

Bírálat

Kalmár Ferenc: "Optimális lokális mikroklíma kialakítása épületekben váltakozó irányú légáramokkal"

c. doktori értekezéséről

A címben jelölt doktori értekezés un. nyomtatásban meg nem jelent értekezés.

A formai részre vonatkozó megjegyzéseim a következők:

Az értekezés 115 számozott oldalt, ebben 82 szövegekői ábrát, 25 táblázatot, valamint az irodalomjegyzékben 132 nem számozott tétel felsorolást tartalmaz. Az értekezés formai szempontból megfelel az MTA Doktori Szabályzatában foglaltaknak.

A doktori értekezés téziszfüzete 13 gépelt oldal terjedelmű. A jelölt az új tudományos eredményeket 6 db tézisben foglalja össze. A tézisekhez kapcsolódóan 19 szakirodalmi tételt jelöl meg, amelyek között 6 db egyedüli szerzős, lektorált nemzetközi folyóiratban megjelent munka található.

A dolgozat stílusa, nyelvezete jó, gondolatmenete logikus. Az értekezésben, vélhetően a számítógépes szövegszerkesztő használata miatt, néhány helyen gépelési hiba és elütés található, amelyek azonban nem zavarják az érthetőséget. Ilyen pl. a számérték és a százalékjel különírása. Ugyancsak megemlítésre kívánkozik, hogy a "paraméterek" és a "változók vagy jellemzők" terminológiai használata több helyen keveredik az értekezésben.

Az értekezés tartalmi részére vonatkozó általános észrevételeim a következők:

A jelölt által végzett tudományos kutatómunka és a benyújtott értekezés témaköre időszerű, mind energiamegtakarítási mind pedig egészségügyi szempontból rendkívül fontos, mivel a hőérzeti komfort, a jó levegő minőség biztosítása az épületekben növeli a dolgozók munka termelékenységét. Ennek megfelelően a jelölt a különösen kritikus nyári időszak vizsgálatára fókuszál.

A munkájának kiemelt jelentőségét az adja, hogy hogyan lehet egy zárt térben, annak adott pontjaiban az egyéni hőérzeti igényeket alacsony energiafelhasználás mellett biztosítani. Ugyanakkor fontos annak vizsgálata is, hogy a hőérzeti adaptációra milyen hatással van az egyének neme és származási helye, országa.

A jelölt a kutatási módszerek széleskörű tárházát mutatta be és alkalmazta a kitűzött célok megvalósítása érdekében. Nagyszámú mintahelyiség esetében szimulációs számításokat végzett az operatív hőmérséklet meghatározásához különböző paraméterek (a tájolás, a hőtároló tömeg, az üvegezett szerkezet mérete, a sugárzásátbocsátó képesség) függvényében. Valós épületek esetén méréseket végzett a várható hőérzeti érték (PMV) meghatározása érdekében. Kísérleteket végzett továbbá egy személyi igényeket kielégítő mikroklíma légvezetési rendszerének kialakítása céljából, amelynek megépült a prototípusa.

Részletes észrevételek:

A *Bevezetés* fejezet kutatási téma időszerűségével kapcsolatosan széleskörű nemzetközi szakirodalmi anyagot dolgoz fel és értékeli az egyes eredményeket. Ezek jó alapot adnak az

értekezés célkitűzéseinek végső megfogalmazására. A kutatási célok megfogalmazása egyértelműen megtörtént, mégis áttekinthetőbb lett volna azoknak – a tézisekkel összhangban lévő – pontokba szedett összefoglaló rögzítése is.

Ebben a fejezetben a kutatási módszerek és a kutatás során alkalmazott műszerek és berendezések rövid, összefoglaló bemutatása történik meg, de később az egyes konkrét vizsgálatoknál azok részletezésére is sor került.

A jelölt a 13. oldalon, a 2.1. ábrán mutatja be az operatív hőmérséklet meghatározására szolgáló módszer alapjául szolgáló "hőáramok RC-modelljét". Ezt célszerű egyszerűen "hőáramhálózatos modellnek" nevezni.

A 14-15. oldalakon az operatív hőmérséklet és a PVM meghatározására szolgáló, szabványban rögzített módszer részletes leírása történik a vonatkozó összefüggések megadásával együtt. Nagyon hatékony munkamódszernek tartom, hogy ennek gyakorlati igazolására a 2.3 pontban egy konkrét (oktatási) épület vonatkozó mért és számított értékek bemutatására és értékelésére is sor került. Az értékelésekkel kapcsolatosan kérdésem, hogy hogyan értékeli a jelölt azt a megállapítást, hogy a nagy üvegfelületekkel rendelkező, külső árnyékolás nélküli régi típusú épületeknél légkondicionáló berendezések nélkül a jelenleg érvényes hőérzeti követelmények nem teljesíthetők?

A 2.4. pontban az üvegezések és a hőtároló tömeg az operatív hőmérsékletre gyakorolt hatásának bemutatása történt, ami két nagyon fontos befolyásoló paraméter. A 25. oldalon ezzel kapcsolatosan nagyon fontos értékelő megállapításokat sorol fel a jelölt. Nekem nagyon hiányzik itt egy végső lezáró mondat, hogy akkor most mit is javasolna a jelölt. Kérem ennek pótlását.

A 32. oldalon kezdődő 3. *Hőérzékelés* fejezet felvezetése hozzákapcsolása az addig elmondottakhoz hiányzik. Itt lényegében a hőérzékeléssel kapcsolatos szakirodalom feldolgozás rövid bemutatása történt, így más fejezethez való beillesztését is el tudtam volna képzelni. Ugyanakkor sajtóhiba is megjelent ezzel kapcsolatban, hiszen a következő fejezet (*Adaptáció vizsgálata épületek magas ambiens hőmérsékletű tereiben...*), és annak alpontjai is 3.-al kezdődő számozással vannak jelölve.

A 32. oldalon a 3.2. pontban megfogalmazottak a különböző éghajlattal és gazdasági viszonyokkal rendelkező országokból származó egyének hőérzeti igényeivel kapcsolatosak. A jelölt itt a "nigériai" alanyokkal kapcsolatban állít fel hipotézist. Hiányolom, hogy nem írja körül sokkal alaposabban, hogy itt csak az általa valamilyen szempontból kiválasztott csoportokról, országokról van szó. Ily módon kérdésként merül fel, hogy a kiválasztott országokra vonatkozó eredmények mennyire lesznek általánosíthatók egy nagyobb földrajzi térségre?

A mérési eredmények kiértékelése több szempont (szubjektív hőérzet, zavaró/kellemetlen illat, a levegő széndioxid tartalma és áramlási sebessége) szerint történt, amelyek alapján a jelölt több értékes megállapítást tett.

A 4. fejezet egy személyi szellőző berendezés kialakításával kapcsolatos eredményeket tárgyalja, amelyhez kapcsolódóan ismerteti a bioklimatikus diagramokat és a személyi szellőző rendszereket. Kétségtelen tény, hogy ennek a fejezetnek a legértékesebb része a jelölt közreműködésével kidolgozott személyi szellőző eszköz. Ennek az eljárásnak az alapelve, hogy az emberi arcon található nagyobb számú hideg receptor található, így annak hűtése jól és gyorsan érzékelhető. A hűtés ily módon intenzívebb légmozgással érhető el. A kialakított berendezés tesztmérési laboratóriumi körülmények között történtek. Igazolásra került, hogy a kidolgozott új szellőzési móddal a szubjektív hőérzet szignifikánsan kisebb, mint a

hagyományos szellőzési rendszereknél. Ugyanakkor a légsugár irányának változása nem okoz jelentős eltéréseket egy adott csoporton belül. Az eljárás hatékonyságának igazolása után a gyakorlati alkalmazhatóság lépései is megtörténtek.

Az 5. fejezet a váltakozó irányú légsugár hőérzeti hatásnak életkor és nem szerinti vizsgálatával foglalkozik, nevezetesen a preferált nyári belső hőmérséklet és a huzatérzékenység hatásával. Kérdésem, hogy a "nyári" időszak milyen tartományt ölel fel, mennyire kell azt behatárolni a vizsgálatok szempontjából és az abból levont következtetések szempontjából?

A szubjektív hőérzet, a kellemetlen illatok, a környezet elfogadhatósága, a légsebesség és huzatérzékenység, a levegő széndioxid tartalma valamint a felületi hőmérséklet vizsgálatára elvégzett kísérletek és értékelési módszerek teljes mértékben elfogadhatók a levont megállapításokkal együtt. Mindössze arra kérek magyarázatot, hogy hogyan értékelhetők az eredmények olyan szemszögből, hogy a fejezet bevezetőjében felállított két alaphipotézis meglehetősen triviálisnak tűnik, nevezetesen az, hogy a nők jobban elfogadják a meleg környezetet, mint a férfiak, és ugyanakkor a huzattal jobban elégedetlenek.

A 83. oldal 5.4.7. alpontjában a jelölt a kapott eredmények megbízhatóságával kapcsolatos nagyon fontos kérdést, a mérési adatok bizonytalanságát elemzi. A bemutatott 5.8. táblázatban szakirodalmi forrásokra hivatkozva több típusú "bizonytalanságot" is megad. Kérem ezeknek a jellemzőknek, az összehasonlíthatóság miatti, szöveges definícióját és értelmezését is megadni.

A 83-84. oldalon az 5.5. alpontban a jelölt a mikroklíma optimális kialakításával szorosan összefüggő, annak energetikai szempontjait tárgyalja. A cím szerint is csak egyszerűsített számításokról van szó, mégis jól látható az új javasolt szellőztetési eljárás energetikai hatékonyságának kedvező volta.

A 6. fejezet a nagy üvegezési felületekkel kapcsolatosan jelentkező aszimmetrikus sugárzás hatásának kompenzálni lehetőségeivel foglalkozik. Logikusnak tűnik azon hipotézis felállítása, hogy az említett sugárzási hatás váltakozó irányú légáramokkal megoldható. A jelölt pontosan ismerteti vonatkozó vizsgálatokhoz tartozó mérési körülmények és eszközök leírását.

Ebben a fejezetben bemutatott mérések lefolytatása és kiértékelése az 5. fejezethez hasonló módon történt. A mérési időtartam hosszai az aszimmetrikus sugárzási vizsgálatoknál 1,5 órássá váltak szemben az 5. fejezetnél alkalmazott 2 órás időtartamokkal. Kérdés, hogy miért nem azonosak voltak a kísérletek időintervallumai?

Érdekes eredmények tapasztalhatók a részletes kéz és arc bőrhőmérsékleti mérések révén. Közülük talán egyre kérek részletesebb magyarázatot, nevezetesen a férfi alanyok bal oldali archőmérsékletének vonatkozásában.

Végezetül a teljes disszertáció eredményeit illetően kérem a jelöltnek a kidolgozott személyi szellőztetési eljárás és berendezés gyakorlati elterjedésének realizálásával kapcsolatos véleményét.

Az értekezés téziseire vonatkozó észrevételeim a következők:

A jelölt az új tudományos eredményeit 6 tézisben foglalja össze.

Az 1. tézis az épületek üvegezett belső tereiben nyári időszakokban kialakuló extrém környezeti viszonyokkal foglalkozik. Megállapítja, hogy kedvezőtlen hőérzet semlegesítése

csak nagy mennyiségű energia felhasználással lehetséges, de a térbeli egyenlőtlenségek még így sem szüntethetők meg. Ez gyakorlati szempontból rendkívül fontos és hasznos megállapítás. A tézist új tudományos eredménynek fogadom el.

A 2. tézis a különböző termikus háttérrel rendelkező személyek meleg környezethez való fiziológiai alkalmazkodásával kapcsolatos. Megállapítja, hogy az eltérő adaptációs folyamat és a térben kialakuló eltérő környezeti viszonyok miatt a hagyományos légvezetési módokkal nem biztosítható az eltérő igények kielégítése. A tézist új tudományos eredménynek fogadom el.

A 3. tézis a különböző gazdasági háttérű személyek preferált belső környezeti jellemzőire, komfortigényeire való hatását tárgyalja. Ez a vizsgálat gyakorlati szempontból rendkívül fontos és hasznos eredményeket adott, de a vizsgálatba bevont néhány ország jellemzői nem fedik le általánosíthatóan a jellemző gazdasági régiókat. Így a megfogalmazott tézist új tudományos eredménynek nem fogadom el.

A 4. tézis egy személyi szellőző eljárás és berendezés kialakításával kapcsolatos, amely segítségével szabályozható módon időben váltakozó irányú légáramokat lehet biztosítani egy adott személyre. Az eljárás kedvező hőérzeti hatását és az elérhető energiamegtakarítást számításokkal és mérésekkel egyaránt igazolta. A tézist új tudományos eredménynek fogadom el.

Az 5. tézis igazolja, hogy a periodikusan váltakozó irányú légáramok esetén a kor és a nem szignifikáns befolyással van az egyének szubjektív hőérzetére. A kapott eredmények felhasználhatók a légkondicionáló berendezések energiatakarékos tervezésénél és üzemeltetésénél is. A tézist új tudományos eredménynek fogadom el.

A 6. tézis igazolja, hogy nyári időszakban az aszimmetrikus sugárzás negatív hőérzeti hatását a periodikusan váltakozó irányú légáramok semlegesítik. Megállapításra került továbbá, hogy a légsebesség kiválasztásakor tekintettel kell lenni a huzathatás elkerülésére. A tézist új tudományos eredménynek fogadom el.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a jelölt tudományos kutatásra való alkalmasságát bizonyította. Javaslom az értekezés nyilvános vitára való bocsájtását.

Budapest, 2018. 10. 19.



Farkas István
a műszaki tudomány doktora