

Mennyezeti sugárzó fűtés hőkomfortra gyakorolt hatása nagy felületű nyílászárók közelében

Napjainkban egyre növekszik a mennyezeti sugárzó hűtéssel megvalósult projektek száma, amely rendszer működéséről, hatásairól és előnyeiről sokat olvashattunk e folyóirat hasábjaiiban is. Mégis úgy tűnik, hogy a mai napig a tervezők, beruházók többsége igen tart annak használatától. Jelen cikk e fűtési mód részletes vizsgálatával foglalkozik.

A „hagyományosnak” mondható, konvekciós rendszerek esetében ismert, jól megtanult és oly sokszor hangoztatott mondat az oka: „A meleg levegő felfelé száll!” Igen, ez igaz. Csakhogy jelen esetben nem konvekcióról, hanem hősugárzásról beszélünk! És a hősugárzást – mint fizikai folyamatot – nem nagyon érdekli ez a tudományos megállapítás! Ha le akarom egyszerűsíteni a dolgot és egy mindennapos példát kell hozzak, akkor a vásárcsarnokokban, piacon jól ismert, infra lámpákkal fűtött grillcsirkére irányítanám a figyelmet. Vajon azt hogyan tudjuk melegen tartani, amikor a lámpa alatt van, nem pedig a lámpa felett?

Komolyra fordítva a szót, a cikkben egy tudományos kutatás eredményeit szeretném bizonyítékként megosztani, amely kutatás a Budapesti Műszaki Egyetem Áramlástan Tanszékén készült a tavalyi évben dr. Vad János ellenőrzése alatt, dr. Kristóf Gergely vezetésével. A kutatás egy jellemző irodahelyiséget vizsgál, amely teljes üveghomlokzattal rendelkezik, így féltő, hogy a nyílászárók közvetlen közelében elhelyezett munkahelyen a lehülő felület miatt alacsony a sugárzási hőmérséklet, ezért diszkomfort alakulhat ki. Megjegyzem, hogy nem csak irodaházra, hanem napjainkban a lakóépületeknél is gyakran használt

üvegportálokra is gondolhatunk! Mi az ideális megoldás? Milyen módon csökkenthető a diszkomfort? (Biztos vagyok benne, hogy sokan most is – rutinból – a padlókonvektorra, ismét egy konvekciós megoldásra gondolnak...)

A vizsgálat során a 6,1x10 m-es irodateret 10 cm-es kockaelemekből építették fel, a pontos számítás érdekében az ablak felületéhez közeledve ezt tovább sűrítették, így a térrészt 220 000 (!) elemre bontották fel. Természetesen minden alapadatot meghatároztak, így például a külső hőmérsékletet, a helyiséget határoló szerkezetek, nyílászáró hőátadási és hőátbocsátási tényezőjét, hőelnyelését stb. A számításokat az ANSYS Fluent 12.1 szimulációs szoftverrel végezték, a program a különböző állapotok végigszámolását komoly hardverrel is napokig számolta. (Csakis a pontosság kedvéért: Realizable k- ϵ turbulencia modell, Enhanced Wallfunction falfüggvény, valamint Discrete Ordinates (DO) sugárzásos transport-modell alkalmazásával, kezdetben stationer, majd az állandósult áramlás ellenőrzése érdekében időben előrehaladó számítást alkalmaztak.) A szimulációk során különböző modellváltozatokat építettek fel, különböző fűtési megoldásokkal, különböző hőmérsékleten befűjt friss levegővel, belső hőforrásokkal (emberi hőforrás, számítógép, monitor, lámpatestek stb.) és nélkülük.

A szimuláció során eredményként, különböző esetekre meghatározták a mennyezeti hőleadás konvektív és hősugárzásos értékét, ablakokon keresztüli hőtranszportot, a belső hőátadási tényezőt, a belső ablakfelületek átlaghőmérsékletét, a belső ablakfelületen a hőmérséklet-eloszlást, az eredő k-értékét, az iroda légterének átlag operatív hőmérsékletét, a helyiségben a léghőmérséklet-eloszlást, a sugárzási hőmérséklet-eloszlást, az operatív hőmérséklet-eloszlást, a légsebesség-eloszlást, majd ezen ered-

ményekből a komfortérzeti mutatót, a PMV index megoszlását is.

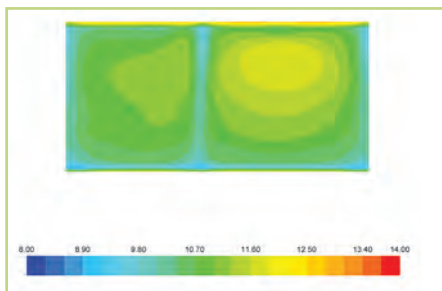
Irodateréről lévén szó, kritikus kérdés volt az intenzív belső hőfejlődések vizsgálata is, hisz előfordulhat, hogy a belső hőfejlődések már biztosítják a hőszükségletet, így fűtőberendezések működtetése nélkül is a helyiség túlmelegedéséhez juthatunk. Példánkban is ez történt. Amennyiben az irodateret teljes kapacitással működik (minden munkahelyen dolgoznak és az irodában világítanak), akkor is hőelvonásra volt szükség, nem fűtésre! Az eredmények azt mutatták, hogy a belső hőforrások miatt az ablak mellett hideg diszkomfortzóna nem alakult ki.

De mi történik, ha nem dolgoznak minden munkahelyen? Vagy gondoljunk a munkakezdesre, esetleg a túlórázókra! Ebben az esetben a mintában szereplő irodateret is fűteni kell, hasonlóan mint egy belső hőforrásoktól mentes lakóteret.

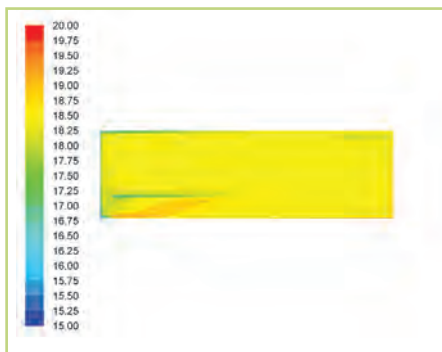
A légtechnikai rendszer kialakítása, a befűjt levegő hőmérséklete és sebessége jelentősen befolyásolták a komfortérzeti eredményeket, jelen írásban az azonos légtechnikai megoldást használt szimulációk eredményeire koncentrálnék. A vizsgált esetek közül a különböző hőmérsékeltű és különböző méretű mennyezeti hőleadókból is „szelektálnék”, hogy végül csupán két szimulációra csökkentsem jelen összefoglalót.

1. eset: nincs beltéri hőforrás, a befűjt friss levegő 18 °C-os, a nyílászárók előtt 100 W/fm teljesítményű padlókonvektorok kerültek elhelyezésre (1., 2., 3., 4 ábrák).

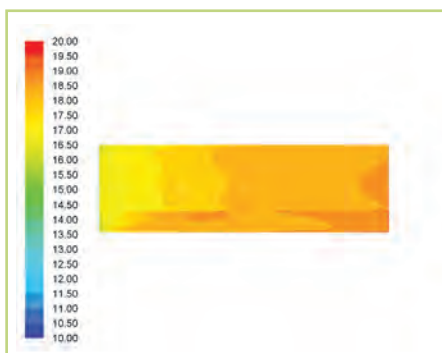
Ez esetben a padlókonvektorok hatását vizsgálták a beltéri áramlásra, semmi egyéb hőfejlődés nem volt bekapcsolva. Az eredmények azt mutatták, hogy a 100 W/fm hőbevitel nem elegendő ahhoz, hogy az ablak mellett kialakuló lefelé szálló légáramlást önmagában legyőzze. A kialakuló



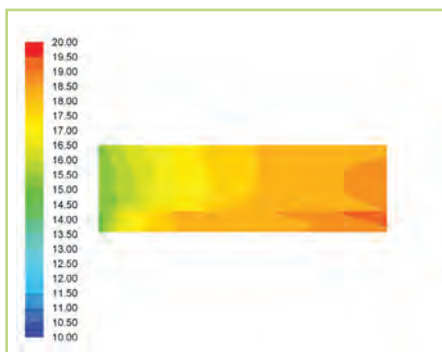
1. ábra. Hőmérséklet-eloszlás ablakfelületen, 1-es eset



2. ábra. Léghőmérséklet-eloszlás, 1-es esetben



3. ábra. Operatív hőmérséklet-eloszlás, 1-es esetben

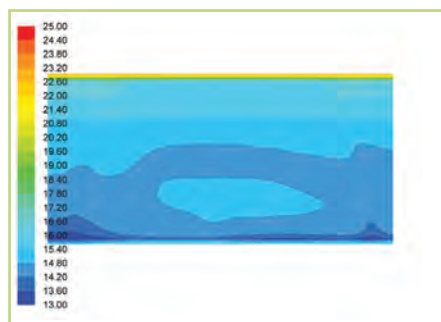


4. ábra. Sugárzási hőmérséklet-eloszlás, 1-es esetben

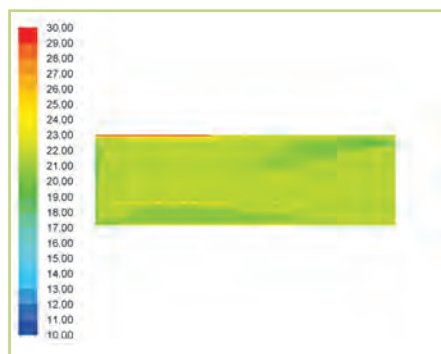
cold-drop az asztalok alá terelte a padlókonvektor által keltett meleg levegőt! Az ablak belső felületének átlaghőmérséklete 10,9 °C-os eredményt mutatott, az iroda légterének átlagos operatív hőmérséklete pedig csupán 18,0 °C-ot! (MSZ CR 1752:2000 alapján „A” komfort érzetű tér – azaz

méretezési állapot – szerint az operatív hőmérséklet $22,0 \pm 1,0$ °C!)

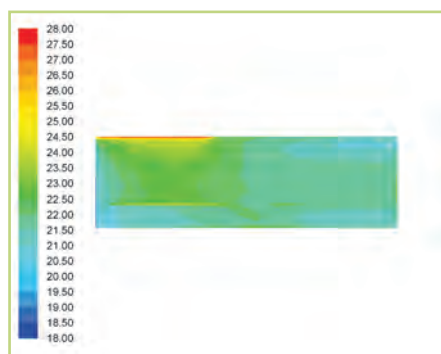
2. eset: nincs beltéri hőforrás, a befújt friss levegő 18 °C-os, a mennyezet nyílászárókhoz közeli egy harmada működik csupán 30 °C-os felületi hőmérséklettel (5., 6., 7., 8. ábrák).



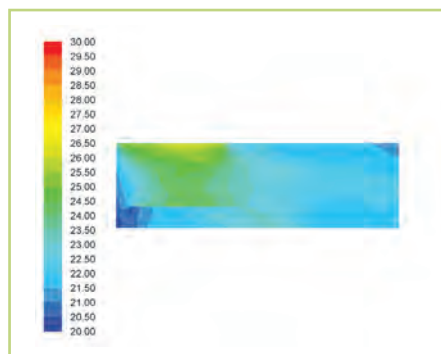
5. ábra. Hőmérséklet-eloszlás ablakfelületen, 2-es eset



6. ábra. Léghőmérséklet-eloszlás, 2-es esetben



7. ábra. Operatív hőmérséklet-eloszlás, 2-es esetben



8. ábra. Sugárzási hőmérséklet-eloszlás, 2-es esetben

Amennyiben a beltér felfűtése megtörtént (pl. egész felületű mennyezeti sugárzó rendszerrel), akkor a közvetlen nyílászárók mellett üzemeltetett mennyezeti sugárzórendszer önmagában biztosította a 22 °C-os átlagos belső operatív hőmérsékletet, azaz a tervezési állapotot. A nyílászárók 15,0 °C-os átlagos felületi hőmérsékletet mutattak, közvetlenül a nyílászárók mellett dolgozók számára is megfelelő mutatók jöttek ki eredményül. (33 °C-os mennyezet esetén 17,3 °C a példában található nyílászáró átlagos felületi hőmérséklete.) Sokan kérdezték már tőlem személyesen, hogy „fázhat-e a lábunk az asztal alatt mennyezeti sugárzó fűtés esetén?” (Ugyanis a direkt sugárzást az asztal meggátolja.) Pontos hőérzeti eredmények hiányában csupán egy gyakorlati ellenpéldát tudtam ezidáig felhozni: „Csak annyira, amennyire a kezünk az asztal felett egy padlófűtéses helyiségben!” A szimuláció során erre is pontos választ kaptunk. Az ablak melletti munkahelyeken az íróasztal alatt az operatív hőmérséklet 21,0 °C-ra adódott, amely a méretezési állapot szempontjából megfelelő.

Az eredményeket látva is talán akadnak még mindig kételkedők az alacsony hőmérsékletű mennyezeti fűtés alkalmazhatóságát és alkalmasságát tekintve - mondván, hogy „ez csak szimuláció”, nem gyakorlat. Ismételten hangsúlyoznám, hogy ez a szimuláció az általában használt eszközzel történt méréseknél sokkal pontosabb és részletesebb eredményeket tár fel! Ilyen méréseket, ilyen részletes eredményeket a gyakorlatban sem egyszerű produkálni! Készültek már egyébként ilyen jellegű mérések Magyarországon, és információim szerint az eredmények azonosak a fent leírtakkal! De legyen ez egy következő írás témája...

JOÓ RENÁTÓ
okl. épületgépész mérnök

