

Nagyterű helyiségek belső környezetének minőségét befolyásoló tényezők mérése nyári időszakban

Dr. Csáky Imre PhD¹

Absztrakt

A Debreceni Egyetem Műszaki Karán a különböző rendeltetésű helyiségek felújítása során fan-coil, split klímaberendezéseket építettek be. Ezeknek a berendezéseknek köszönhetően a nyári időszakban jelentősen javult a belső környezet minősége. Ha azonban a belső környezet minőségét javító berendezés beltéri egysége nem megfelelően van elhelyezve, az számos negatív hatással van a bent tartózkodók komfortérzetére. Mindezek mellett a nem megfelelően kiválasztott beltéri egységek hatással vannak a bekerülési, üzemeltetési költségekre is. A cikkben a berendezések vizsgálatának eredményeit mutatom be.

Kulcsszavak: operatív hőmérséklet, légsebesség mérések

Bevezetés

A Műszaki Kar különböző rendeltetésű helyiségeiben számos esetben vizsgálták a belső légkörhőmérsékletet nyári időszakban. A légkörhőmérséklet méréseket viszont a felújítást megelőzően végezték el. Vizsgálták a belső árnyékoló szerkezeteknek, a helyiség geometriájának, a határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének és a természetes szellőzésnek a hatását a belső légkörhőmérsékletre. [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9]

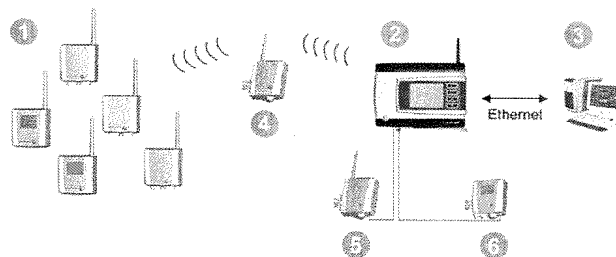
Az évek során az épületegyüttesen folyamatos felújításokat és bővítéseket végeztek, többek között egy új szárnyal bővült az épületegyüttes. A régi keleti tájolású kopolit homlokzat egy részét felújították.

Az épületegyüttes részletes bemutatásáról számos publikációban szó esett. Jelen cikkben csak azon helyiségek épületszerkezeti hőkapacitás, üvegezési arány, tájolás, épületgépészeti rendszerek bemutatására kerül sor, amelyekben valamilyen belső környezet minőségét befolyásoló tényezőt mértem.

Lehetőségem volt a nyári időszakban a különböző helyiségekben, azonos időszakban belső környezet minőségét befolyásoló tényezők paramétereinek rögzítésére (operatív hőmérséklet, légsebesség a tartózkodási zónában). Továbbá lehetőségem volt hűtési rendszer üzemeltetése mellett is elvégezni a komplex méréseket.

A mérésekhez kalibrált Testo műszereket használtam. A belső légkörhőmérséklet mérésekhez TESTO SAVERIS monitoring rendszert alkalmaztam, amelynek elemeit az 1. ábra mutatja.

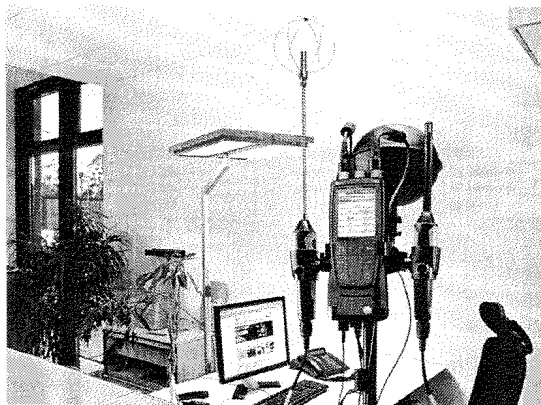
¹ Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék, Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4;
E-mail: imrecsaky@eng.unideb.hu



1. ábra. A TESTO SAVERIS monitoring rendszer elemei [10]

A rendszer alapvetően két részből áll. Egyrészt az érzékelőkből (1), másrészt pedig a bázisból (2). Ezek között kétirányú kommunikáció folyik. Az érzékelők és a bázis közötti jeladást egy router segítségével javíthatjuk (4), abban az esetben, ha az épületszerkezetek miatt a kommunikáció nehézkes a két elem között. Az adatok a Saveris bázisból letölthetők és lementhetők az asztali számítógépen (3). Az érzékelők rádióhullámai szabad térben 868 MHz-es frekvencia esetén 300 m-es hatósugárral rendelkeznek, míg magasabb frekvencia (2,4 GHz) mellett ez az érték körülbelül 100 m. Természetesen a kapcsolatot a falak, tereptárgyak leárnyékolhatják, sőt a hasonló frekvenciájú hullámok is zavarhatják. Ezt ki tudjuk küszöbölni a hálózat kibővítésével, egy router segítségével (5), ami egy átjátszó állomásként működik.

A bázissal való kommunikálásnak alapvetően több módja is van, ezek az érzékelő fajtájától függenek. Az érzékelők általában rádiófrekvenciával kommunikálnak a bázissal, így vezeték nélküli kapcsolatra nincs szükség. Létezik az érzékelőnek közvetlenül az Ethernet hálózatra csatlakoztatható verziója is (6), egy már létező LAN hálózaton keresztül. A SAVERIS T2/T2D NTC érzékelőjének mérési tartománya -35 és $+50$ °C közötti, míg a mérési pontossága $\pm 0,2$ °C [10]. A légsebesség mérésekhez Testo 480 műszert alkalmaztam (2. ábra).



2 ábra. TESTO 480 [10]

Valamennyi klíma- és légtechnikai paraméter mérésére egy műszerben került sor (légszennyezőanyag, hőmérséklet, páratartalom, nyomás, megvilágítás, sugárzó hő, turbulencia fok és CO₂, PMV/PPD és WBGT index). Komfortérzet érzékelő a turbulencia fok mérésekre, az EN 13779 szabványnak megfelelő mérések. [10]

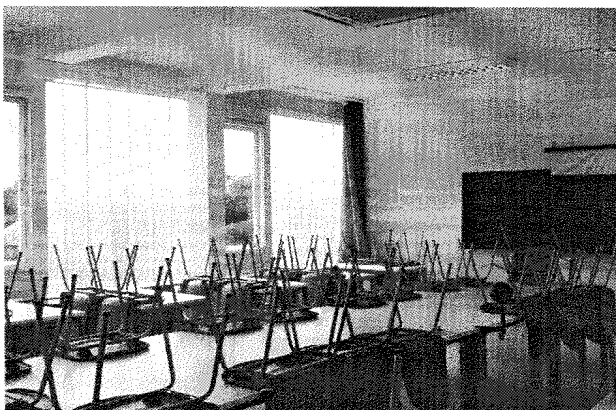
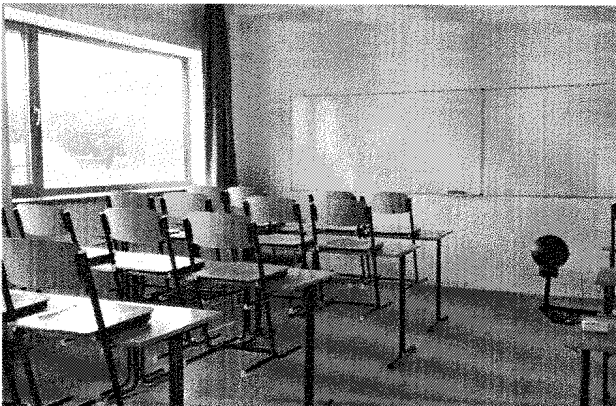
A helyiségek és a mérési eredmények bemutatása

Az operatív hőmérséklet a különböző helyiségekben

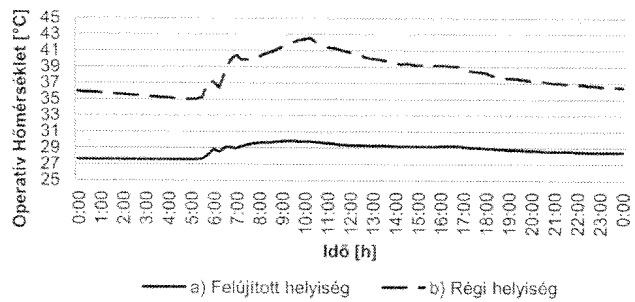
A 3. ábrán látható, hogy a keleti tájolású helyiségek egy részénél homlokzatsere történt. A régi kopolit és a hagyományos fa gerébtokos ablakokat egy alumínium keretben elhelyezett, dupla üvegezéssel ellátott egyszárnyas nyitható nyílászáró váltotta. Az épület külső falai külső szigetelést kaptak. A felújított nyílászárók alatt kaptak helyet a beltéri parapetes fan-coil egységek.

A belső léghőmérséklet szabályozására Siemens termosztátokat szereltek fel. Az első mérési időszakban a hűtés nem üzemelt.

Ebben a mérési sorozatban belső árnyékolókat nem alkalmaztam. A 4. ábrán bemutatom az operatív hőmérsékletet az idő függvényében. A mérési napon a külső léghőmérséklet maximuma Debrecenben 32 °C volt, az eredmények egy hőségnapra vonatkoznak. Az ábrán látható, hogy a felújított helyiségben alacsonyabb belső operatív hőmérséklet volt, mint a régi helyiségben.



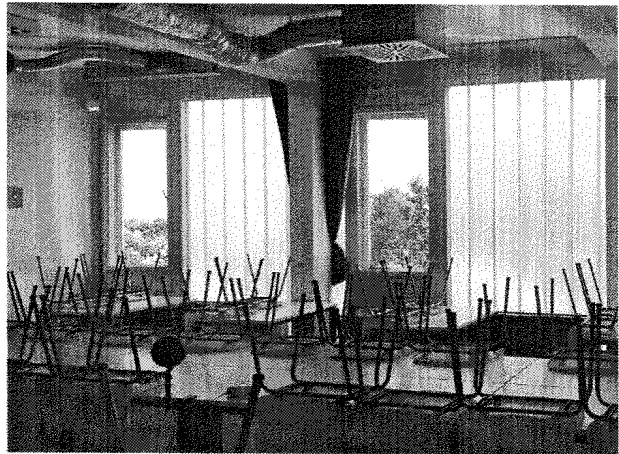
3. ábra. Felújított és nem felújított helyiség



4. ábra. Operatív hőmérséklet a 3. ábrán látható helyiségekben

Ezen az ábrán látható valós körülmények között mérésekkel alátámasztva a homlokzat felújításának hatása a belső operatív hőmérsékletre keleti tájolás esetében.

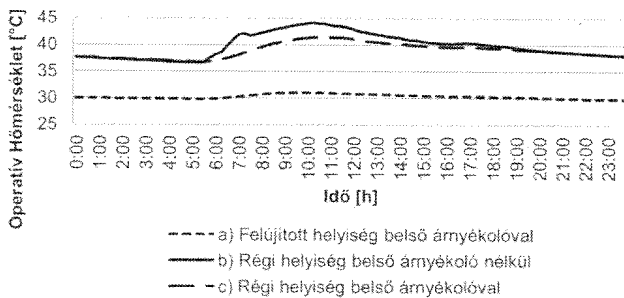
Az 5. ábrán bemutatott képeken látható, hogy a keleti tájolású helyiségekben az operatív hőmérsékletet mértem régi, nem felújított helyiségben belső árnyékoló nélküli és belső árnyékolóval ellátott esetben, valamint felújított helyiségben belső árnyékolóval. Mérési időszakban a felújított helyiségben a hűtés nem üzemelt. A következő oldalon lévő 6. ábra mutatja az operatív hőmérsékletet az idő függvényében. A mérési napon a külső léghőmérséklet maximuma Debrecenben 32,2 °C volt, az eredmények egy hőségnapra vonatkoznak.



Az 5. ábra folytatása a következő oldalon látható



5. ábra. Régi és felújított helyiségek belső árnyékolóval és belső árnyékoló nélkül



6. ábra. Operatív hőmérséklet az 5. ábrán bemutatott helyiségekben

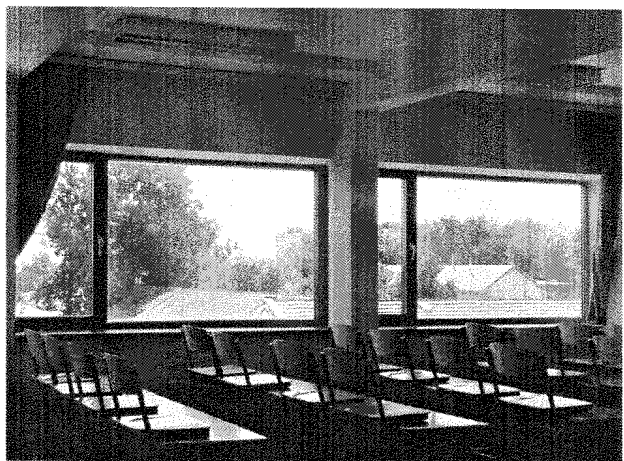
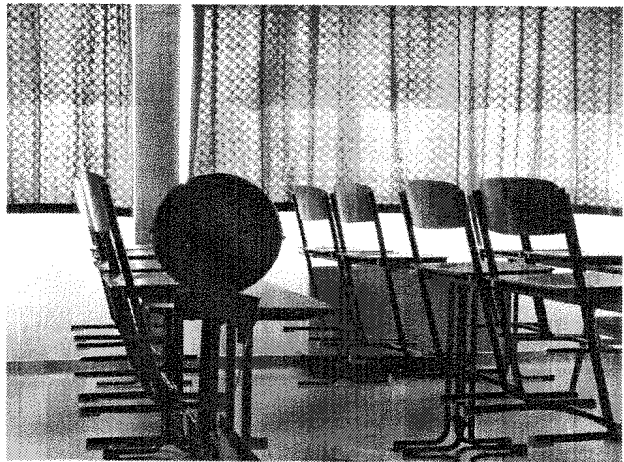
A következő mérési eredmények a 7. ábrán látható, felújított helyiségek operatív hőmérsékletét mutatják. A méréseket hűtés mellett, belső árnyékolóval ellátott és árnyékoló nélküli esetben végeztem el. A mért operatív hőmérséklet a 8. ábrán látható.

A mérési napon a külső léghőmérsékletnek a maximuma Debrecenben 33,6 °C volt, ebben az esetben nem alkalmaztam belső árnyékolót, illetve 34,3 °C volt belső árnyékoló használatkor, tehát az eredmények egy hőségnapra vonatkoznak. A hűtési rendszer 7:45 és 21:00 óra között üzemelt. A fali Siemens termosztáton 26 °C állítottunk be.

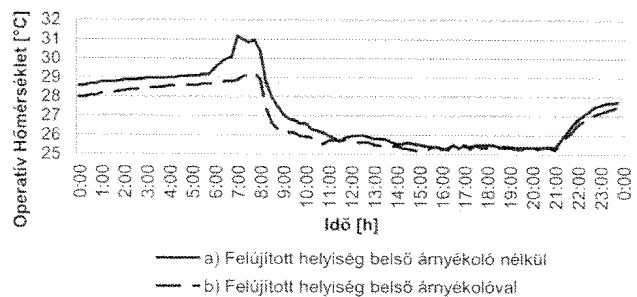
Meghatároztam a vizsgált helyiségek esetében a belső-külső átlaghőmérsékletek különbségét ($\Delta t_i = t_i - t_e$), az elemzett napokon.

1. táblázat. Túlmelegedés számítása a vizsgált helyiségekben

Ábra	Vonal	A belső hőmérséklet napi átlaga, [°C]	A külső hőmérséklet napi átlaga, [°C]	Δt_i , [K]
4	a	28,51	26,1	2,41
4	b	38,08	26,1	11,98
6	a	30,16	25,9	4,26
6	b	39,78	25,9	13,88
6	c	39,06	25,9	13,16
8	a	26,81	26,6	0,21
8	b	26,59	27,2	-0,61



7. ábra. Felújított helyiségek belső árnyékolóval és árnyékoló nélkül hűtéssel



8. ábra. Operatív hőmérséklet a 7. ábrán látható helyiségekben

A számítások eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

A táblázat alapján megállapítható, hogy a túlmelegedés kockázata keleti tájolású helyiségekben nagyobb, mint a szabvány által az egész épületre vonatkozóan meghatározott érték, hűtési rendszer alkalmazása nélkül.

Légsebesség mérések a fan-coil és a split klíma beltéri egységeinél

A felújított helyiségekben légsebesség méréseket végeztem a split klíma beltéri egységénél. A méréseket 1,7 és 1,1 m magasságban végeztem, a beltéri egység mind a 3 sebességi

fokozatánál, a legkedvezőtlenebb helyen, valamint a mért helyiség egy kitüntetett pontján (ülőhely kialakítva). Az eredményeket a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat. Légsebesség adatok split klíma-berendezésnél

A split klíma beltéri egység sebességi fokozata	1,7 m	1,1 m	1,7 m	1,1 m
	legkedvezőtlenebb hely		kitüntetett pont	
	v [m/s]			
1	0,08	0,18	0,03	0,03
2	0,18	0,65	0,05	0,06
3	0,27	0,66	0,06	0,06

Azokban a helyiségekben, amelyekben fan-coil berendezés található, a belső légsebesség méréseket 1,1 m magasságban végeztem el, figyelembe véve az ülő felületeket. A mérési eredmények igazolták a helyiségen belül az asztal elhelyezésének lehetőségét.

A legkedvezőtlenebb helyen 0,8 m/s légsebességet mértem. Amennyiben figyelembe vesszük a légeeloszlást a helyiségen belül, számos helyen mértem 0,12 és 0,04 m/s közötti légsebességet.

Összefoglalás

Komplex méréseket végeztem nyári időszakban a Műszaki Kar helyiségeiben, hogy bemutassam a helyiségek épületszerkezeti hőkapacitásának, üvegezési arányának és belső árnyékolásának hatását az operatív hőmérsékletre. Az MSZ CR 1752:2000 Épületek szellőztetése, Épületek belső környezetének tervezési alapjai c. szabványban az operatív hőmérséklettel jellemzik a téli-nyári belső hőmérsékletet.

Az eredmények azt mutatják, hogy az üvegezési arány és a belső árnyékolók befolyásolják a vizsgált helyiségek hőterhelését. Hőségnapokon, elemezve a mért értékeket, az operatív hőmérséklet a helyiségekben hűtési rendszer nélkül meghaladja a szabványokban elvárt értéket (4., 6. és 8. ábra).

Lehetőségem volt hőségnapokon a hűtési rendszer üzemeltetése mellett is komplex méréseket elvégezni. A hűtési rendszer 7:45 és 21:00 óra között üzemelt, a fali Siemens termosztát 26 °C beállítása mellett. A 8. ábrán láthatjuk, hogy a hűtési rendszer napközbeni üzemeltetése az épületszerkezet hűtését eredményezte, ami az éjszakai órákban csökkentette a túlmelegedés kockázatát.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

Irodalomjegyzék

[1] Csáky, I.: Épületek nyári hőterhelésének energetikai vizsgálata 120 p. Doktori Iskola: Debreceni Egyetem Földtudományi Doktori Iskola. Tudományág: természettudományok/földtudományok. Témavezető: Kalmár Ferenc

[2] Szabó, G., Kalmár, F.: Egy irodaépület hőterhelésének meghatározása az MSZ 04-140-4-78 és az MSZ EN ISO 13790 szerint. Energiagazdálkodás 58 (3), 6-10., 2017.

[3] Csáky, I., Kalmár, F.: Simulation of the internal temperature in the Passol Laboratory, University of Debrecen International Review of Applied Sciences and Engineering, ISSN 2060-0810, pp 63 – 73

[4] Csáky, I.: Belső léghőmérséklet mérések a Debreceni Egyetem Műszaki Karán. Magyar Épületgépészet LXIV. évfolyam, 2015/9. szám, p. 3-8.

[5] Csáky, I.: Éjszakai szellőzés, LVR hatása a belső léghőmérsékletre, Magyar Épületgépészet, LXVIII. évfolyam, 2019/6. szám, p. 3-6.

[6] Kalmár, F.: Interrelation between glazing and summer operative temperature in buildings. Int. Rev. Appl. Sci. Eng. 7 (1), 51-60., 2016.

[7] Szabó, G., Kalmár, F.: Investigation of subjective and objective thermal comfort in the case of ceiling and wall cooling systems. Int. Rev. Appl. Sci. Eng. 8 (2), 135-140., 2017.

[8] Lakatos Máté: Hőtároló tömeg hatása a belső léghőmérsékletre a PASSOL laboratóriumban Debreceni Egyetem Műszaki Kar Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék Debrecen, 2017

[9] Szodrai, F., Lakatos, Á.: Effect of the air motion on the heat transport behaviour of wall structures. Int. Rev. Appl. Sci. Eng. 8 (1), 67-73., 201

[10] <https://www.testo.com/hu-HU/>