket. Édesanyám rokkantsága, apám üldöztetése, munkanélkülisége az 50-es években a megmaradáshoz csak egy becsültes magatartást tett lehetővé számunkra: tudás és fegyelem voltak az irányelveink. Ezért nem hagytuk el az országot 56-ban sem, ezért nőttünk fel Kölcsy „Huszt” című versén.

Szakmai pályafutásomra meghatározó a Vendel utcai József Attila Általános Gépipari Technikum, ahol nemcsak kiváló műszaki tanáraink voltak, hanem a magyar irodalmat is hihetetlen odaadással tanították nekünk. Pattantyús professzor mondása ézerszer beigazolódott számomra: a mérnök 50% erkölcsi erőből, 25% általános műveltségből és 25% mérnöki tudásból kell álljon. Vagyis semmit nem ér az utolsó 25% az 50% alap nélkül. Kölcsy után (a tudomány célja maga az ember) szabadon fogalmazva: az építőipar célja maga az ember, értsd: minden ember együttesen, és nem csak a generál kivitelező.

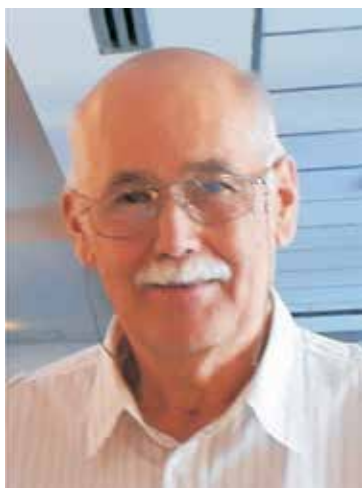
A rendszerváltással egyidőben kapcsolódtam be a cursillo katolikus megújulási mozgalomba, mint vezető munkatárs, majd 2000 után az Alpha misszióba és a cigány pasztorációba. 2010-től támogatom a Moldvai csángók magyar oktatását, 4 falunak vagyok a gazdája.

Furcsa módon egyidejűleg rajongok az autentikus magyar népzeneért, a klasszikus country zenéért és az operáért (a klasszikus zene feleségem okán kötelező). Gyerekkorom óta máig van operabérletünk. Ugyancsak egyidejűleg vonzódok a vízhez és a magas hegyekhez. Az érettségi előtti évig versenyszerűen eveztem. A hegyi túrázás mára pl. a Bakáts tér - Soroksári Hősök tere Duna menti 12 km-es (vízszintes) távra szelidült. A Fradi pályára több éve van foci bérletem, néha el is megyek. (Én még láttam itthon Puskás Öcsit játszani a Népstadionban.)

MÉ: Miért, hogyan lettél épületgépész?

RL: Apám priusza miatt a Budapesti Műszaki Egyetemre 23,5 pontom ellenére nem vettek fel. Hajógépész szerettem volna lenni, ezért lakatosként a Láng Gépgyárban kezdtem dolgozni. Helyettes oktatási miniszterhez benyújtott fellebbezéssel, egy hónappal az előadások kezdete után felvettek. Családunk anyagi helyzete miatt szükség volt társadalmi ösztöndíjra, amit hosszas próbálkozás után a Csőszerelőipari Vállalattól kaptunk meg. Kiss Sándor, a Fütőber fejlesztési

főmérnöke tanácsára kerültem a 4. sz. Szerelőipari Üzem budapesti munkahelyeire, és lett belőlem klímás művezető. Ez nagyon szerencsés döntés volt. Korszerű, nyugati gyártmányú berendezések szerelését, üzembe állítását irányítottam, gyakran a külföldi szerelőkkel együtt (Svenska Fläktfabriken, Van Swaay, Bilman, York, Honeywell, PAC, Karl Weiss, ÖKG, Sulzer, Austroklima), így többek között a Hotel Duna Intercontinental, a Kőbányai Gyógyszerárugyár, ÉFÉDOSZ székház, PüM légtechnikai és hűtő berendezéseit. Az ÖKG a későbbiekben velünk együttműködve fejlesztette ki a Fütőber gyártmányú, Chrysler típusú légkezelőkhöz épített hűtőegységeit.



Az épületgépészet jelentős fejlődés előtt állt a 70-es években, ezért nagy lehetőségek kínálkoztak számunkra. 1971-től kezdtem megszervezni a Légtechnikai Beszabályozó Csoportot, 1972-től a Klíma Vevőszolgálati Csoportot. Rövidesen 30...50 fős, részben külföldön is kiképzett szakember csoportunk lett, az ország legnagyobb ilyen szervezetévé váltunk. Vevőszolgálati szerződést kötöttünk az NDK-beli Kombinat Luft- und Kältetechnik, az angol Precision Air Control, az osztrák Karl Weiss céggel, majd a Stäfa és a Belimo cégekkel, elsősorban számítástechnikai, pénzügyi intézmények, kulturális létesítmények ellátására. 1975-ben egy főszerelésvezetőségbe vontuk az összes klímatechnikai szerelési munkát, de ezt nem találtam gazdaságosan irányíthatónak, ezért visszatértünk a területi szerveződésre. 1981-ben a 4. üzemet felosztották a többi szerelőipari üzem között, bizonyos területi és szakmai elvek alapján. (Szerintem hiba volt.) A klímatechnika az 5. üzemhez került.

1983-tól a vállalat klíma szakági főmérnökeként a munkák központi előkészítésével, tervezőiroda létrehozásával és műszaki fejlesztéssel foglalkoztam. Komplex vállalkozásban, tervezéssel, sőt esetenként építési munkával együtt értve láttam a jövő lehetőségét. Javaslatomra a vállalatnál elsőként vezettük be a főszerelésvezetőség számítógépes adatfeldolgozását, először a szervizraktár, majd a számlázás lebonyolítására. 1988-ra látszott, hogy a megszokott szervezetek szét fognak esni, mert nincs elég megbízás, a boldogulását mindenki maga keresi. Javasoltam önálló klíma-szolgáltató leányvállalat létrehozását, amit végül 1989. július 1.-én Csőszer-Lég-hűtés Kft-ként bejegyeztettünk.

Az új gazdasági társaságokról szóló törvény valójában felkésztetett bennünket, mert mindig a beszállító nyugatiaktól független önállóságra, a tőlük eltanult legnagyobb tudásra, a magunk által felállított becsületes, a vevőket szolgáló magartásra törekedtünk. A társaságot, amelyben 10% részünk volt, saját erőnkől privatizáltuk, a raktárunk ingatlanát megvettük, és 1993-tól CLH Hűtés- és Klimatechnikai Kft. névvel működöttünk. Minden korábbi szerződésünket jogfolytonosan elláttuk. Kizárólagos képviseleti jogot szereztünk a francia Airwell, CIAT és Cristopia cégektől. Kereskedelmi, képviseleti hálózatot építettünk ki, a kereskedelem mellett önálló légtechnikai kivitelezői vállalkozásba kezdtünk, amit a kereskedelemmel nem volt könnyű összeegyeztetni. Hűtőagregátok, elektromos vezérlő- és szabályozó szekrények gyártását végeztük. Rendszeresen szerveztünk konferenciákat tervezők és üzemeltetők részére a korszerű rendszertechnikai megoldások, az új hűtő- és légtechnikai fejlesztések megismertetésére. Az Építéstudományi Egyesületben (ÉTE) Épületgépészeti Nívódíjat alapítottunk a minőségi kivitelezés jutalmazására. Lehet, hogy mi „iparosok” hajtottuk végre a rendszerváltoztatást?

1995-ben a családjunkban bekövetkezett betegség miatt az ügyvezető igazgatói beosztásból kereskedelmi igazgató beosztásra váltottam. A társaság éves árbevétele ekkor változatlan létszámmal is már meghaladta az alapításkori eredmény 10-szeresét, ami alapvetően a kereskedelmi és a karbantartási tevékenységünk értéke volt. Az alkalmazottak száma közel 100 fő volt, amelynek fele volt tulajdonos. (A további 25 évben az árbevétel közel 100-szorosára nőtt, 300 fő feletti alkalmazottal.)

1999-ben a Szociális- és Családügyi Minisztérium miniszteri biztosa lettem. Feladatom a kormány családpolitikai koncepciójának kidolgoztatása volt. 2000-től saját vállalkozásban, a Rébay Mérnökiroda Bt. keretében kezdetben kivitelezéssel is, később tervezéssel, majd lebonyolítással, műszaki ellenőrzéssel, kivitelezés koordinálásával foglalkozom mind a mai napig. Tagja vagyok az Építéstudományi Egyesület Épületgépészeti Szakosztályának, a Magyar Mérnöki Kamarában vizsgáztatjuk a felelős műszaki vezetőket és műszaki ellenőröket, részt veszek a Mérnök Újság szerkesztésében.

MÉ: Mit szeretsz az épületgépészetben?

RL: Többször vettem részt vezetőképzőn. Ott „tudományosan” is kimutatták, hogy erősségem a szervezés és az innováció. Azért szeretem az épületgépészeti gyakorlatot erős elméleti háttérrel, mert konkrét a cél, adottak, vagy létrehozandók az eszközök, és a célbaérés motivál. Egy másik felmérés szerint az igazságérzetem erős, valószínűleg ezért szerettem munkatársakkal dolgozni. Mindig hármas célt tűztünk ki a munka során: 1. az eredménynek mindig a megrendelő, felhasználó, látogató öröme kell szolgálnia, 2. a közreműködők a munka során egymást segítők, baráti közösséget hozzanak létre, 3. a közös munka által mindenki jobb emberré válik. Nem volt könnyű, de néha sikerült, ezért megérte.

Pályám elején szerettem volna egyre jobb mérnökké válni, de ez hamar a többiek felé fordult. Őket próbáltam segíteni sikeres, jobb szakemberré, emberré válni. Előfordult, hogy anyagi támogatást is adtam azért, hogy munkatársam egy másik cégnél neki megfelelő munkakörben boldogulni

tudjon. Örülök, hogy voltak és vannak követőim. Meggyőződésem, hogy ilyen szellemű közösséget természetfeletti kapcsolat nélkül nem lehet létrehozni, fenntartani. Nekünk megadott, hogy éljünk ezzel a lehetőséggel.

MÉ: A tanulmányaid során ki/kik voltak Rád meghatározó, pozitív befolyással? Volt-e példaképed, és miért? Mire emlékszel vissza legszívesebben?

RL: Megint csak innen visszanézve látom, hogy milyen hatalmas szerepe volt az engem szerető, támogató, többet követelő tanárainknak, *Náhlik Györgyné* magyar tanáromnak az általánosban, *Irányi István*, *Morzál István* osztályfőnökeimnek és *Nádas László*, *Kertész György* tanárainknak a technikumban. Az egyetemen az emberi és szakmai nagyság volt lenyűgöző számomra mindenekelőtt *Bajcsay Pál*, *Halász László*, *Macs-kásy Árpád*, *Sváb János* tanároknak. Szívesen emlékszem például a Gépelemek tanszéken *Staub* tanár úrra, aki a rajzomat azzal adta vissza, hogy „tud maga ennél többet is”, pedig a többiekéhez mérten az enyém sokkal jobb volt. Igaza volt, tudtam még rajta dolgozni.

Nagyra tartom azokat, akik tökéletes munkát adnak ki a kezükből, egy fafaragót, kovácsot, esztergályost, a Csőszer-nél *Páján Béla* fűtésszerelőt, vagy *Bauer Gyuri* bácsi brigádfővezetőmet, akinek az államosítás előtt fémdoboz gyártó üzem volt, valamint az Istent „láttató” embereket, *Árpádházi Szent Erzsébetet*, *Márton Áron* püspököt, barátomat, *Tarcsai Györgyöt*. Legnagyobb szakmai példaképem *Széchenyi István*, akinek arcképét már akkor kihelyeztem az irodámban, amikor még ellenségnek számított.

MÉ: Mit tartasz leginkább sikerednek?

RL: Leghálásabb a családomért vagyok, hogy megmaradtunk egészségben, egységben. Mind a négy gyermekünk szorgalmas, kötelességtudó, jó szándékú ember lett. Mindannyian tanárok, habilitált művelődéstörténész, illetve magyar nyelv és kommunikáció, angol nyelv, illetve művészettörténész és angol nyelv felsőfokú végzettségűek. Feleségem csellótanár. Öt unokánk van.

Én is bekapcsolódtam az oktatásba. Az Építéstudományi Egyesületben 2000-től kezdeményeztem és végeztünk épületgépész posztgraduális képzést energiahatékonyság, tervezési gyakorlat, mérés-technika, akusztika, majd hűtő-technika témakörben. Jelenleg az épületgépész kivitelezés-vezető tanfolyamot készítjük elő. Második éve oktatok épületgépészeti kivitelezést levelezőknek a Gödöllői Szent István Egyetemen. Öt szakkönyv társszerzője vagyok, 40 szakcikket közöltem.

Különös örömet, és egyben szolgálatot jelentett számomra, hogy 1996 és 2007 között a Szent István Bazilika műemléki felújításának egyházi műszaki vezetője lehettem, majd a Budavári Mátyás-templom 2004 és 2010 között.

MÉ: Mit tartasz a szakma előtt álló legnagyobb kihívásnak jelenleg, és mit javasolsz, mit kellene másképp csinálnunk?

RL: Szerintem mindig a követelmény rendszert kell először egyértelművé tenni. Az emberségünk/mérnökségünk említett 50%-nyi követelménye, mint elvárás elvileg rendben van, de sokkal többet kellene tenni érte mindenkinek egyénileg, illetve az erre hivatott intézményeknek.

A 25% szakmaiságot érintő előírások tekintetében számomra leginkább a kivitelezési munkák minőségi követelményeinek korszerűsítése hiányzik. Ezt kíséreltük meg pótolni a 2005-ben a TERC által kiadott Építési Műszaki Ellenőrök Kézikönyve 2. kötetével, ami lassan átdolgozandó. Kormányzati elhatározás szerint az ÉMI-re vár ez a feladat.

Barátaimmal a felsőfokú épületgépész képzés korszerűsítésével közel 20 éve foglalkozunk. Szerencsés lenne a tervező képzést osztatlaná tenni úgy, hogy közben első elágaztatással létesítmény kivitelező és üzemeltető mester mérnököket képezzünk, akik nem kaphatnak tervezői jogosultságot, hiszen nem ez a képzésük célja.

A műszaki ellenőri munkaköröket arra alkalmas szakemberekkel kell betölteni, akik méltó partnerei a tervezőknek. A lebonyolítói munkakörtől el kell választani. Ebből következik

számomra, hogy műszaki ellenőr csak szakértői jogosultsággal rendelkező lehet. El kell érni, hogy a kivitelezés során a befektető tervellenőrzést, majd tervezői művezetést vegyen igénybe, hiszen a későbbi takarékoság és egyéb ügyeskedések több kárt okoznak.

MÉ: Mit kívánsz, mit üzensz a fiatalabbaknak, illetve a pályakezdőknek?

RL: Tudjanak választ adni a kérdésekre: ki vagy (önismertet), hová mész (mi az életcélod) és mit viszel (mit adsz másoknak)? Tartsák meg a helyes sorrendet: először az odaadó, szorgalmas, kifogástalan munka, és ez biztosan meghozza a megbízásokat, az anyagiakat, a boldogulást. Minden eredményük legyen önzetlen kapcsolataik, szeretetük gyümölcse.

Az Építéstudományi Egyesület épületgépész-mérnök továbbképzési programja

Az ÉTE a 2000. évben megkezdett tanfolyamait 2020-ban épületgépész kivitelezés vezető posztgraduális képzéssel folytatja. A tematika összeállításával a szakszerű, legjobb minőségű kivitelezést és a hatékony üzemeltetést kívánjuk elérni. Ezért a hangsúlyt a tervezéssel, kivitelezéssel és üzemeltetéssel szemben támasztandó korszerű követelményekre helyeztük (pl. a versenyeztetés, a vállalkozás, a megvalósítandó műszaki tartalom, az elvégzendő feladat minősítési rendszere és követelményei mind a tervezés, mind a kivitelezés számára). Ebből következően a témakörök megválasztásánál és kidolgozásánál gondolkodásunk és szakmai tudásunk tapasztalt hiányosságainak pótlására törekedtünk, így

- a rendszerszemléletre,
- a legújabb előírások ismertetésére (EU, MSZ),
- a korszerű rendszer felépítés és méretezés ismertetésére,
- a rendszerek működtetésére (pl.: szabályozástechnika), továbbá
- a legújabb szakmai területek (pl. hűtéstechnika),
- legkorszerűbb termékek alkalmazástechnikája (pl.: kazánok, hűtőgépek, hőleadók, szabályozó szerelvények),
- az energiahatékonyság (energiahasznosítás, megtakarítás),
- a hatékony működéshez szükséges beszabályozás (légoldali, hidraulikai, elektromos),
- a gyártástechnológia állandó fejlődésére alapozott korszerű szerelésteknológia,
- az épületgépészet és a hozzá szorosan kapcsolódó szakmák összhangja,
- a kivitelezői vállalkozás és munkahelyi irányítás (humán erőforrás, vezetéstechnika),
- a rendszerek működtetése (szabályozástechnika, üzemeltetés),
- a kiemelten fontos üzemviteli kérdések (zajtechnika, levegő és víz kezelése, környezetvédelem, energiafogyasztás, épületfelügyelet, vagyonvédelem, tűzvédelem) ismereteinek elsajátítására.

Tanfolyamaink egyúttal segítséget kívánnak adni a Magyar Mérnöki Kamara tervezői, szakértői, felelős műszaki vezetői,

műszaki ellenőri és egyéb szakmai jogosultsági feltételeinek elsajátításához is.

Hasznos a középfokú épületgépész végzettségű felelős műszaki vezetők számára is.

Ehhez kapcsolódó célunk, hogy a jövőben meghatározott nagyságú épületek kivitelezése jogosultsághoz, és az ehhez szükséges képzés szükségszerű elvégzéséhez legyen kötve.

A tanfolyam helyszínei

Az előadások helyszíne: Johnson Controls International Kft. székháza: Budapest, IX. Gubacsi út 6b/1.

A gyakorlati foglalkozásokat cégek bemutató termében, laborjában, illetve szerelési helyszíneken tartjuk, amit a tanfolyam során közlünk.

Jelentkezés

Az Építéstudományi Egyesület koordinátoránál elektronikus levélben (Rébay Lajos epgepoktatas@eptud.org, tel.: +36-20 931 6600) a jelentkező neve, telefonszáma, e-mail címe, a munkáltató neve és számlázási címe megjelölésével. A jelentkezést visszaigazoljuk, megküldjük a részletes órarendet, és egyidejűleg a munkáltatónak megküldjük a részvételi költség számláját, amely átutalással egyenlítendő ki az ÉTE 10200830-32310281-00000000 számú számlájára.

Tájékoztatás

ÉTE: Rébay Lajos tanfolyam-szervező a fenti elérhetőségeken.

A tanfolyam időpontja és költsége

A tanfolyam két féléves, április-június, illetve szeptember-november hónapokban minden második héten, péntek és szombat napokon. Az első oktatási nap 2020.04.03. Jelentkezni 2020.04.30-ig lehet a teljes díj kifizetésével.

A tanfolyam teljes költsége 480.000,- Ft + 27% ÁFA/fő. A díj tartalmazza az oktatás és az elektronikus adathordozón átadandó segédlet (témavázlatok, ábrák, táblázatok) teljes költségét. Étkezést, szállítást, komplett jegyzetet nem tartalmaz.

Tudásért címet

Épületgépész mesterképzés indul Pécsett

Az épületgépész mesterképzés kínálata Magyarországon egy új elemmel gazdagodik: 2020 szeptemberében a Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Karán indul újonnan, a gépészmérnök mesterszak keretében épületgépészet specializáció.

Mondhatjuk, hogy a „piac” igényelte ennek a képzésnek az elindítását. Az alapszakon nálunk végzett hallgatók nagy arányban jelezték, hogy szeretnék nálunk folytatni tanulmányaikat mesterszinten a már megszokott gyakorlatias, korszerű ismereteket nyújtó, széles spektrumú laboratóriumi háttérrel támogatással működő képzésben.

Az új pécsi mesterképzés igyekszik reagálni az épületgépészettel szembeni elvárások terén és a szakterület súlypontjaiban az utóbbi évtizedekben bekövetkezett változásokra. Hangsúlyt kap a képzési programban az alaptudományok szakmaterületi alkalmazása, ami nemcsak a rutinmunka, de a sorra felmerülő új feladatok megoldásához is jól használható tudást nyújt. A mai épületgépészeti felsőoktatás kihívása, hogy olyan feladatok, problémák megoldására kell alkalmassá tennie a hallgatókat, amely feladatokat ma még részleteiben nem is ismerünk. Emiatt fontos, hogy a képzés a tudás mellett mérnöki szemléletet, gondolkodásmódot is fejlesszen. Erre lehetőséget nyújtanak az olyan tervezett korszerű oktatási, készségátadó módszerek, amelyeknél a hallgatókat adott szituációba helyezzük, ahol életszerű, műszaki vagy gazdasági jellegű feladatot kell megoldaniuk. Az ilyen tanulási folyamatokon keresztül megérezhető, tanulható a komplex megközelítés, a rendszerszemlélet fontossága.

A képzés másik hangsúlyos pontja a fenntarthatóság körpöntű gondolkodás. A mérnök felelőssége az ökonómiai és az ökológiai fenntarthatósági szempontok összehangolása, és ez csak akkor tud megvalósulni, ha a műszaki alkotás/épületgépészeti rendszer létesítésének minden fázisa – tervezés, kivitelezés, üzemeltetés – komplexen átgondolt, ésszerű, tudatos döntéseken alapul. Ezt a hozzáállást igyekszünk fejleszteni olyan témák oktatásával, mint az életciklus elemzés, környezeti hatásértékelő módszerek, a környezetszabályozás. Emellett természetesen az épületgépészeti szakági ismereteken belül is feladatunknak tartjuk a legkorszerűbb, a fenntarthatóság szempontjainak megfelelő technológiák megismertetését. Számos épületgépészeti szakterület legkorszerűbb technológiáit fűlüzemi körülmények között bemutató laboratóriumaink ehhez kiváló segítséget jelentenek.

Fenti célkitűzéseinkhez igazodóan a ma szokványostól eltérően nagyobb kreditértékű, projekt szemléletű tárgyakból épül fel a tanterv. Ezek a tantárgyi blokkok önmagukban egy-egy aktuális, valós problémakör komplex kezelése, megoldási módszereit ismertetik meg a hallgatókkal. Ezt a koncepciót követtük mind a természettudományos, mind a gazdaság-humán, mind a szakmai ismeretek tantárgyainak megtervezésénél. Mesterképzésünkkel szeretnénk az alapképzésre építő,

azt tovább mélyítő és széles körű ismeretekkel gyarapító tudást átadni hallgatóinknak.

Kis létszámú, de lelkes oktatói gárdánk sok kreativitással, jó hangulatú csapatmunka keretében dolgozott a mesterképzés programjának kialakításán. Szakmai kihívásként tekintünk erre a tartalmában és szemléletében is újszerű képzésre. Sokéves tapasztalattal rendelkező és fiatal, tetterre kész kollégák egyaránt lelkesen ötleteltünk, mindenki a tudása legjavát szeretné megmutatni és átadni. Csak az épületgépész specializáció tanári gárdájából jelenleg hárman is végzik doktori tanulmányaikat, és a szintén tervezett második gépész specializáció oktatói között is van másik három doktorandusz. Emellett oktatóink nagy része egyben gyakorló mérnök is.



Laboratóriumi eszközparkunk egyik legújabb eleme a termikus műember (középen), bal oldalán a műember kutatás projektvezetője, *Fülöp László* prof. emeritus, jobb oldalán a kutatás doktori témavezetője, *Eördöghné Miklós Mária*.

A képzést a hozzánk jelentkezők akár az őszi, akár a tavaszi félévben elkezdhetik, mivel a tárgyak önállóan, tantárgyi

előfeltétel nélkül teljesíthetők. A négy féléves képzés levelező tagozaton indul, ahol a hallgatók/kollégák munkahelyi elfoglaltságait is figyelembe véve a diplomamunka feladatait két félévre osztottuk a határidőre teljesíthetőség érdekében.

Az összeállított képzési program mintatanterve előremutató, új szemléletű tantárgyakból épül fel. Úgy gondolom, hogy a hallgató által korábban elsajátított, akár az iskolapadban, akár szakmagyakorlással megszerzett ismeretek és a Pécsi

Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kara épületgépész mesterképzésében szerezhető kompetenciakör a korszerű épületgépészmérnöki munkához szükséges ismeretek cél-szerű szintézise lesz.

Eördöghné Dr. Miklós Mária PhD

egyetemi docens

a PTE MIK Gépészmérnök képzés szakfelelőse

3+1 kérdés a Pollack Expóról

A Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kara a XIV. Pollack Expóra készül. Az előző évek tapasztalatairól, a rendezvény töretlen sikeréről és a 2020-as Expó aktualitásairól kérdeztük *Baumann Mihály* tanszékvezetőt.

Tizenhárom éve járok le Pécsre a Pollack Expóra és minden évben azon gondolkodom, hogyan tud fennmaradni és megújulni ez a rendezvény évről-évre? Te hogy látod, miben rejlik a Pollack Expó sikere?

A sikernek sok összetevője van, de azt gondolom, hogy a mi rendezvényünk legfőbb erénye a személyre szóló figyelem. Sokszor elmondtuk, hogy saját szervezésben, a napi oktatási, szakmai elfoglaltságunk mellett szervezzük ezt a szakkiállítást. A meghívott cégek így nem csupán az ügyfeleink, hanem szakmai partnereink is egyben. Ennek köszönhető, hogy a jelenlévők számára az itt töltött 2-3 nap a „szakmázáson” túl évfolyam-találkozókról és hajnalig tartó baráti beszélgetésekről is szól. Ki kell emelnem azt is, hogy a Pollack Expón kiállító cégek kb. 60%-a épületgépész érdekltségű, vagyis a siker másik tényezője az összetartó épületgépész társadalom. Azt tapasztalom, hogy minden jelentős épületgépész rendezvényen jelen vannak az egymással együttműködő és olykor konkuráló cégek egyaránt, jól mutatva azt a szakmai alázatot és összetartást, amely az épületgépész szakmát jellemzi világszerte. Jó érzés, hogy ennek a támogató magatartásnak a Pollack Expó is hasznélvezője több évtizede.

Pár éve Pollack Expó díjat alapítottatok. Ki kaphatja meg ezt a díjat?

A mi díjunk minden szempontból eltér a szokásos expó díjak-tól. Nem egy különleges termékért, vagy az itt bemutatott know-how-ért adjuk. A díjjal szeretnénk kifejezni a köszönetünket a kiállítóinknak a szakkiállításunk támogatásáért és azokért a laborfejlesztésekért és egyéb oktatási célú hozzájárulásukért, amivel elősegítik a magas színvonalú egyetemi képzésünket. A díj különlegessége, hogy *dr. Vásváry Nádor Norbert* ipari termék- és formatervező művész kollégánk tervei alapján 3D nyomtatással készült.

A Pollack Expó előadásain nagyon sok egyetemi hallgatót láthatunk. Mit profitálhatnak a hallgatók a rendezvényből?

Nagyon sokat! A Pollack Expó kihelyezett oktatásnak minősül, így valamilyen szinten a hallgatók részvétele köte-lező. Ezt azonban a felsőbb évesek már egyre kevésbé érzik

kötelességnek, sokkal inkább lehetőségnek. Amikor meg-tapasztalják, hogy mekkora előnyt jelent, hogy „házhöz jön-nek” a cégek ahol szakmai gyakorlatot folytathatnak, gya-kornoki munkát végezhetnek vagy végzősként állásajánlatot kaphatnak, akkor válik igazán világossá a hallgatóink szá-mára, hogy nekik, értük is szervezzük ezt a műszaki börzét. Az így kialakult személyes kapcsolat a végzésük után kamatozik igazán, mert sokkal könnyebben tudják kérdéseikkel, problé-máikkal a cégeket megszólítani. A hallgatói részvétel legjobb visszajelzése az, amikor volt hallgatóink a kiállító cégek kép-viseletében térnek vissza a Pollack Expóra.



Milyen újdonsággal várjátok a 2020-as Expóra érkezőket?

A szekcióelőadások egyik új megjelenési formájaként elő-adásokat tervezünk a kiállítótérekben is azzal a céllal, hogy a kiállítók se szigetelődjenek el egy-egy sokak érdeklődésé-re számot tartó előadástól. A Magyar Mérnöki Kamara és a Dél-Dunántúli Építész Kamara tagjai ismét akkreditált elő-adásokat hallhatnak és helyet adunk a „Membrán szerkeze-tek Magyarországon” című építész konferenciának is, amely *Majoros Gábor* Ybl-díjas építésznek, volt kollégánknak állít emléket.

A kiállítás főtémájaként a különböző műszaki területeken megjelenő smart megoldások keresése és azok összehango-lása jelenik meg, különös tekintettel az elektronikus megol-dások, szolgáltatások térnyerésének.

Minden kedves olvasót szeretettel várunk 2020. február 27-28-án, a Pollack Expón!

Dr. Barna Lajos

POLLACK EXPO

2020
február
27-28

SZAKMAI KIÁLLÍTÁS ÉS KONFERENCIA

HELYSZÍN

Expo Center Pécs
7632 Pécs, Megyeri út 72.

**KIÁLLÍTÓK JELENTKEZÉSE,
RENDEZVÉNNYEL KAPCSOLATOS
INFORMÁCIÓK:
POLLACKEXPO.HU**

PTE MŰSZAKI ÉS INFORMATIKAI KAR,
MÉRNÖKI ÉS SMART TECHNOLOGIÁK INTÉZET
7624 PÉCS, BOSZORKÁNY ÚT 2.

BAUMANN MIHÁLY

Tanszéki telefon: +36 72 503 650/23866
Mobil telefonszám: +36 30 956 9835
e-mail: baumann@mik.pte.hu

BUDULSKI LÁSZLÓ

Tanszéki telefon: +36 72 503 650/23870
Mobil telefonszám: +36 30 662 0044
e-mail: budulskil@mik.pte.hu
expo@mik.pte.hu

Merre tovább épületgépészeti felsőoktatás?

Prof. emeritus Dr. Barótfi István¹

Bár az elmúlt évben az épületgépészet szak- és tudományterület jövőképéről a debreceni szaknapon tartott munkaértekezlet nem hozott átütő eredményt, az ezzel kapcsolatos kérdések megválaszolása nem engedhető el. A kérdéseket a felkészülés és a válaszok átgondolása érdekében előzetesen igyekeztünk megfogalmazni², a workshopon elhangzó válaszoknak a többségében azonban nem sikerült elrugaszkodni a jelen problémáitól (Gyurkovics Zoltán erőfeszítése ellenére sem), és így a jövő inkább a holnap tennivalóit, akadályait sorolta. A célt ugyan nem sikerült elérni, de ez arra hívta fel a figyelmet, hogy a megoldáshoz vezető utat újra kell gondolni.

Az újragondolt út pedig az, hogyha nem is látjuk a távoli jövőt, a vezérlő csillagot az égen, vagy illúzióknak tekintjük ezt a megközelítést, azt azonban meg kell tudnunk fogalmazni, most merre megyünk, merre van előre, merre tovább épületgépészet. Az épületgépészet jövőjével kapcsolatban elsősorban a felsőoktatásnak kell tiszta képpel, kialakult véleményekkel rendelkeznie, hiszen ezt a jövőt realizáló személyek az ő kezükben formálódnak. Természetesen ez esetben sem arról van szó, hogy ezt valaki majd meg fogja mondani, vagy kijelenti, hogy merre kell menni, hanem az ezzel kapcsolatos kérdésfelvetések megválaszolásával a szakma kollektív gondolkodásával kell az irányt megfogalmazni. Erre jó alkalom lehet a Pollack Expo keretében összegyűlt hazai szakmai grémium ilyen témájú megbeszélése.

Előzmények

Az épületgépészeti felsőoktatás jövőjével kapcsolatos megbeszélések nem előzmény nélküliek. Talán a leginkább érdeklődésre számot tartó összejevetel a 2013. május 23.-án Gödöllőn „Értéktérítő épületgépészet – fókuszban a jövőnk” címmel rendezett konferencia volt. A konferencián „Az épületgépészeti felsőoktatás jövője” szekcióban Követelmények és tendenciák a hazai épületgépészeti felsőoktatásban címmel Barótfi István tanszékvezető, SZIE; A BME épületgépészeti oktatás helyzete és eredményei címmel Kajtár László tanszékvezető helyettes, BME; Jövőkép a Debreceni Egyetem Épületgépészeti oktatásában címmel Kalmár Ferenc tanszékvezető, DE; Építészeti épületenergetika oktatás a BME-n címmel Viczai János, BME tartottak előadásokat.

A konferencia jelentősége abban volt, hogy a kétféle oktatás új képzési rendjében az épületgépészet a gépészmérnöki alapszakon (BSc) belül szakirányként épült be, és a BME Gépészmérnöki Karán, a SZIE Gépészmérnöki Karán, a DE Műszaki Karán, valamint a PTE Pollack Mihály Műszaki Karán már 2005 szeptembere óta el is kezdődött az oktatás és akkorra már tapasztalatok álltak rendelkezésünkre.

A konferencián felvetődtek kérdések és megoldásra váró feladatok, annak ellenére, hogy a bolognai folyamat bevezetését megelőzően több összejevetel is igyekezett ezeknek a problémáknak elébe menni („Tudományos-szakmai nap az épületgépészeti felsőoktatásról”, Gödöllő, 2003. augusztus 26. és „Épületgépészeti felsőoktatás a bolognai folyamat tükrében”, Gödöllő, 2004. augusztus 26.).

Miközben folytak a viták, megbeszélések az alapszak oktatásának tartalmi és követelmény kérdéseinek egyértelműsítésével kapcsolatban, elindultak a mesterképzés (MSc) kialakítására irányuló egyeztetések. A három gépészmérnöki kar (BME, DE, SZIE) megbízottai, illetve a Bolognai Bizottság tagjai többszöri megbeszélést követően elfogadták a képzésre vonatkozó alapelveket és közösen (konzorciumban) megalapítják a Gépészmérnöki mesterszakot és az indítási kérelem alapján 2008 szeptemberében el is indították azt. Az alapító okirat szerint a Gépészmérnöki mesterszakon 15 szakirány (1. táblázat) szerepelt, de az indítási kérelmekben a szakirányokra vonatkozó szabályozás az intézmény adottságainak megfelelően változott.

1. táblázat. A Gépészmérnöki MSc szakirányai (Forrás: BME, SZIE, ME Gépészmérnöki MSc Alapító okirata)

1	Alkalmazott mechanika
2	Anyagtechnológia
3	Áramlástechnika
4	Eljárástechnika
5	Épületgépészet
6	Gépészeti rendszerek informatikája és irányítása
7	Gépgyártástechnológia
8	Géptervező
9	Hőerőgépek és berendezések
10	Mezőgéptervező
11	Műszertechnika és minőségbiztosítás
12	Polimertechnika
13	Környezetipar
14	Műszaki fejlesztő
15	Műszaki folyamattervező

A szakterület azon törekvése, hogy az épületgépészet önálló szakként jelenjen meg, nem vezetett eredményre, a BME-n a gépészmérnöki mesterszak két szakirányának összekapcsolásával megalapították az Épületgépészeti és eljárás technikai gépészmérnök mesterszakot és azt 2009 szeptemberében el is indították. A szak alapító okiratában négy szakirány (Komfort épületgépészeti, Eljárás technikai gépész, Környezet technológiai, Épületgépészeti technológiai) van nevesítve. Minthogy az önálló épületgépész-mérnöki szak létrehozása

¹ SZIE Épületgépészet, Létesítmény- és Környezettechnika Tanszék

² Magyar Épületgépészet, LXVIII. évfolyam, 2019/4. szám

nem sikerült, ezért került sor 2007-ben a Létesítménymérnöki mesterszak megalapítására. A gondolatmenet az volt, hogy ha a gépészmérnöki szakterületen nincs lehetőség az épületgépészet önálló szakként való oktatására, akkor az épületgépészet a szakmai tartalmában és a nevében is megjelenítő épület felé kell eltolni (számos országban az építészethez kapcsolódóan, építész karon oktatják) és ezen a területen kell megpróbálni önállóan megjeleníteni. Így született meg a SZIE, a DE és PTE épületgépészetben érintett oktatói elhatározásából egy konzorcium, amely kidolgozta, elfogadtatta, majd 2009 szeptemberében elindította a Létesítménymérnöki mesterszakot.

A kialakult helyzet értékelésére 2010. május 25.-én „Épületgépészeti felsőoktatás” címmel Gödöllőn ismételt konferenciára gyűlt össze a szakma. A megvitatandó kérdéseket igyekeztünk az eredményesség érdekében szűkíteni, de még így sem sikerült a megoldásokig eljutni, csak a problémák leltározására és a feladatok megoldásának címkézésére futotta az időből. A konferencián az elsőként szóló Garbai László fogalmazta meg a jelenlegi helyzet lényegét: „a Bolognai folyamat bevezetésével az útkeresés a jellemző, ebben a felsőoktatási intézmények magukra maradtak, és mindmáig nem találták meg a helyes utat, a tervezett célok megvalósulása reménytelennek látszik.” Ez a summázata az épületgépészeti felsőoktatásban a kialakult helyzetnek, amely az előzőekben bemutatottak szerint a szakma széleskörű és jószándékú évtizedes aktivitása eredményeként alakult.

A jelenlegi helyzet tehát nem a szakma elmaradt egyeztetésének, vagy hibás döntéseknek a következménye, így a változást, a korrekciót sem ezek korrekciójában kell keresni, hanem alapos elemzéssel, az eddigiektől eltérő megoldások figyelembevételével kell megpróbálni. Az alapos elemzés azért is szükséges, mert ugyan az épületgépészeti felsőoktatásról beszélünk, de ezt csak a társadalmi-gazdasági helyzet összefüggésében lehet vizsgálni, és ez az elmúlt húsz évben gyökeresen megváltozott.

A jelenlegi helyzet értékelése

Az előretekintésnél nem lehet eltekinteni attól a helyzettől, amelyből kiindulunk (ebben különbözik a jövőkép megfogalmazásától, amelynél el kell szakadni a jelentőtől). A helyzetértékelésnél a közeli, belátható cél érdekében a feladatot általában elemzés, a problémák megfogalmazása és a kitérés pontok kérdéseire szűkítik le, amelyhez a megvalósítás feltételrendszerét is illik hozzárendelni. Ez a gyakorlat azonban csak az egyszerű változat, tartós, maradandó fejlődéshez ennél mélyebb elemzéssel, a helyzet szélesebb körű összefüggés- és

kapcsolatrendszerben való megvizsgálásával lehet eljutni. A terjedelme miatt azonban ennek csak egy tanulmányban lehetne eleget tenni (és ezt meg is kellene tenni), így ebben az írásban nagyon felszínesen és néhány kiválasztott kérdéskörre szűkítve tudunk kitérni. A témával ilyen szándékkal már húsz éve is foglalkoztunk³, de az akkori megállapításoknak csak kis töredékében sikerült eredményt elérni.

Az épületgépészet szakterület, mint minden szak- illetve tudományterület önfejlődése következtében is változik, de ezek a változások gyakran összefüggenek a környezet követelményeinek, illetve lehetőségeinek megváltozásával: egyes témakörök kimaradnak, mások jelentősen bővülnek, illetve új témakörök jelentek meg. Ezek közül néhány fontosabb:

- A szakterület rendszereit alapvetően érintik a globális kérdések, mint pl. az energia, a környezetvédelem és az informatika (1. ábra). Ennek megfelelően a rendszerek alapvető működési elveikben jelentősen nem változnak, de kiegészültek, bonyolultabbak lettek, vagy más, többnyire szigorúbb követelményeknek kell megfelelniük.
- A rendszerek alkotóelemeinek választéka jelentősen bővült.
- A rendszerek tervezésében, működtetésében jelentős teret kapott a digitalizáció.
- Az elvárások a rendszerekkel szemben minőségükben és a működtetés kényelmében jelentősen megváltoztak.

A felsoroltakkal az előzőekben már konkrétan említett összefüggéseken, illetve ezekkel kapcsolatban megjelent írásokban foglalkoztunk, így ezeket itt nem ismételtem meg, hanem inkább az utolsó években körvonalazódó, az épületgépészeti felsőoktatást is alapvetően meghatározó területekből emelnék ki néhány fontosabbat. Ennek jelentőségét azonban éreznünk kell, mert az épületgépészet esetében is el kell fogadnunk (bárminnyire is szeretnénk, a jövőt – de legalább az épületgépészet jövőjét – nem az épületgépészek határozzák meg), hogy a szakterület jövőjét, fejlődését alapvetően nem az önfejlődés, a jelenlegi szakmai tartalom fogja meghatározni, hanem azok a társadalmi, technikai, gazdasági körülmények, amelyek között – abba beintegrálódva – a szakterületnek működnie kell.

A jelenlegi helyzet értékelésénél nem lehet/szabad figyelmen kívül hagyni a felsőoktatásban feltűnő, vagy talán már gyökeret is vert általános problémákat és tendenciákat. Ezen a területen viszonylag könnyű helyzetben vagyunk, mert a felsőoktatásban közel húsz évvel ezelőtt bekövetkezett jelentős változások után most nem közvetlenül egy európai rendszerhez való kapcsolódás merev kötöttségei, hanem saját nemzeti célkitűzéseink lehetnek a vezérfonal. A kormány több alkalommal tárgyalta a „Fokozatváltás a felsőoktatásban (A teljesí-

mény-elvű felsőoktatás fejlesztésének irányvonalai)” című tanulmányt, amely a hazai felsőoktatás jövőjét fogalmazza meg⁴, és amelyet a 1359/2017. (VI. 12.) Korm. határozatban hagyott jóvá.



1. ábra. Az épületgépészet tartalmi bővülése (Forrás: Magyar Épületgépészet, L. évfolyam, 2001/2.)

³ Magyar Épületgépészet, L. évfolyam, 2001/4. szám

⁴ https://www.kormany.hu/download/c/9c/e0000/Fokozatvaltas_Felsooktatásban_HONLAPRA.PDF

A tanulmány megállapítja, hogy

„Az elmúlt 25 év alatt Magyarország törlesztette a felsőoktatás sok évtizedes adósságát a társadalom irányába. A felsőoktatáshoz való hozzáférés kiszélesedett, a képzésből a korábbi évtizedekben kizárt csoportok megszerezhették a kívánt végzettséget, megvalósult a tanítási szabadság, kialakult az egységes magyar felsőoktatás intézményrendszere és képzési szerkezete, visszaállt az oktatás és kutatás egysége, valamint megjelent a felsőoktatás minőségi fejlesztésének igénye. Egy szóval: lezajlott a felsőoktatás rendszerváltása.

2030-ra megvalósulhat egy biztos alapokon nyugvó, nem pusztán közösségi forrásokból táplálkozó felsőoktatás, amely a minőségi oktatásnak és versenyképes képzésnek köszönhetően képes lesz külső források bevonásával is finanszírozni a tevékenységét. A jövő felsőoktatásának kulcsszavai: verseny, minőség, teljesítmény és siker.

2030-ra olyan felsőoktatási rendszert kell létrehozni, ahol a rendelkezésre álló állami forrásokat a nemzetközi versenyben is bizonyítottan erős területekre lehet koncentrálni, vagyis a gazdaság-politikában bevált ágazati szemléletű megközelítést a felsőoktatásba is át kell vezetni. A minőségi oktatás egyik kulcsa a differenciálás, amit azonban a képzési területeken kívül a felsőoktatási intézmények profilja és a hallgatók képessége terén egyaránt érvényesíteni kell.

A jövőben minden egyetemnek és főiskolának a saját, jól megkülönböztethető, kiemelt képzési területére kell fókuszálnia, vagyis az intézményeknek határozott képzési profillal kell rendelkezniük, és az általuk képviselt területen világszínvonalú képzést kell nyújtaniuk. Ez hozzájárul ahhoz, hogy megszűnjön az intézmények felesleges rivalizálása, és helyébe a képzések közötti egészséges verseny lépjen, és így az ország felsőoktatási intézményei – kollektíven – képesek lesznek minden tudásterületet és tudásszintet lefedni.”

A kormány-előterjesztés a helyzetelemzéstől a tervezett célok eléréséig a tennivalókat és forrásokat egyaránt részletesen ismerteti, bemutatja a szereplők feladatait, de ezek tárgyalására ezen a helyen nyilvánvalóan nem vállalkozhatunk.

A jelenlegi helyzet a jövő szempontjából értékelve az épületgépészet területén is már most számos deficittel küzd, és a felmerülő kérdésekre adandó válaszok nem halaszthatók tovább. Egy OECD kiadvány⁵ megállapításai felhívják mind a kormányok, mind a felsőoktatási terület összes szereplőjének a figyelmét arra, hogy „fokozatváltásra” van szükség, mégpedig minél előbb. Nem halogathatjuk tovább az ágazatban szükséges – és valójában a terület minden ismerője szerint nyilvánvalóan elkerülhetetlen – beavatkozásokat. A kérdés csak az, hogy magunktól lépünk-e, vagy a környezetünk kényszeríti ki a változtatásokat. A kérdések sokasága között nehéz sorrendiséget kialakítani, de talán logikusnak tekinthető azoknak az előtérbe helyezése, amelyekre már régóta keressük a választ, már régóta meg kellett volna adni a választ.

A hogyan tovább kérdései:

Mi a különbség a három szak épületgépészete között?

A kérdés aktualitását az adja, hogy újabb épületgépész specializáció indult el a hazai felsőoktatásban. Fontos megjegyezni, hogy a hangsúly az induláson van, ugyanis ez a specializáció (akkor még szakirány) volt az első, amely az MSc képzések alapításánál már nevesítve volt. Így három szakon (gépészmérnök, létesítménymérnök, épületgépész és eljárástechnikai gépészmérnök) lehet épületgépész szakterületen elmélyülni, ugyanakkor a közöttük levő azonosságot, illetve különbséget nem tisztáztuk. Ki lehetne kerülni ezeket a kérdéseket, de ez minden szempontból csak önbecsapás lenne. A kérdés ugyanis több szempontból lényeges.

Az egyik szempont a képzési cél. Ezt a kérdést a szak alapításánál már pontosan meg kell fogalmazni, de a néhány mondatos meghatározás nem tudja pontosan kifejezni az elképzeléseket. A szakok alapítási dokumentumaiban külön ki kellett térni más szakoktól való különbségre, ez az ún. szaktávolság. A szak akkreditálásánál előírás, hogy „az új szak tantárgyi programjaiban megadott ismeretanyag tekintetében jelentős (legalább 40%) legyen az eltérés a már létező szakokhoz képest. (Az összehasonlítás alapja: a már létező szakok, valamint a létesítendő szak tervezett képesítési követelményei.)

Megvizsgálandó, hogy a létesítendő szak szakirányként nem építhető-e be már létező szakba, illetve létesítendő szak esetén egy szakirányú továbbképzés nem hatékonyabban biztosítja-e a képzési cél elérését”. A gépészmérnöki mesterszak alapításánál ez a követelmény nem volt nehezen teljesíthető, mert más hasonló szakok nem kerültek elfogadásra. Ennek ellenére a BME Gépészmérnöki Mesterszak alapító okiratában részletes elemzés található a „rokon szakokkal való összehasonlítására illetve a karakterisztikus különbségek bemutatására”. A dokumentum szerint „A gépészmérnöki tudományterület a képzési terület és képzési ág szerinti besorolása: Műszaki/Gépész-, közlekedésmérnök, mechatronika. A gépészmérnök BSc szakalapítási dokumentumában bemutattuk, hogy a gépészmérnök és a fenti képzési ágak között megfelelő szaktávolság áll fenn. A szaktávolság a fenti dokumentumban részletezettek szerint 60% feletti. A közlekedésmérnök BSc, a kimeneti követelményeinek megfelelően az alaptárgyak szakterületeit a járművek és mobilgépek szempontjából dolgozza fel. A mechatronika BSc alaptárgyai között (a kimeneti követelményeinek megfelelően) jelentős a villamosmérnöki szakismeret. Így a kellő szaktávolságra lévő alapszakokra épülő mesterszakok – amelyek az adott szakterület egyes területeiben történő elmélyedés lehetőségét kínálják – törvényszerűen kellő szaktávolságra vannak egymástól.” (Nehezebb feladatot jelentett számomra a gépészmérnöki, a mezőgazdasági gépészmérnöki, a létesítménymérnöki szakok szaktávolságának megfogalmazása.)

A szaktávolságok kialakítását nagyon nehezíti, hogy a képzés főbb tanulmányi területei és azok arányai, az egyes tanulmányterületekhez rendelt kreditárak meghatározottak. A műszaki szakterület esetén ezek értékeit a **2. táblázat** mutatja.

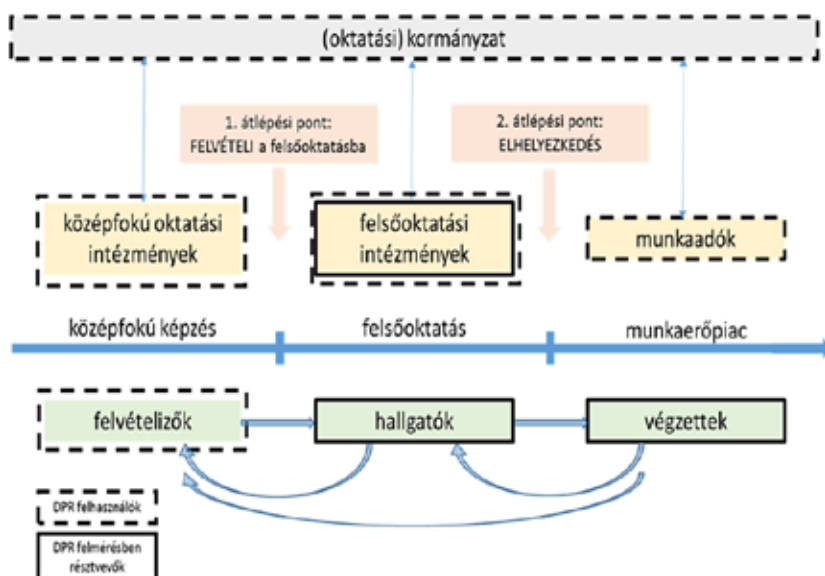
⁵ <https://www.oecd.org/education/Education-at-a-Glance-2014.pdf>

2. táblázat. A műszaki szakterület MSc-re előírt tantárgyi szerkezete (forrás mit előbb)

Képzés	Kredit
Természettudományos alapismeretek	20 - 36
Gazdasági és humánismeretek	10 - 20
Szakmai törzsanyag	10 - 30
Differenciált szakmai ismeretek ebből diplomamunka	46 - 60 20 - 30
Szabadon választható ismeretek	6 - 10
Összesen	120

Ha a mesterképzés 120 összes kredit értékéből levonjuk a diplomamunka 30 kredit értékét, akkor érzékelhető, hogy a szaktávolságnál nem elegendő a differenciált szakmai törzsanyag lehetséges 16-30 kredit értéke az 50%-os eltéréshez, hanem egy új szak esetén a természettudományos alapismeretek, a humán- és gazdasági ismeretek, valamint a szakmai törzsanyag tárgyai között is eltéréseknek kell lenni.

Ez a helyzet azt jelenti, hogy a különböző szakokon kialakított épületgépész specializációk a természettudományos alapismeretek, a humán- és gazdasági ismeretek, valamint a szakmai törzsanyag eltérései miatt más ismeretanyagot, más szemléletet, összességében más tudású szakembert eredményeznek. Ezt az eltérést nem szabad figyelmen kívül hagyni, elsősorban nem azért, mert a szakirányú tárgyakat egymástól lényegesen eltérő módon kell tanítani, vagy számonkérni, hanem azért, mert ezeket a különbségeket a jelentkező hallgatók számára az induláskor, illetve a végzett hallgatók esetében az elhelyezkedésük, valamint a munkáltatók számára a munkatárs választásakor pontosan ismerni kell. Jó lenne, ha az épületgépészet területén is működtetnénk a DPR-t, azaz a diplomakövetési rendszert, amely ezekben a kérdésekben tényyszerű adatokat szolgáltatna az érintetteknek (2. ábra) döntésük meghozatalában.



2. ábra. A DPR szereplői

(Forrás: https://asz.hu/storage/files/files/Publikaciok/Elemzesek_tanulmanyok/2017/dpr_elemzes.pdf?ctid=1126)

Ennek a kérdésnek van egy közvetlenül megjelenő momentuma is. Az épületgépészet szakterületre jelentkező, vagy érdeklődő tanulók száma korlátozott. Ha a képző intézmény nem tudja bemutatni, hogy a náluk végzett hallgatók mire lesznek képesek, és ez mennyire más, mint egy másik szakon végzett hallgatók, épületgépészek végzettsége, akkor ez nem vet jó fényt a szakterületre, és könnyen átmenetileg tisztességtelen versenyhelyzetet jelent a képzőhelyek között. Azért csak átmenetileg, mert idővel a mindennapos gyakorlat során a munkaadóknál tisztázódik, hogy a különböző szakok épületgépészei között mi a különbség, melyek milyen feladatra alkalmasak.

Mi a különbség a BSc és az MSc között?

Az épületgépészet képzési terület helyzete (is) speciális, mert a gyors technológiai fejlődés következtében ismeretanyaga néhány évenként megduplázódik, továbbá az elérendő célok érdekében a leendő munkaadók és a felsőoktatási intézmények együttműködése – az oktatásban, a kutatás-fejlesztésben és az innovációban egyaránt – kifejezetten szoros kellene, hogy legyen.

Ebből adódóan a tanterveket, ezen belül az egyes – elsősorban szakmai – tantárgyakat is néhány évente meg kellene újítani. A hallgatókat fel kell készíteni arra, hogy aktív szakmai pályafutásuk nagyobb részében olyan eszközökkel és technológiákkal fognak dolgozni, amelyek felsőfokú tanulmányaik idején nem is léteztek. Az ehhez elengedhetetlenül szükséges tudást és kompetenciákat a természettudományos és a szakmai alapozó tantárgyak keretében szerzik meg. A speciális szakmai ismeretek köre két irányban is bővül: egy adott szakterületen belül új eszközök és technológiák jelennek meg, illetve új szakterületek alakulnak ki.

Ezek a sajátosságok a kétféleképp képzés keretei között jól érvényesíthetők. Általánosan elfogadott, és a magyarországi bevezetés előkészítésekor is célkitűzésként szerepelt, hogy az alapképzés (BSc) adjon széleskörű tudást, természettudományos alapozást, általános mérnöki ismereteket, továbbá segítse az általános mérnöki habitus kialakítását. A specializáció aránya ne legyen nagy, a speciális ismeretek megszerzése jelentős részben a hallgatói önálló munkához kötődjön. A mesterképzések (MSc) szűk területen adnak részletes ismereteket, a hallgatók lehetőleg projektekhez kapcsolódva sajátítsák el a tervezés, megvalósítás és értékelés (tesztelés) sajátos módszereit.

Az eredeti elképzelések szerint az alapképzések általános ismereteket nyújtanak az adott szakterületen. A mesterképzésben már csak célirányos természettudományos ismeretek oktatására legyen szükség, a hangsúly egy szűkebb szakterület speciális ismereteinek átadására, a hallgatók projektekbe történő bevonására helyeződjön. Az alapidiploma birtokában nagyobb választási lehetőség legyen a mesterképzési szakok között.

Az épületgépészet szakterület sokéves kialakult tantárgyi struktúrája és a tradíciók komoly feladását kívánta meg az előzőekben megfogalmazott célú kétféle képzés. Egy-egy tantárgy megosztása a két fokozatú oktatásban csak elvileg vázolható könnyen – és ez is vitatható –, de a gyakorlatban majdnem, hogy lehetetlen.

A szakterületen a kérdés úgy vetődött fel, hogy minként lehet egy tantárgyat úgy két részre osztani, hogy mindkét rész teljes körűen és használhatóan egész legyen. Természetes követelmény az is, hogy az alapképzésből kikerülő hallgatóknak is minden területen járatosnak kell lenni, és mindkét fokozatú képzés végén használható ismeretekkel kell rendelkezni. Ez nehezen volt definiálható az egyetemi és főiskolai képzés esetén is, pedig ott nem volt követelmény az egymásra épülés. E nehéz feladatban az oktató magára hagyatva próbál megoldást keresni, és leginkább az ismeretanyag jelentős részének megismétlésével próbál eleget tenni a követelményeknek. De ez más, fontos ismeretek elöl veszi el az időt és ez nagy luxus a mai világban.

A kétféle képzés egyik fontos célja volt az intézmények közötti átjárhatóság. Ez megköveteli, hogy a képzés tartalmi és minőségi követelményei egyértelműen definiáltak legyenek, és azonos értékek ugyanazon tudást jelentsenek. Az épületgépészeti szakirány kialakításánál, majd a képzések indulásánál az intézmények a tantervükben a közösen kidolgozott és elfogadott KKK (képzési és kimeneteli követelmények) szerint jártak el, ennek ellenére a különböző egyetemeken végzett hallgatók tudását illetően az azonoság gyakran megkérdőjeleződik. Adott esetben persze lehet alapja is, de maga a megállapítás az egész rendszer lényegét kérdőjelezi meg. Ennek következménye, hogy az épületgépész képző intézmények közötti átjárás nem megy automatizmus szerint, és a következő lépcsőre való továbblépésnél sem tekintik azonos értékűnek a különböző intézményekben szerzett ismereteket.

Az alap és mesterszak követelményei tehát nem lehetnek egy-egy intézmény saját felfogása szerinti, mert ez az átjárhatóságot teszi nehezkessé. A kérdés megvitatása és elfogadható kompromisszum kialakítása lehet csak az alapja a hazai épületgépészeti felsőoktatásnak. A kérdés megválaszolása nem tűr haladékat, mert az elmúlt években végzett hallgatók már a gyakorlatban bizonyos képet alakítottak ki a munkaadóknál, és ez oda vezethet, hogy egyes intézményekben szerzett diploma esetleg leértékelődhet, ami visszahat az intézmények hallgatói létszámának alakulására. Ennek jelei már megjelentek és ezek nem segítik elő az épületgépészeti felsőoktatás egészséges működését.

Hogyan valósítható meg az oktatási innováció az épületgépészeti oktatásban?

Az oktatási innováció iránti igény abból fakad, hogy az intézményeknek és az egész intézményrendszernek folyamatosan alkalmazkodnia kell egyfelől a képzést igénybevevőkhöz és jellemzőik változásához, másfelől az oktatás által lefedett tudáshoz és annak változásához.

A demográfia változások, valamint a munka és a tanulás megváltozott viszonya egyértelműen felbomlasztották az „előbb tanulás, azután munkába állás” logikáját. A csökkenő

létszámú érettségiző korosztályok miatt az érettségire épülő alapképzésre egyre kisebb lesz a közvetlen igény. Az Eurostudent V⁶ és a DPR⁷ adatai szerint a hallgatók fele már most sem közvetlenül érettségi után, hanem néhány éves munkából, önkéntes tevékenységből, vagy egyéb képzésből lép be az alapképzésbe. E késve belépők között felülreprezentáltak a szociálisan kedvezőtlen helyzetben lévők.

A hallgatók mintegy fele dolgozik tanulás mellett, és 24-33% között mozog az állandó munkahellyel rendelkezők aránya, akiknek nem a hagyományos képzési rend az optimális. A 40 órás jelenlétet igénylő, nappali munkarendű alapképzés + mesterképzés (esetleg doktori képzés) lineáris szerkezete nem képes reagálni a megváltozott körülményekre.

Mindezeket túl a tudás megújulása és a szakmák folyamatos változása miatt is egyre nagyobb az igény az át- és továbbképzésekre. A jövőben a képzéseken belül az alapképzés súlya jelentősen csökken, és az át- illetve továbbképzések, valamint a fizikai jelenlétet nem, vagy kisebb mértékben igénylő képzési forma, a levelezős és távoktatásban elérhető képzések szerepe nő. Ezzel párhuzamosan – a demográfia nyomása és a felsőoktatási expanziós trend kifulladásával – az alapvetően nappali alapképzésre kialakított kapacitások továbbképzési és távoktatási kapacitásokká való átalakítása válik szükségessé.

Mind a bemeneti oldalon, mind pedig a képzés folyamatában és kimeneti területén is alkalmazkodni kell az élethosszig tartó tanulás, illetve a munka és tanulás összeegyeztethetőségének követelményéhez. Bemeneti oldalon a felsőoktatási képzésekhez történő hozzáférést bővíteni kell olyan belépési móddal, amely munkatapasztalatra vagy más, nem formális módon megszerzett tudásra épül. Olyan nem szokványos képzési formákat kell szélesebb körben bevezetni, amelyek kezelni képesek a munka, a tanulás és a család egységét. A koncepció egyik intézkedése a duális képzés bevezetése és kiterjesztése, de emellett a távoktatási és egyéb rugalmasabb, a munkaadók és munkavállalók igényeit kielégítő képzési formák kialakítása is szükséges.

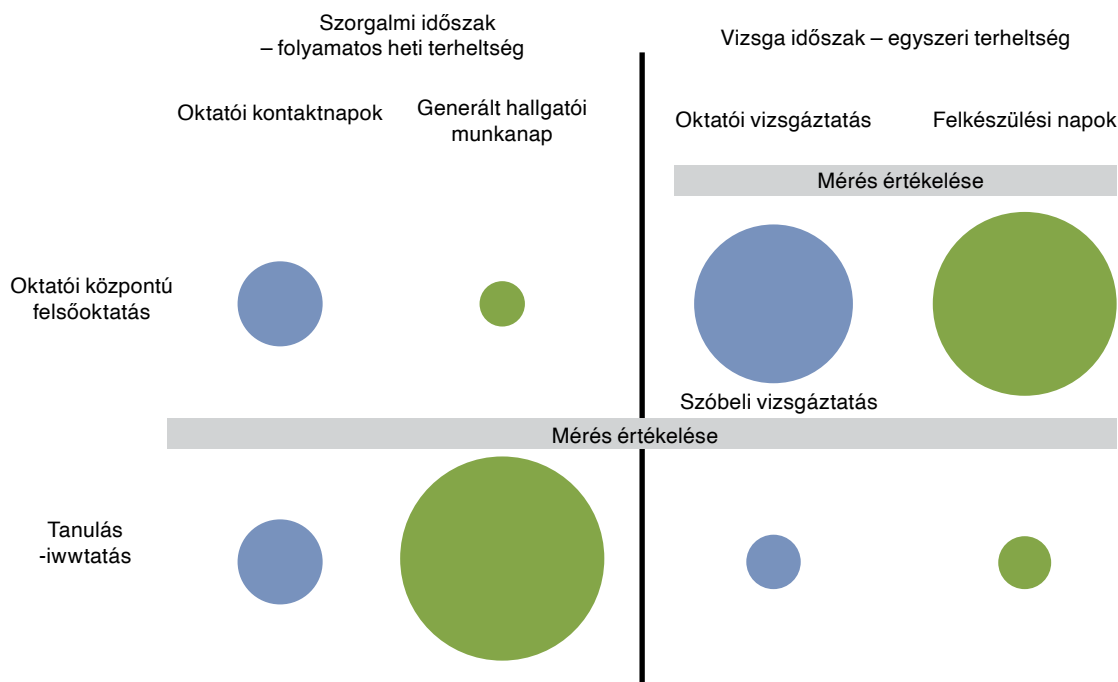
A hazai felsőoktatás módszertani gyakorlatának egyik – nem mindenhol, de nagyon markánsan jelenlévő – minőségkorlátozó jellegzetessége a kontaktóra központúság, a magas oktatói óraszám előírása és az alacsony önálló hallgatói munkavégzés. A felsőoktatás e működési módja teljesítmény-visszatarthatásra ösztönzi mind az oktatókat, mind a hallgatókat: a hallgatóknak rengeteg alacsony (általában 2) kreditértékű, minimális erőfeszítéssel elvégezhető tárgyat kell elvégezniük, amelyhez ugyanakkor magas oktatói óraszám párosul (**3. ábra**).

Ez a gyakorlat több szempontból is káros:

- a hallgatót nem ösztönzi az egyéni munkavégzésre és ezáltal a szakmát készség szinten elsajátító gyakorlásra;
- az ebből fakadó „rohamvizsga” tanulás, az egy nap alatti felkészülés pedagógiai értéke szinte mérhetetlen;
- a magas oktatói kontaktóra szám miatt magasak az oktatók képzési, órátartási terhei;

⁶ http://www.felvi.hu/pub_bin/dload/eurostudent/eurostudent_studies_hu_web_ISBN_nelkul.pdf

⁷ https://asz.hu/storage/files/files/Publikaciok/Elemzesek_tanulmanyok/2017/dpr_elemzes.pdf?ctid=1126



3. ábra. A hazai oktatói (kontaktóra) központú, illetve a tanulás-intenzív képzés-szervezés különbsége
(Forrás: <http://www.innovacio.hu/download/StrategiaimegalapozasFTT.pdf>)

- a magas oktatói leterheltség elvonja az oktatók energiáit a személyes mentorálástól, tutorálástól, a kutatási tevékenységtől, valamint az önfejlesztéstől;
- a kontaktórák magas száma többlet infrastruktúrahasználatot generál;
- a hosszú vizsgaidőszak kihasználatlan és túlterhelt ciklusokat okoz, mind az infrastruktúra, mind a hallgatók és oktatók életvitele tekintetében;
- a kreditmonitor vizsgálatok szerint a hazai, elvileg 30 befektetett munkaórát igénylő kreditek 2/3-a jelentősen kevesebb energia-befektetéssel megszerezhető számos szakon, így elsősorban a gazdasági és bölcsész képzésekben; azonban az orvosi, gyógyszerészeti terület a másik véglet, ahol a 1 kredit jellemzően 30 munkaóránál jelentősen több befektetést igényel.

A következő években mind a kontaktóra-hallgató által végzett munkaóra, mind a szorgalmi időszak-vizsgaidőszak, mind az „elméleti tárgy”-„gyakorlati tárgy” viszonyrendszerét újra kell gondolni. Az intenzívebb tanulási élmény, a gyakorlati készségelsajátítás és a munkaerőpiac által elvárt projekt- és eredmény szemlélet megköveteli magát a „tantárgy-” és „kurzus-központú” oktatásszervezés felülvizsgálatát is.

Az oktatásmódszertan és az oktatástechnika területén robbanásszerű fejlődés ment végbe a világban az utóbbi két évtizedben, és különösen az elmúlt 5 évben, amellyel a magyar felsőoktatásnak mindenképpen lépést kell tartania. A tanulás folyamatában egyre kevésbé számít a térhez kötöttség. Ez nem pusztán a digitális vagy online elérhető tartalmak bővülését jelenti a hagyományos könyvtári tanulóssal szemben, de egyre elterjedtebbek az online képzési formák, kurzusok (MOOC),

amelyek tudásblokkok vagy speciális ismeretek és készségek elsajátítását teszik lehetővé. Szintén a képzés és a kutatás helyhez kötöttségét váltják fel a virtuális kollaborációs platformok, ahol a virtuális tér és a valós infrastruktúra megosztásával online gyakorlat és kutatás végezhető.

A módszertani megújulás alapfeltétele a minőségi oktatói utánpótlás korábban már érintett biztosítása, amely csak a folyamatos továbbképzéssel, a doktori képzés újraértelmezésén, a mester-tanítvány viszonyrendszer helyreállításán keresztül lehetséges.

Összefoglalás

A felsorolt kérdések csak a leglényegesebbek a továbblépéshez, és nem érintik az épületgépészet szakterület tartalmi kérdéseinek megújítását. Ezek között a szakterület célirányos bővítésének kérdései (mindenekelőtt az informatika épületgépészeti jelenlétével kapcsolatban), a szakterület tudományos háttérének megfogalmazása legalább ennyire fontosak, de a szakmában egyszerre ilyen széleskörű vita megnyitása csak az eredménytelenséget garantálná.

Remélhetőleg a megválaszolandó kérdésekre a szakma mielőbb választ tud adni és akkor folytatni lehet a tartalmi kérdések megvitatásával. A tartalmi kérdések megválaszolásához a szándékon, a széleskörű megközelítésen kívül azonban sok információra is szükség van, ezért mielőbb létre kell hozni az ÉDPR-t, azaz az Épületgépész Diplomás Pályakövetési Rendszert, amelynek megvalósítására már lépéseket tettünk.

Reményeim szerint ezek a tisztázó megbeszélések, munkaértekezletek, konferenciák a jövőben rendszeressé válnak és ezzel az épületgépészeti felsőoktatás egyre jobban meg tud felelni a kor kihívásainak.

An accurate model to design displacement ventilation in office rooms

Natalia Lastovets¹ – Risto Kosonen² – Panu Mustakallio³

Elárasztásos szellőzés tervezése irodahelyiségekbe egy pontos modell alapján

Elárasztásos szellőzésnél a hőkomfort és a szellőző térfogatáram közvetlenül függ a belső hőmérséklet becslétől. A belső hőmérséklet pontatlan becslése 2-3 °C eltérést is okozhat a tervezési értékhez képest, ami a tartózkodási zónában rossz hőkomfortot eredményezhet. A cikk egy pontosabb modellt mutat be az elárasztásos szellőzés tervezéséhez.

A szerzők egy irodahelyiséget modelleztek, ahol különböző belső hőterhelések mellett mérték a felületi hőmérsékleteket és a léghőmérséklet értékeit 4 helyen, 10 különböző magasságban. A mért értékeket összehasonlították a szakirodalomból ismert 5 különböző modell alapján számított értékekkel. A kidolgozott új modell pontosabb eredményt ad a függőleges hőmérséklet különbségre tipikus irodai hőterhelést feltételezve. Az elárasztásos szellőzés tervezésével foglalkozó cikk a REHVA Journal 2019. októberi számában jelent meg.

Abstract

Thermal comfort estimation and airflow rate calculation for displacement ventilation (DV) directly depends on indoor temperature prediction. Inaccurate estimation can result in 2-3 °C temperature difference compared to the target design values, which could lead to poor thermal comfort in the occupied zone. The paper presents a more accurate model to design DV.

Keywords: Displacement ventilation, temperature gradient, simplified model, internal heat loads, mixing height

Modelling of displacement ventilation

First implemented in industrial buildings displacement ventilation (DV) has gained extensive use in commercial buildings. In DV systems, cool air is supplied into the occupied zone of the room near the floor at low velocity and then entrained by buoyant plumes over any warm objects. As a result, a two-layer room air temperature profile, stratified and mixed, is developed. Ideally, the cleaner outdoor air movements utilised by thermal plumes transport heat and pollutants to the layer above the occupied zone. The transition level between a mixed upper layer and stratified layer is called mixing height. Controlling the mixing height position is one of the most challenging tasks in DV system design.

Since in office buildings cooling requirements are important, the temperature-based design method is applied in this case. An accurate temperature gradient calculation is essential for DV system design, since it directly relates to the calculation of supply air flow rate. Several simplified nodal models were developed in order to estimate the temperature stratification in rooms with displacement ventilation. Five models with different approaches were chosen to be analysed and compared with the proposed one: the Mundt (Mundt, 1996), the Nielsen (Nielsen, 2003), the Rees (Rees, 2001), the Mateus (Mateus et al, 2015) and Nwe nodal model (Lastovets, 2018). Some of the models are already implemented in the various building simulation programmes. The Mundt and the Mateus et al. models are implemented in EnergyPlus and the Mundt model is also available e.g. in IDA ICE. However, validation and development of the calculation methods have been based mainly on measurement using low ceiling height (below 3 m), while displacement ventilation is usually applied for high-ceiling rooms. Also, the previous studies have not covered typical head loads and office layout that exist in office buildings. As a result, the calculation methods based on these studies are not able to correctly predict the occupied zone temperature (Kosonen et al., 2016). It leads to poor thermal comfort and inadequate sizing of the ventilation system. In the paper, the main factors affecting the temperature gradient in office rooms with DV are presented and analysed based on the experimental results.

Effect of the ceiling height

The test setup to analyse the DV performance in the room (20.8 m² floor area and room heights of 5.12 m and 3.33 m) with different flow elements is shown in (Figure 1, see next page).

The case with the lower height was organized so that the whole ceiling was moved down together with the exhaust diffuser, heated foils and light units. The internal heat loads consist of heated cylinders representing persons, heated cube-shaped boxes representing computers, heated foils on wall, floor and ceiling representing solar load on window at different levels and fluorescent lighting units. The temperature profiles are measured from four locations (P1-P4 in Fig.2) at ten heights with calibrated PT100 sensors (accuracy ± 0.2 °C).

¹ Doctoral student,
Aalto University, Finland
natalia.lastovets@aalto.fi



² Professor
Aalto University, Finland
and Nanjing Tech
University, China
risto.kosonen@aalto.fi



³ Research Manager at
Halton OY, Kouvola,
Finland
panu.mustakallio@halton.com



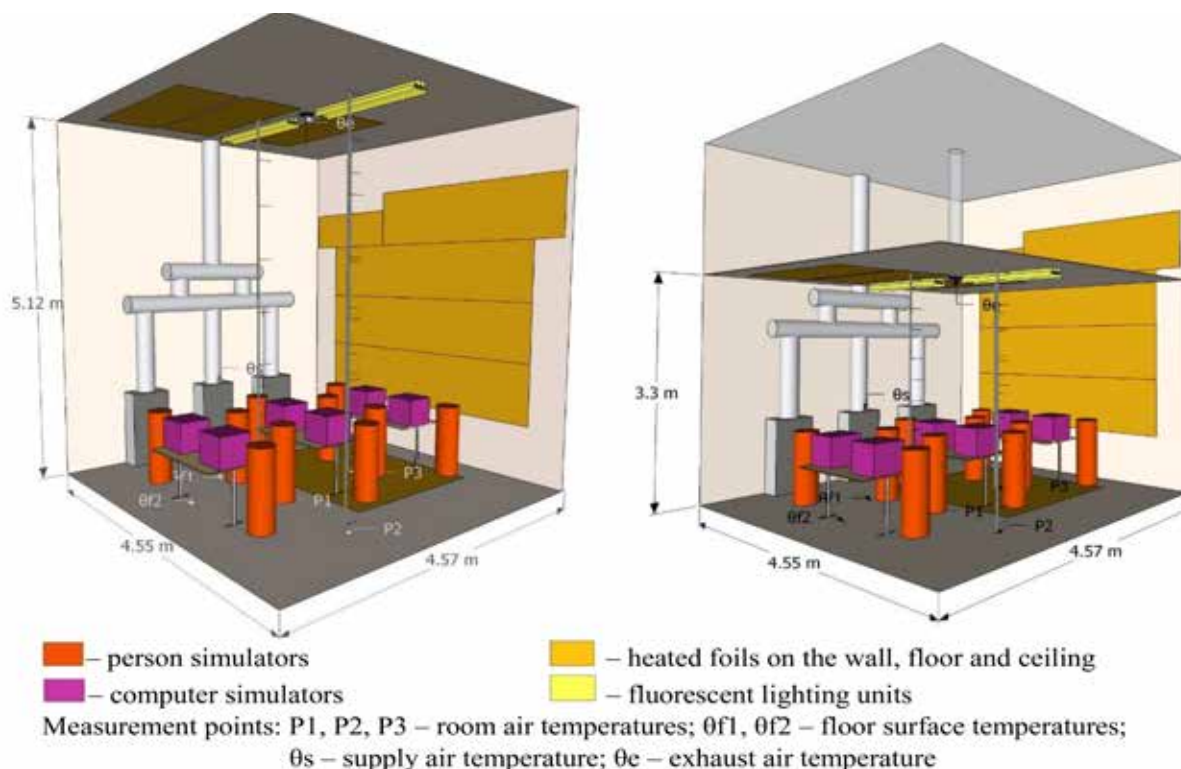


Figure 1. Measurement setup to study the effect of different room heights and heat loads

Surface temperatures were measured with Testo 830-TI-infrared thermometer (accuracy ± 0.1 °C). Supply and exhaust air flows were measured with air flow rate measurement device MSD 100, that was calibrated with an orifice plate to reach the accuracy $\pm 3\%$.

The measured data of the temperature gradient for the typical indoor heat loads were compared with the calculation results of the selected simplified nodal models: the Mundt, the Nielsen, the Mateus, the Rees and New nodal model. The results of the corresponding measurements and calculations are presented at the Figure 2.

In the cases with low level loads, heat sources the major part the gradient exists in the occupied zone regardless of the room height. The influence of the room height on the vertical temperature difference is essential in the cases with high-level heat loads, when the temperature tends to stratify over the mixing level. However, for the cases with only vertical heated surfaces, air flow rate is more influential on the temperature gradient in the rooms with different heights.

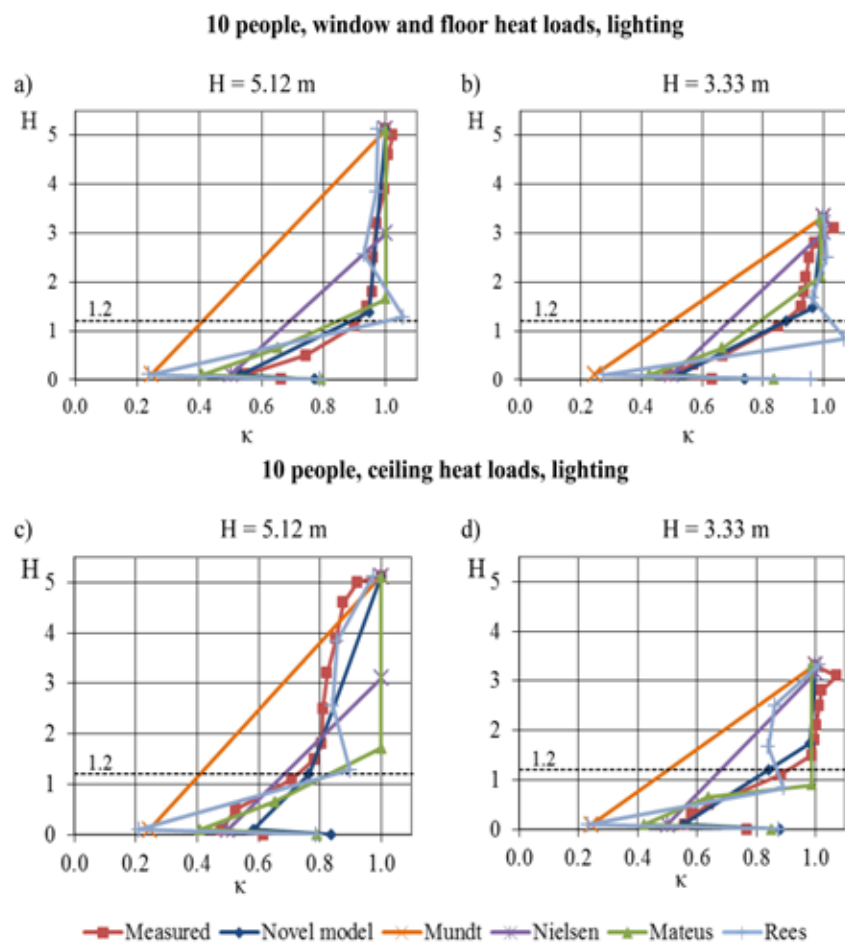


Figure 2. Measured and modelled temperature gradients for the rooms with different heights and heat loads

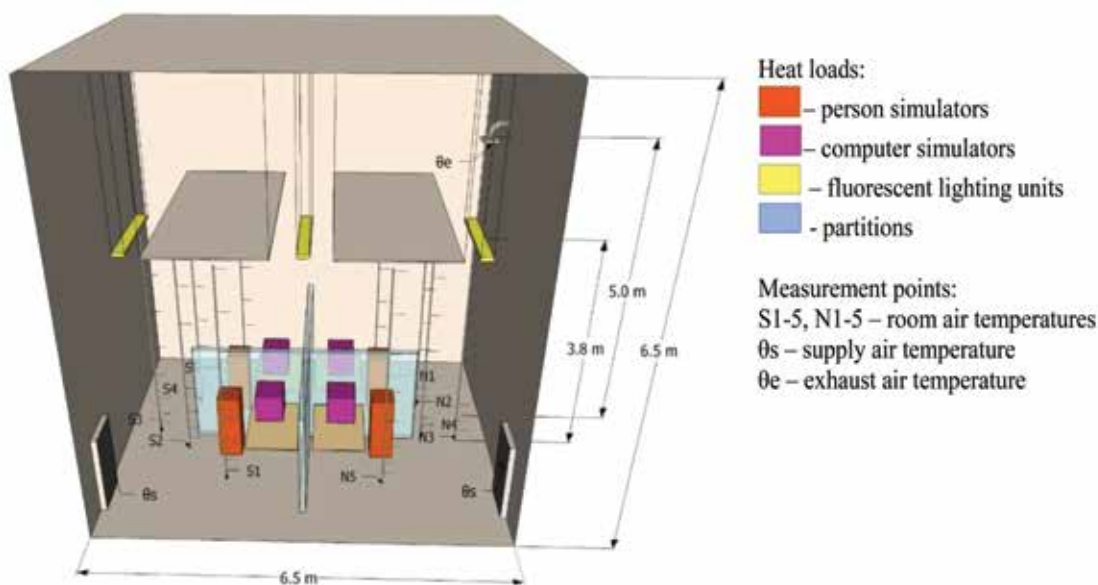


Figure 3. Measurement setup to study the effect of different room heights and heat loads

Effect of office layout

In addition, the model was validated with the experimental results published by Arens (Arens, 2000) for open-plan and cubicle-style office arrangements.

The test room layout is shown in the **Figure 3**. The open-plan office case was measured with the partitions dividing the workplace, whereas the cubicle-style office includes them. The supply air is delivered from two opposing air diffusers, whereas the exhaust grille is located overhead at height of 5 m. The internal heat loads were modelled by rectangular person and computer simulators and 3 rows of lighting units. The room height is 6.5 m, whereas the fluorescent lighting fixtures were located 3.8 m above the floor. Air temperature measurements were conducted with 0.6 mm diameter copper-constantan thermocouples with a $\pm 0.2^\circ\text{C}$ accuracy at each of the ten positions indicated during each test.

An arrangement of office layout has some effect of the thermal stratification in rooms with DV (Fig. 4). Despite the fact that the vertical temperature gradients tend to be similar throughout the room, the office furniture that prevents even air distribution increases unevenness of temperature stratification in low zone of the room

Conclusions

In the present study, five simplified nodal models are analysed and validated with the experimental results in two measurement setups. In addition, the effect of the room heights and locations of the indoor heat sources were studied for the typical office environment. The experiments demonstrate that displacement ventilation provides even temperature gradient throughout the simulated office room spaces.

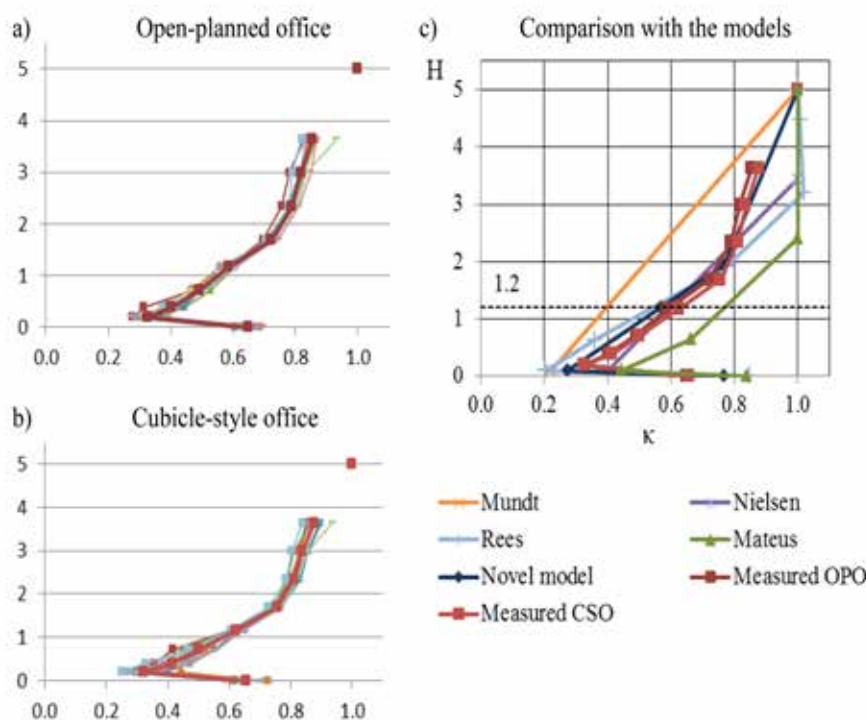


Figure 4. Measured and modelled temperature gradients in different place of the room

The influence of the room height on the vertical temperature gradient is significant in the cases with high-level heat loads. The new nodal model demonstrates an accurate calculation of the vertical temperature difference for the typical heat loads office layouts.

References

- Arens AD. (2000). Evaluation of Displacement Ventilation for Use in High-ceiling Facilities. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology; 2000.
- Kosonen, R., Lastovets, N., Mustakallio, P., da Graça, G. C., Mateus, N. M., Rosenqvist, M. (2016). The effect of typical buoyant flow elements and heat load combinations on room air temperature profile with displacement ventilation. *Building and Environment*, 108, 207-219.
- Lastovets N., Kosonen, R., Mustakallio, P. (2018) Comparison of simplified models to estimate temperature gradient in rooms with displacement ventilation. *Proceedings of Roomvent and Ventilation 2018*, Espoo, Finland, 499-504.
- Mateus, N. M., da Graça, G. C. (2015). A validated three-node model for displacement ventilation. *Building and Environment*, 84, 50-59.
- Mundt, E. (1995). Displacement ventilation systems – Convection flows and temperature gradients. *Building and Environment*, 30(1), 129-133.
- Nielsen, P. V. (2003). Temperature and air velocity distribution in rooms ventilated by Displacement Ventilation. In *proceedings of Ventilation 2003, The 7th International Symposium on Ventilation for Contaminant Control*, Sapporo, 691-696.

Felhívás

az Országos Magyar Épületgépész Napok 2020. évi rendezvényeire

Az Országos Magyar Épületgépész Napok (OMÉN) előző éve is sikeres és eredményes volt, köszönhetően valamennyi rendezőnek, szervezőnek és aktív közreműködőnek. Ezek csak megerősítik a cél helyességében és erőt adnak/adhatnak a folytatáshoz. Így ebben az évben, 2020. november 23-29. között is lesz OMÉN, amely céljaiban változatlanul, a szerzett tapasztalatok felhasználásával kerül megrendezésre.

A cél eléréséhez persze minden érintettnek magának kell éreznie ezt az eseménysorozatot. Ennek érdekében az első és legfontosabb tennivaló, hogy az épületgépészek – legyenek azok szakmunkástanulók, mérnökök, kereskedők, kivitelezők, gyártók, és éljenek az ország bármely szegletében – ezeket a napokat használják ki a társszakmákkal való érintkezésre, a civil szférával való kapcsolatra és egymás megismerésére és elismerésére. Az OMÉN-on tehát országosan kell rendezvényeket, akciókat kezdeményezni, azokat a helyi adottságok kihasználásával szervezni, és ezekben a civil szférával, más szakmával való kapcsolat, a figyelem-felkeltés legyen a középpontban.

Ha sikerül elérni, hogy az oktatási intézményekben ezeken a napokon esetleg oktatási szünet legyen és a tanulók, hallgatók sport, kulturális rendezvényekkel mutatkoznak, az intézményekben nyitott napot hirdetve bemutatják a szakterület szépségeit, sokat jelent a szakterület megismertetésében és a szakmai utánpótlás javításában.

Ha a kereskedők ezeken a napokon akciókat hirdethetnek, nyereményjátékokat szervezhetnek, ajándékokat kínálhatnak, akkor ezek a napok a civil szféra számára nagyon emlékeztetésekre lehetnek, rendszeressé válása esetén az épületgépész napok fogalommal válhatnak.

Ezek a rendezvények teljesen szabadon és öntevékenyen, a lehetőségek mérlegelésével válhatnak élménnyé és nem a kötelezőségük miatt kényszerré, teherre. Az év egy hetére sűrítve az ilyen akciók ráirányítják a figyelmet az épületgépészetre, ezek valóban az épületgépészek napjai lehetnek, valamennyiünké, mindenhol az országban. Ahhoz azonban, hogy ez megvalósulhasson, mindannyiunk aktív közreműködésére, ötletre, aktivitására van szükség.

A szakma ismertségének növelése mellett persze az ünneplés, a kimagasló tevékenységek és személyek megbecsülése és a szórakozás sem maradhat el. Ezért az Országos Épületgépész Napok keretében a zárórarendezvény egy kiemelt esemény, ahol a találkozás, az ünnepélyesség, a díjazás és a szórakozás a cél.

Kérjük az épületgépészeket, épületgépész oktatókat és tanulókat, ötleteikkel járuljanak hozzá az épületgépész napok eredményességéhez, legyenek részesei ennek a sikernek, legyenek aktív tagjai az épületgépészeknek, akiket ezeken a napokon az egész ország meg tud ismerni, és tud ünnepelni.

Kérjük azokat a szervezeteket, akik vállalni tudnak ilyen rendezvényeket, akciókat – legyen az szakmai, sport, vagy kulturális – esemény, hogy szervezzék, és időzítsék ezekre a napokra. Kérjük a szakma támogatóit, vezetőit, mecénásait, hogy támogatásukkal járuljanak hozzá a rendezvények sikeréhez, mint ahogyan ezt eddig is megtették. Támogassák a helyi kezdeményezéseket, és maguk is kezdeményezzenek ilyeneket.

Az Országos Magyar Épületgépész Napok céljainak megvalósítása érdekében a szakmai összefogást kifejező konzorcium és az irányító testületének feladata a kezdeményezés, segítés, koordinálás, az események informatikai hátterének kezelése (a www.talalkozzunk.hu honlapon), ahol minden szándék, minden történet dokumentálásának helyét kívánunk adni az eredményesség érdekében.

Kérjük az épületgépész társadalom aktív közreműködését és aktív támogatását ugyanúgy, ahogyan eddig is tették, kiemelten kezelve a helyi kezdeményezéseket.

Budapest, 2020. február 11.

Az OMÉN-Konzorcium nevében

Dr. Barótfi István

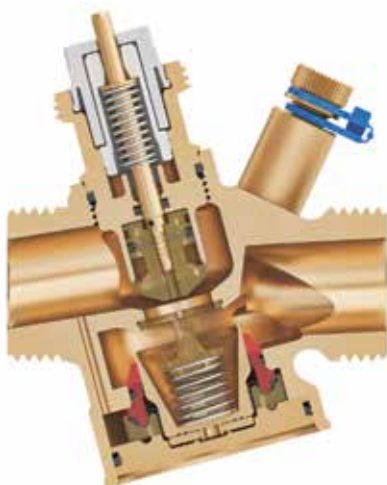
Danfoss AB-QM 4.0, a megújult nyomásfüggetlen térfogatáram-korlátozó-, szabályozó szelep (PICV) újraértelmezi a PICV technológia értékeit

Az automatikus HVAC szelepek (DN 15 - DN 32) optimális vízelosztást biztosítanak az épületek hőleadói számára.

Danfoss az új AB-QM 4.0 PICV szeleppel most bővíti a HVAC fűtési és hűtési rendszerek szabályozásánál használatos termék portfólióját. A szelepet a hagyományos szelepmozgatókhoz, illetve az úgynevezett „smart” digitális motorokhoz (NovoCon® S) fejlesztették, amelyek lehetővé teszik a HVAC 4.0 megoldásokat, elsősorban kereskedelmi célú épületeknél, mint például hotelek, irodák.*

Ljubljana, Szlovénia, Október 10, 2019: Danfoss, aki egyike a víz alapú fűtés/hűtés szabályozás piacvezető gyártóinak, új AB-QM (PICV) szelepet mutat be a piacon. Az új AB-QM 4.0 szelep (a korábbi, jól ismert AB-QM szelep újratervezett verziója), DN15-32 mérettartományban készül, új előremutató jellemzőkkel, valamint tökéletesített termék specifikációval. Az egyedülálló, 100%-os (teljes) szelep autoritást a beépített nyomáskülönbség-szabályozó biztosítja, állandó nyomáskülönbséget tartva a szabályozó szelep részen, a lehető legjobb szabályozási feltételek eléréséhez. A számos újítás és a jelentős változtatások eredményeképpen inkább beszélhetünk új termékről, mint „upgrade”-ről.

Legfontosabb a belső rész konstrukciójának változása. Az újdonságnak számító PPSU kompozit anyag használata ellenállóbbá teszi a szelepet a korrózióval, vízkővel, beragadással és az eltömődéssel szemben, összehasonlítva bármely más, HVAC rendszerekben használt szeleppel (1. ábra). Az elvégzett intenzív tesztelés bizonyítja, hogy az AB-QM 4.0 szelep karakterisztikája és szabályozóképessége stabilan megmarad hosszú évek használata folyamán is.



1. ábra. Danfoss AB-QM 4.0 metszet PPSU kompozit belső résszel

A szelep a 16 kPa minimális nyomáskülönbség igényt megtartva, névleges nyomásban egy kategóriával magasabb besorolásba került, most már alkalmazható nemcsak PN 16 hanem PN 25 nyomásosztályú rendszerekben is. Ez természetesen egy robusztusabb és ellenállóbb kialakítást jelent.

Az AB-QM 4.0 szelep kapacitása is (az adott átmérőhöz) lényegesen megnövekedett, például a DN 15 méretű szelepet a korábbi 450 l/h helyett most akár 600 l/h térfogatáramra is be tudjuk állítani, ami 33%-os növekedést jelent. Így nagyobb teljesítményű hőleadót is megfelelően el tudunk látni kisebb átmérőjű szeleppel.

A hosszabb szelepleket lehetőséget ad arra, hogy a minimális beállítási érték 20%-ról 10%-ra csökkenjen, így kisebb beállítás mellett se nő a szelep eltömődésének a veszélye. Tekintettel arra, hogy a szelepnek nagy térfogatáramú (HF – High Flow) és kis térfogatáramú (LF – Low Flow) verziója is létezik, a térfogatáram a DN 15 HF esetén 120-1200 l/h között, míg a DN 15 LF-nél 20-200 l/h között állítható.

Minden AB-QM 4.0 szelep, a kivitelezési igényeknek megfelelően, elérhető akár belső, akár külső menettel, a mérhetőség kedvéért akár mérőcsonkkal vagy anélkül, ha a beruházási költséget kívánjuk csökkenteni (2. ábra). Amennyiben mérőcsonkos szelepet választunk, az azokon mért nyomáskülönbség és a beállított térfogatáram figyelembevételével, közvetlenül térfogatáramot mérhetünk nagy pontossággal.



2. ábra. Danfoss AB-QM 4.0 szelep külső és belső menettel, mérőcsonkkal, illetve anélkül

Fontos megbizonyosodni arról, vagy üzem közben ellenőrizni, hogy a szükséges térfogatáram beállításra került-e, az AB-QM 4.0 szelepen ez több irányból is ellenőrizhető akár akkor is, ha a motort már felszerelték. A szelep nyakán mindkét oldalon egy kis „ablak” található, amelyen a beállított érték látható.

A szelepek várhatóan nyár elejétől lesznek rendelhetők hazánkban, az újonnan fejlesztett termál motorral együtt NYIT/ZÁR szabályozáshoz, vagy a most is használatos 3-pont, arányos vagy „smart” digitális meghajtóhoz. (A szelepek DN 25-32 méretei az év vége felé kerülnek a piacra.)

Habár manapság, itt Magyarországon többnyire NYIT/ZÁR szabályozást használunk, nem mehetünk el amellett a trend mellett, ami egyre inkább körvonalazódik a világban, miszerint egyre több fogyasztót vonunk be az Épületfelügyeleti Rendszerek (BMS – Building Management System) irányítása alá, ugyanis egyre nagyobb az igény az okos épületek energiahatékony üzemeltetésére (mint például irodáknál, hotelleknél stb.). Erre kínál megoldást a Danfoss NovoCon® S „smart” szelepmozgató motor, amelyet pontosan erre a célra fejlesztettek ki, és tökéletes megoldást kínál az AB-QM 4.0 szeleppel együtt.

A NovoCon® S legfőbb jellemzői a következők:

- Közvetlen kommunikáció BACnet vagy ModBus hálózatokkal.
- Távirányítás, mint például térfogatáram maximális értékének beállítása, rendszer öblítés, légtelenítés.
- Nagy pontosságú beállítás az úgynevezett „stepper” motorral – a mozgás pontossága 1/1000, a hagyományos fogaskerék motorok 1/256-os felbontásával szemben.
- Energia mérés a motorhoz közvetlenül illesztett hőmérséklet-érzékelők segítségével.
- Külső, perifériális eszközök jeleinek továbbítása a BMS rendszer felé.
- Beépített aktív energia menedzsment (AEM - Active Energy Management) programok az energiatakarékos és hatékony üzemeltetés céljából.

Az AB-QM 4.0 szelep a NovoCon® S meghajtóval (**3. ábra**) illeszkedik a digitalizáció célkitűzéseire, a HVAC 4.0 vízióhoz, amelyben valós idejű optimalizálással ellátott, energiahatékony rendszereket építhetünk, alacsony szervizköltségek mellett, maximális fogyasztói komfort biztosításával.



3. ábra. AB-QM 4.0 szelep a NovoCon® S meghajtóval

További információk:

Danfoss Fűtéstechnika

Email: danfoss@danfoss.hu

Telefon: +36 20 450251

Kapcsolódó link: HVAC40.danfoss.com

XI. Országos Kéménykonferencia

A Kéményjobbítók Országos Szövetsége 2020-ban ismét megrendezi az

Országos Kéménykonferenciát

A kiállítással is egybekötött konferencia a hagyományoknak megfelelően ismét a Hírös Városban kerül megrendezésre.



A konferencia időpontja: 2020. március 26-27.

A konferencia helyszíne: Három Gúnár Rendezvényház, Kecskemét, Bathyány u. 1-7.

A tervezett témakörök többek között:

- A levegőtisztaság-védelem aktuális kérdései. Levegőminőségi helyzetkép. A tüzelőberendezések okozta környezetterhelés alakulása, csökkentésének lehetőségei.
- A tüzelőberendezések telepítését, üzemeltetését szabályozó környezetvédelmi előírások.

- Korszerű égéstermék-elvezető berendezések és kiegészítő elemek. Az égéstermék-hőhasznosítás megoldása.
- A gyűjtőkémények működésének problémái. A működést szemléltető vizsgálati eredmények, a megoldások bemutatása és értékelése. A gyűjtőkémények átalakítási lehetőségei kondenzációs üzemű gázkészülékek égéstermékének elvezetésére.
- A szilárdtüzelésű berendezések fejlődése a jogszabályi környezet változásának megfelelően, a berendezések égés-levé-ellátásának megoldása. A helytelen szilárdtüzelés egészségkárosító hatása. A kibocsátások csökkentésének lehetőségei kéményseprő segítségével.
- A kéményseprők feladatai a megváltozott műszaki és szabályozási környezetben.
- Az égéstermék-elvezető berendezések kivitelezési kérdései. Hibás kivitelezések bemutatása és értékelése.

A konferencián elhangzó előadásokat úgy állítjuk össze, hogy a csütörtöki és a pénteki nap is akkreditált szakmai továbbképzés legyen a szakmagyakorlók számára.

A konferencián, a kiállítás keretében, a szakemberek és a lakossági érdeklődők számára bemutatókat szervezünk.

Dr. Barna Lajos
a Szervező Bizottság elnöke

„Okosítsa fel” fűtési rendszerét a COMAP Smart Home segítségével!

Az idei év egyik legnagyobb újdonsága a mesterséges intelligenciát is magában foglaló algoritmussal működő helyiségtermosztát. A berendezés nemcsak funkcionalitásában képviseli a csúcstechnológiát, hanem rendkívül esztétikus is. Tudjon meg többet az egyedülálló technológiáról, illetve az alkalmazás által nyújtott előnyökről!

Autonóm vagy csatlakoztatott működés

A COMAP Smart Home rendszernek alapvetően két variációja áll rendelkezésre. Az első variációnál a szabályozó autonóm módon működik, a második esetben pedig a készülék a világhálóra kapcsolódva aktuális időjárási és további adatokat tölt le, a letöltött adatok felhasználásával korrigálja a fűtés mértékét. Az internethez csatlakoztatott verziónál mobiltelefonos applikáció áll rendelkezésre, amely segítségével távolról is felügyelni lehet fűtési rendszerünk működését, és ha szükséges, táv-beavatkozásra is lehetőség nyílik. Az autonóm verzió helyszíni felügyeletére ugyancsak letölthetünk applikációt, de a termosztát programozására a beépített öntanuló funkció miatt nincs szükség.



1. ábra

Rendszerelemek

A szabályozó rendszer fő eleme a 868MHz-es rádió frekvencián kommunikáló, elemes táplálású központi termosztát egység (1. ábra). A központi egység helyiséghőmérséklet érzékelőt, páratartalom érzékelőt, kijelzőt és kezelő felületet tartalmaz. A rendszer az internettel egy gateway segítségével kommunikál. A gateway az otthoni, internet kommunikációt biztosító routerhez csatlakozik. A fűtési rendszer hőforrásának (gázkazán, hőszivattyú stb.) vezérlésére az úgynevezett fűtési modul szolgál (4. ábra). A fűtési modul a központi termosztáttal, illetve a gateway-jel rádióan kommunikál, a vezérelt fűtőberendezést pedig kontaktus segítségével indítja vagy állítja le.

Intelligens radiátor termosztát fejek

Lehetőség van elektronikus radiátor termosztátok csatlakoztatására is (2. és 3. ábra).



2. ábra



3. ábra

Az autonóm módban beépített termosztát fejek nem igényelnek egyedi beállítást. A beépített jelenlét érzékelő segítségével automatikusan alkalmazkodnak a felhasználók szokásaihoz, az ugyancsak beépített páratartalom érzékelő pedig gondoskodik az optimális komfortérzet biztosításáról. A termosztát fejet mindössze akkor kell „állítani”, ha a felhasználó úgy érzi, hogy túl magas vagy éppen túl alacsony a helyiséghőmérséklet.

Beállítás, működés

A központi termosztát egység (1. és 4. ábra) kezelése rendkívül egyszerű. Az előlapon található nyilak segítségével lehet emelni, illetve csökkenteni a komfort hőmérsékletet. A kijelzőn pedig az aktuális, illetve a parancsolt hőmérséklet értékek olvashatók le. Az állítás egyszerű, de a háttérben a készülék komplex technológiát alkalmaz a szükséges fűtés mértékének meghatározására.



4. ábra

A számításához és optimalizáláshoz az eszköz alapul veszi a jelenlét valószínűségét a lakásban, a helyiséghőmérsékletet, a helyiség páratartalmát, az időjárás paramétereit, illetve a külső hőmérsékletet. A fűtés intelligens módon történő szabályozása mellett a diagnosztika funkció tanácsot ad a ház fűtési, illetve szigetelési rendszerének felújításával kapcsolatban.

Napi öntanuló funkció

A felszerelés után a termosztátot csak akkor kell megérinteni, ha a felhasználó úgy érzi, hogy a helyiséghőmérséklet nem megfelelő. Az öntanuló funkció folyamatosan aktív, ha szükséges, beavatkozik és korrigálja a napi fűtési menetrendet. Közvetlenül a felszerelés után a készülék az alapbeállításokkal indul. 7 nap működés után kezdi meg a család szokásaihoz való adaptációt. A működés 15. napjától kezdve pedig már a külső időjárás paramétereit és a belső tér páratartalmát is figyelembe veszi. A teljes adaptáció a felhasználás 25. napján fejeződik be.

Fűtési rendszer diagnosztika

Két hónap működés szükséges ahhoz, hogy a rendszer megfelelő jelentést tudjon készíteni az épület fűtési, illetve hőszigetelési rendszerének állapotát illetően. A generált riport információt szolgáltat házuk vagy lakásunk fűtésének energia hatékonyságáról, javaslatot ad az energia hatékonyság növelésének módjára.

Komfort és energia megtakarítás!

Az elérhető energia megtakarítás mértékének meghatározására összehasonlító méréseket végeztünk. A 2014-2015. év telén végzett első vizsgálat során két egyforma, 10 lakásos, szomszédos épület (5. ábra) energiafogyasztását hasonlítottuk össze.



5. ábra



6. ábra

Az első épületben hagyományos termosztátok, a másodikban pedig COMAP Smart Home termosztátok kerültek telepítésre. A kísérlet során 31%-os energia megtakarítást értek el a COMAP termosztátnak köszönhetően.

A második vizsgálatnál ugyancsak két egyforma adottságokkal rendelkező épület került összehasonlításra (6. ábra). Az első épületben hagyományos programozható termosztátok működtek, a második épületben a COMAP Smart Home autonóm megoldás került felszerelésre. Ebben az esetben 25%-os energia megtakarítás jelentkezett a COMAP termosztátoknál a hagyományos programozható változathoz képest.

Cégünk több, mint 60 éves innovációs tapasztalata, kollégáink hozzáértése és lelkesedése garantálja Önnek fűtési rendszere komfortos, megbízható és energiahatékony működését.



Egyházi Zoltán
okl. gépészmérnök
Projekt Üzletágvezető
COMAP Hungária Kft.

DUNAGÁZ KONFERENCIA és KIÁLLÍTÁS 2020

Tisztelt gázipari szakemberek, épületgépészek!

Örömmel tájékoztatjuk Önöket, hogy a gázipar soron következő szakmai konferenciája, a

28. DUNAGÁZ Konferencia

2020. április 22-23-án

immár hagyományosan a Lepence-völgy szívében, a **Thermal Hotel Visegrádban** kerül megrendezésre.

A rendezvény keretében ismét lehetőséget biztosítunk a szakembereknek a személyes találkozásokra, kötetlen eszmecserékre, és nem utolsósorban a gázipari aktuális információk begyűjtésére, megosztására.

A konferencia keretében képet fogunk adni a gázipar pillanatnyi és jövőbe mutató kérdéseiről, a rendszerüzemeltetés feladatairól, valamint az innovatív és biztonságos gázfelhasználás lehetőségeiről. Ennek megfelelően neves előadóink tájékoztatni fogják Önöket a gázipari vállalatok aktuális helyzetéről, az iparági egyeztetési fórum tapasztalatairól, tisztázunk

a földgáz szerepét a dekarbonizációs törekvésekben, valamint megnézzük, hogyan illeszthető be a hidrogén ezekbe a folyamatokba a tárolástól kezdődően a gázkészülékekig. Újra terítkekre vesszük a biztonsági övezetek kérdését, a munka- és egészségvédelem problémáit, beszámolunk a megújuló Gáz Műszaki Biztonsági Szabályzatról, és nem feledkezünk meg az innovatív gázipari újdonságokról, valamint a már hagyományosnak számító „meglepetés előadásról” sem.

Természetesen az előadások sora itt nem ér véget, kövessék folyamatosan honlapunkat a www.dunagaz.hu címen, és ott a teljes programtervezettel találkozhat.

Bízunk benne, hogy felhívásunk felkeltette a figyelmét és Önt is a konferencia résztvevői között köszönthetjük. A konferencia részvételi díja: 119.000 Ft+áfa/fő.

Jelentkezési lapokat az alábbi linken érheti el:

Résztvevőknek: http://www.dunagaz.hu/UserFiles/Image/Konf_2020/2020_konf/jelentkezesilap.doc

Kiállítóknak: http://www.dunagaz.hu/UserFiles/Image/Konf_2020/kiallitoi.doc

Várjuk kiállítóként, résztvevőként!

A DUNAGÁZ Konferencia Szervező Bizottsága

Új, vezeték nélküli okos termosztát a Siemenstől

Immáron két éve mutatta be a Siemens az okos termosztátok piacán különleges, Construma díjas RDS110 készülékét. A felhasználói igények minél sokoldalúbb kiszolgálása érdekében az idei év őszétől a választék bővül vezeték nélküli változattal, ami az RDS110.R típusjelölést kapta. A koncepció változatlan: professzionális műszaki tartalom, komplex komfort megközelítés, pontos szabályozás, egyszerű beüzemelés és egyedülálló intuitív kezelőfelület a készüléken és az okos-telefonos applikáción jellemzi az új készüléket.

Környezetünkkel és az energia-költségeinkkel is törődünk

A készülék egyedisége, hogy a hőmérséklet mérésén és szabályozáson kívül rendelkezik páratartalom érzékelővel is, így gondoskodva tényleges hőérzetünk tökéletes kiszolgálásáról. A készülék multifunkcionális bemeneteire további érzékelők vagy kapcsolójelek is köthetők, amivel további extra funkciók is biztosíthatók. Közösségi területen történő felhasználásra is gondolva a beállítható alapjelek korlátozhatók, a kijelző (és ezzel a teljes készülék) pedig zárolható. Az egyszerű, intuitív kezelőfelületű alkalmazással a kívánt működési paraméterek bárhol, kényelmesen beállíthatók. Az okos-telefonos alkalmazás további szolgáltatása, hogy a hőmérséklet és a páratartalom adatok, valamint a fűtési időszakok trendelhetővé válnak, így rendszerünk működése elemezhető és optimalizálható.



A készülék népszerűségéhez elengedhetetlen szép külső és minőségi anyaghasználat változatlanul megmaradt. A termosztát háttérvilágított, 3,5"-os színes LCD érintőképernyővel rendelkezik, amelyen keresztül minden fontos funkció a helyszínen is beállítható. A készülék rendelkezik a ma nagy népszerűségnek örvendő „geofencing” funkcióval, amelyhez az alkalmazásban meg lehet adni egy „digitális határt” a térképben, amelynek átlépésekor a készülék a kívánt módon működési állapotot vált. A termosztát a megjelenése után nem sokkal magyar nyelvű menürendszert kap.

* Az SS911.01TH mozgatómotor hamarosan elérhető lesz Magyarországon is.

Vezeték nélküli kiegészítők, amelyek komfortot biztosítanak az otthonokban

A vezeték nélküli okos termosztát család része az SSA911.01TH* vezeték nélküli szelepmozgató. A mozgató M30 x 1,5 szabványos csatlakozású, automatikusan adaptálja a csatlakoztatott szelep mechanikai jellemzőit és rendelkezik beépített hőmérséklet érzékelővel is. Szükség esetén lopásvédő gyűrűvel (közületi alkalmazásokhoz), illetve csatlakozó adapterekkel (más gyártók szelepeihez) is rendelhető. Egy okos termosztáthoz maximum 6 darab SSA911.01TH szelepmozgató vagy maximum 6 darab RCR114.1 vevőegység csatlakoztatható.



Az RCR114.1 vezeték nélküli vevőegységnek két relé kimenete van, az egyik fűtésvezérlésre (pl. kazán indítás vagy zónaszelep nyitás) használható, a másik vagy HMV-készítés indítására, vagy párasító/párátlanító berendezés kapcsolására használható. Olyan esetekben, amikor a jelentős árnyékolás miatt (pl. vastag falak, födémek stb.) a kommunikáció nem megfelelő a komponensek között, akkor egy vevőegység jel erősítőként is használható. A kommunikáció a vezeték nélküli komponensek között a mai trendeknek megfelelő, úgynevezett „Thread” kapcsolat, azaz egy biztonságos, alacsony energiaigényű, modern IoT megoldás. A termosztát mindezek mellett integrációs lehetőséget nyújt BACnet rendszerekhez.

A Desigo CC natív támogatása szintén elérhető lesz a közeljövőben.

Okos, mert megérti az Ön igényeit

Egyedülálló előnyök kombinációja teszi különlegessé a Siemens okos termosztátot mind a professzionális telepítők, mind a végfelhasználók számára.

Túri Péter

www.siemens.hu/rds

e-mail: cps.hu@siemens.com

SIEMENS
Ingenuity for Life

Belimo: épületgépészeti szenzorok

A siker folytatódik: fali páratartalom és CO₂ érzékelők

Az épületgépészeti zsalu- és szelepmozgató motorok fejlesztésében és gyártásában piacvezető szerepet betöltő Belimo életében új fejezet nyílt. Immáron 3 éve, hogy a cég termékpalettája egy új, ígéretes termékcsoporthal, az épületgépészeti szenzorokkal bővült.

A Belimonál a szenzorok fejlesztése több évtizedes tapasztalatra és kutatásra nyúlik vissza. Gondoljunk csak a légtechnikában közismert térfogatáram-szabályozókra (VAV-ok) vagy a fűtési-hűtési rendszerekben alkalmazható hőmennyiség-mérési funkcióval rendelkező Energy Valve-re. A 2017-ben sikeresen bevezetett kínálat legfőbb elemei: a légtechnikai nyomáskapcsolók, távadók, hőmérséklet és levegőminőség érzékelők (páratartalom, CO₂, VOC), illetve a kültéri érzékelők. Emellett a termékpaletta számos, a fűtési és hűtési rendszerekben alkalmazható érzékelőt is tartalmaz: hőmérséklet érzékelők, nyomástávadók, illetve a 2019-ben megjelent, immáron DN150-es méretig kibővült ultrahangos térfogatáram mérő.

Egyedülálló funkciók

A Belimo márkanévét a kimagasló minőség jellemzi. Ennek megfelelően az érzékelők is megbízhatóságot és pontos működést biztosítanak. Mi sem garantálja ezt jobban, mint a szenzorokra is érvényes, 5 éves garancia.

A Belimo érzékelői számos olyan egyedülálló fejlesztést tartalmaznak, amelyek fontos hozzáadott értéket jelentenek a felhasználóknak és a kivitelező szakembereknek egyaránt.

Elsőként kínálunk olyan csavarmentes dobozolású érzékelőket, amelyek a rápatintható fedélnek köszönhetően nagymértékben megkönnyítik és gyorsítják a telepítést. A szenzordoboz UV állósága és NEMA4x / IP65-ös védelme lehetővé teszi a kültéri használatot is.



1. kép. Belimo páratartalom, CO₂ és VOC légcsatorna érzékelő

A doboz több kábelbevezetési ponttal is rendelkezik, így a helyi adottságoknak megfelelően lehet a tömszelencét áthelyezni.

A vezetékek szerszámmentesen csatlakoztathatók a sorkapocsba. AC/DC 24 V-os tápfeszültségű eszközök esetében sokszor figyelni kell a polaritáshelyes csatlakoztatásra. A Belimo szenzorok polaritásvédettek, tehát akkor sem „füstöl el” a készülék, ha véletlenül fordítottan kötöttük be a tápfeszültséget.

A szenzorok rögzítése szerelőbarát módon történik. A kör keresztmetszetű légcsatornákhoz vagy síkfelületre való felszereléshez is ajánlunk rögzítőkonzolt, ami praktikusán fűró-sablonként is funkcionál.

A nagyobb beruházások esetében egyre fontosabb elvárás az épületfelügyeleti rendszerbe való integrálhatóság. Számos Belimo szenzor a passzív és aktív (0-10 V-os) kimenetű típusokon túl rendelkezik Modbus és Bacnet-es verzióval is.



2. kép. Ultrahangos térfogatáram mérő DN15-től DN150-ig

Légkezelő + érzékelők = energiatakarékos szellőztetés

Ha egy általános légtechnikai rendszert vizsgálunk meg, leggyakrabban a hőmérséklet, illetve nyomásérzékelőkkel találkozunk. Légkezelők esetében standard megoldásnak mondható az elszívás, befűtés, a friss levegő és a kidobott levegő hőmérsékletének mérése. Szintén elterjedt dolog, hogy nyomáskapcsolókat, esetleg nyomástávadókat helyezünk a szűrők állapotának vizsgálatára, vagy a ventilátor fordulatszámának mérésére. A kezelt levegőnek kíváncsiak vagyunk a nedvességtartalmára, így természetesen a páratartalom érzékelő is nélkülözhetetlen elem.

De mi a helyzet a CO₂ érzékelőkkel? A légkezelők energiatakarékos működtetésének legfontosabb alapelve, hogy a viszonylag nagy energiával előállított, kezelt levegőből csak annyit juttassunk be a helyiségekbe, amennyire ténylegesen szükség van. Ennek a legtokéletesebb módja, ha térfogatáram-szabályozókat (VAV) építünk be, a friss levegő igényt pedig a helyiségekben lévő CO₂-szintnek megfelelően változtatjuk. A mozgás- vagy jelenlét érzékelők nem adnak tökéletes megoldást, mert általában csak egy minimum és maximum légmennyiség változtatható, a levegő minőségére viszont nem ad megfelelő választ.

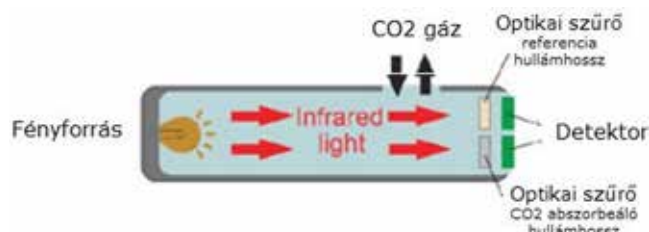
A CO₂ érzékelők működése

Az épületgépészetben a CO₂-mérés legelterjedtebb módszere az infravörös érzékelők használata. A CO₂ bizonyos hullámhosszon egyedülálló módon abszorbeálja az infravörös sugárzást. Az infravörös sugárzás abszorpcióját NDIR (nem diszperzív infravörös) érzékelővel tudjuk meghatározni és ennek eredményeképpen kiszámítható az adott helyiség levegőjének CO₂ tartalma.

A mérési szakasz egyik oldalán infravörös sugarak lépnek ki egy NDIR diódából, a másik végén pedig egy NDIR detektor méri a sugárzást. A mérési szakasz közepén halad át a levegő, amelynek a CO₂ koncentrációját mérjük.

Az idő múlásával a diódák öregsznek, ami megváltoztatja az infravörös sugárzás intenzitását és ezáltal a mért értéket is. Az öregedés miatt a mért értékben változás jön létre, amit „drift”-nek nevezünk.

A hiba kompenzálására a CO₂ szenzorok esetében kétféle fő módszer létezik: a hagyományos és a „Dual Beam” technológia (3. kép).



3. kép. Dual Beam elven működő CO₂ érzékelés és kompenzációs módszer

A hagyományos kompenzációs módszer az „ABC logic”. Ebben az esetben egy mérési időszak legalacsonyabb értékét feleltetik meg egy előre rögzített referencia háttértértéknek (általában kinti levegő, kb. 400 ppm). A módszer azt feltételezi, hogy az épület egy bizonyos időszakban teljesen kiszellőzik és a benti levegő minősége megegyezik a kinti levegőével. Folyamatos használatban lévő épületek esetén ez nem garantálható, így használatuk nem minden alkalmazási területre ajánlott.

A Belimo szenzorok a „Dual Beam” technológián alapulnak. Egy további referenciacsatorna lehetővé teszi a hosszú távú „drift” hatékony kompenzálását, ezáltal garantálva a maximális pontosságot és a hosszú távú stabilitást.

Egy fényforrás két különböző detektorra küldi az infravörös sugarakat. A két detektor előtt két különféle optikai szűrő van, ami különböző hullámhosszra érzékeny. Az egyik szűrőn csak olyan hullámhossz halad át, amely abszorbeálja a CO₂-t, a másik szűrő csak olyan hullámhosszokat enged át, amely nem nyeli el a CO₂-t. A CO₂ koncentráció meghatározásához az előbbi, míg a referencia értékhez az utóbbi „csatornát” használjuk. A referencia értéknek különböző CO₂ koncentráció esetén azonosnak kell maradni. Ha az érték megváltozik, akkor az aktuális mérési eredmény az eltéréssel korrigálódik.

A Dual Beam technológia előnye, hogy hosszú távú pontosságot, automatikus kalibrációt eredményez és folyamatos használatban lévő épületek esetében is ajánlott (pl. kórházak, növényházak stb.).

Új fali páratartalom és szén-dioxid érzékelők

A légszatorna szenzorjaink után a 2019-es év végén bevezetésre kerültek a fali hőmérséklet érzékelők, majd 2020 januárjától már elérhetők a fali pára és CO₂ érzékelőink is.



4. kép. Belimo fali hőmérséklet, páratartalom és CO₂ érzékelők

Az új fali szenzorok a legkorszerűbb NFC beállítási lehetőségekkel rendelkeznek. Azaz egy okos telefon segítségével állíthatjuk be a különféle működési paramétereket (offset, a mérési tartomány minimum-maximum értékei, kimeneti jel stb.) Mindehhez hozzájön a letisztult dizájn, elegáns megjelenés. A sokrétű funkcióknak köszönhetően a fali érzékelőink iránt már most nagy az érdeklődés.



Schmidt Ferenc
Értékesítési vezető

Belimo Magyarország
Ferenc.Schmidt@belimo.at

Szerkesztőségi hír: 2019 decemberétől a Magyar Épületgépészet nemcsak papír alapon vehető kézbe, de online cikkek és célszámok formájában is olvasható. Ezek elérése érdekében átalakítottuk honlapunkat és a megfelelő opciókra kattintva olvashatja és letöltheti a célszámokat és a cikkeket.



Tervből kivitelezés van.

CONSTRUMA OTTHONTEREMTÉSI KIÁLLÍTÁSI CSOKOR

CONSTRUMA

39. Nemzetközi építőipari szakkiállítás

**OTTHON
Design**

9. Otthonteremtési szakkiállítás

2020. április 1-5.



hungexpo

www.construma.hu



Az építőipar kiemelkedő eseménye áprilisban: CONSTRUMA

Az építőipar hazai csúcsmegrendezvénye, az otthonteremtés legnagyobb kiállítása, a CONSTRUMA csokor 2020-ban április 1-5. között várja ismét a szakma képviselőit. Egy időben, egy helyen több mint 500 cég várja a látogatókat 4 pavilonban a HUNGEXPO területén.

Az idei kiállítási csokor fókuszában az ágazat fejlesztéseit is jelentősen meghatározó irányvonalak állnak: **Korszerű anyagok – Innováció – Energiahatékonyság – Digitalizáció – Fenntartható fejlődés**

A kiállítók és a programok is ezeket az irányokat képviselik a mai kor kihívásainak megfelelően, az építőipari és lakberendezési trendek változásait előre vetítve.

A pavilonok már majdnem teltházasak, az idei évben az intenzívebb kiállítói igénynek köszönhetően január közepéig a cégek szinte teljesen lefoglalták a rendelkezésre álló területeket.

Az építkezéshez szükséges anyagok, termékek, szolgáltatások ezúttal is a legnagyobb A pavilont töltik meg, a megújuló energia témában illetve épületgépészeti területről érkező cégek pedig a D pavilonban lesznek, a RENEÓ keretében. A RENEÓ, amely Magyarországon egyedülálló módon kiállítási keretek között mutatja be a megújuló energiák építőipari alkalmazási lehetőségeit, gyakorlati bemutatókkal, szakmai előadásokkal kísérve. E témakör évek óta a nagyközönség részéről kiemelt érdeklődéssel kísért terület. Páros években pedig azok az épületgépészeti cégek, akik éves megjelenést szeretnének, itt mutatkoznak be a szakmának és a végfelhasználóknak.

A RENEÓ által összefogott tematikákban a legnagyobb területet a szolár energia hasznosításával foglalkozó cégek teszik ki, továbbra is ez a legnépszerűbb tematika kiállítói oldalról és látogatói oldalról is.

A csokor kiállítóinak listája már elérhető a honlapon.

Várhatóan idén is nagy sláger lesz a látogatók körében a megújuló energia, azon belül is a napenergia hasznosításának lehetőségei. A napelemek szerelését is megtekinthetik a látogatók egy külön bemutató keretében. A már elmaradhatatlan ÖKO CITY szigeten a közel nulla energiaigényű épületekről, az ehhez elérhető megoldásokról kaphatnak hasznos információt.

A D pavilonban felállított konferencia teremben az első két napon a mérnökök szakmai továbbképzését szolgáló konferenciák lesznek a BPMK szervezésében. Ugyanitt kerül sor majd a pénteki napon egy, a ROCKWOOL által szervezett programra. Lesz ezen felül ÖKOHOMÉ konferencia, ÉVOSZ által szervezett póriumbeszélgetés az építőipari költségekről, kerekasztal beszélgetés a bérletépítési programról, hogy csak néhányat említsünk.

A teljes konferencia program a honlapon megtekinthető.

A lakberendezési és design tematikát felölelő **OTTHONDesign** (amely szintén két pavilont tölt meg) ezúttal is felvonultatja a lakásbelső kialakításhoz szükséges termékeket, bemutatókkal tarkítva, ingyenes lakberendezési tanácsadással fűszerezve.

A MÁV-START Zrt. és a GYSEV Zrt. a 2020. április 1-5. között megrendezésre kerülő CONSTRUMA 39. Nemzetközi építőipari szakkiállításra utazóknak 50%-os alkalmi menettérti kedvezményt biztosít bármely belföldi állomásról Budapest-Keleti pályaudvar, Budapest-Déli pályaudvar, Budapest-Nyugati pályaudvar, Zuglói, Kőbánya-felső, Kőbánya-Kispest és Kelenföld állomásokra. Részletesebb információ a honlapon elérhető.

CONSTRUMA CSOKOR NYITVATARTÁS:

szakmai napok: április 1-3., naponta 10-18 óráig

nagyközönség napok: április 4-5., naponta 10-18 óráig
(vasárnap 17 óráig)

Bővebb információ: construma.hu

Tervből kivitelezés van.



CONSTRUMA OTTHONTEREMTÉSI KIÁLLÍTÁSI CSOKOR


CONSTRUMA
39. Nemzetközi építőipari szakkiállítás

2020. április 1-5.



hungexpo

OTTHON
Design

9. Otthonteremtési szakkiállítás



RENEO

8. Nemzetközi megújuló
energia szakkiállítás



www.construma.hu