

Válasz
Dr. Bobok Elemér
„Irodaépületek hő- és levegőminőségi komfortjának elemzése” című
MTA doktori értekezéséről írt bírálatára

09. 02.

Köszönöm Professzor Úrnak, hogy elvállalta értekezésem bírálatát, köszönöm a beérkezett bírálatát. A bírálatra az alábbiakban válaszolok, idézem dőlt betűvel a bírálat vonatkozó részét, majd követi válaszom.

1.

„ Az értekezésben a legkorszerűbb nemzetközi módszerek hazai környezetre pontosabban illeszthető változatát dolgozza ki a szerző.”

„ Az összesen 148 oldal terjedelmű munka több szakterület határára esik, így a szakirodalmi áttekintés és az alapfogalmak ismertetése a szerző tömörségre való törekvése mellett is terjedelmesebb a szokásosnál.”

A hőkomfort és a belsőlevegő-minőség szakterület mindenképpen interdiszciplináris tudományterület. Kutatói között megtalálhatók orvosok, higiénikusok, pszichológusok, mérnökök, biológusok, közgazdászok. A mérnökök között egyaránt szerepelnek a nemzetközi tudományos életben gépészmérnökök, energetikus mérnökök, közlekedésmérnökök, építészmérnökök, építőmérnökök. Több nemzetközi konferencián találkoztam képviselőikkel. Az 1980-as évek elején kapcsolódtam be a hőkomfort kutatásba, földalatti terek hőtechnikai és hőérzeti vizsgálata során. Az irodalom feldolgozásban építettem az elmúlt negyven évben szerzett szakmai-tudományos tapasztalataimra. A belsőlevegő-minőség kutatásával tíz évvel később kezdtem foglalkozni. Ezen a területen hazánkban „úttörő” munkát végeztem. Jelentős részt vállaltam a magyar terminológia, fogalomrendszer kidolgozásában. Mindezek szerepet játszhattak abban, hogy az irodalmi áttekintés terjedelmesebb a szokásosnál.

2.

„A 7. fejezetben az új tudományos eredményeket öt tézisben foglalja össze a szerző.”

Bíráló valamennyi tézisemmel kapcsolatban rögzíti:

„A tézist elfogadom.”

3.

„Mindazonáltal az értekezés a szinte elkerülhetetlen elütéseken kívül néhány szerkesztési aránytalanságot és pontatlanságot tartalmaz.

Például: a PMV (várható hőérzeti érték) első említése a 10.oldalon található, azzal a megjegyzéssel, hogy a Fanger féle PMV modell szerint számítható. A 12. oldalon megismétli, hogy Fanger kidogozta a PMV számításának összefüggését. Majd a 20. oldalon újra szól a PMV egyenletről, de egyik esetben sem írja fel az egyenletet. A PPD (kedvezőtlen hőérzet

1


százalékos valószínűsége) meghatározásának Fanger által kidolgozott összefüggéséről is az egyenlet ismertetése nélkül ír. A 22. oldalon viszont bemutatja a brazil, koreai és német kutatók által módosított változatokat, a (2.6), (2.8) és (2.9) egyenleteket.”

Valóban nem írtam fel a disszertációmban a PMV és PPD egyenleteket. Az a meggondolás vezetett, hogy az épületgépészeti szakmai –tudományos életben ismert témakörrel van szó. Most a kérdéses egyenleteket bemutatom:

A PMV (Predicted Mean Vote) egyenlete:

$$PMV = \left[0,352 \cdot e^{-0,042 \cdot \left(\frac{M}{F_{Du}}\right)} + 0,032 \right] \cdot \left\{ \frac{M}{F_{Du}} \cdot (1 - \eta) - 0,35 \cdot \left[43 - 0,061 \cdot \frac{M}{F_{Du}} \cdot (1 - \eta) - p_{vg} \right] - 0,42 \left[\frac{M}{F_{Du}} \cdot (1 - \eta) - 50 \right] - 0,0023 \cdot \frac{M}{F_{Du}} \cdot (1 - p_{vg}) - 0,0014 \cdot \frac{M}{F_{Du}} \cdot (34 - t_l) - 3,4 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_{ks} + 273)^4] - f_{cl} \cdot \alpha_c \cdot (t_{cl} - t_l) \right\}$$

ahol:

M az emberi szervezet metabolizmusának energia forgalma, (W)

F_{Du} az emberi test ún. Du Bois felülete, (m²)

$$F_{Du} = 0,203G^{0,425}L^{0,725}, \text{ (m}^2\text{)}$$

összefüggésből határozható meg, ahol

G az egyén tömege, (kg)

L az egyén magassága, (m)

t_l a levegő száraz hőmérséklete, (°C)

p_{vg} a levegőben lévő vízgőz parciális nyomása, (Pa)

t_{cl} a ruházat külső felületi közepes hőmérséklete, (°C)

t_{ks} a környező felületek közepes sugárzási hőmérséklete, (°C)

α_c a konvekciós hőátadási tényező, (W/m²K)

$\eta = \frac{W}{M}$ a mechanikai munka hatásfoka, (%)

W külső mechanikai munka, (W)

f_{cl} a ruházattal borított és a mezíten testfelület aránya (1-nél nagyobb szám)

A PMV egyenletben szerepel a ruházat külső felületi külső hőmérséklete, mely iterációval számolható az alábbi egyenletből:

$$t_{cl} = 35,7 - 0,032 \frac{M}{F_{Du}} (1 - \eta) - 0,18 I_{cl} \frac{M}{F_{Du}} (1 - \eta) - 0,35 \left[43 - 0,061 \frac{M}{F_{Du}} (1 - \eta) - 50 \right] -$$

$$- 0,0023 \frac{M}{F_{Du}} (44 - p_{vg}) - 0,014 \frac{M}{F_{Du}} (34 - t_l), \quad (^\circ\text{C})$$

A hőérzettel várhatóan elégedetlenek százalékos aránya (PPD) a PMV ismeretében az alábbi egyenlettel határozható meg:

$$\text{PPD} = 100 - 95 \exp(-0,03353 \text{PMV}^4 - 0,2179 \text{PMV}^2), \quad (\%)$$

4.

A 19. oldalon „A hőkomfort elemzése” alfejezetben a 2.3 egyenletet követően a hő és munkaként ismertett tagok mértékegysége W. Vagy egységnyi idő alatt végzett munkáról és hőről, vagy mechanikai teljesítményről, ill. hőteljesítményről kellene beszélni. A 2.1 egyenletben a H „belső hőszükséglet”, a 2,5-ben, viszont mint „az emberi test belső hőtermelése” szerepel.

Az épületgépészet, a komfortelmélet területén a hazai és külföldi szakmai-tudományos életben, valamint az egyetemi oktatásban is szereplő terminológiát használtam. Valóban igaz, hogy egységnyi idő alatt végzett munkáról és hőről van szó. A teljesítmény dimenzió használatát az indokolja, hogy az ember esetében folyamatos biológiai folyamatról van szó, emiatt alkalmazzák a teljesítmény dimenziót a hőleadás és a munkavégzés esetében.

Idézem a nemzetközi alapirodalomnak tekinthető 2001 ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS SI Edition, ISBN 1-883413-88-5 kiadás 8.2 oldaláról:

M = rate of metabolic heat production, W/m²

W = rate of mechanical work accomplished, W/m²

Az ember folyamatos hő, nedvesség és CO₂ kibocsátó forrásként modellezhető. Az időtartam megválasztása nem indokolt. A metabolizmus során az elfogyasztott táplálékból keletkezik a hő, valamint a végzett fizikai munka. Ebből adódóan használatos a „belső hőszükséglet”, valamint „az emberi test belső hőtermelése (H betűvel jelölve) elnevezés. Az emberi test hőforgalma forrás oldalról nézve nevezhető belső hőszükségletnek, illetve a hőleadás oldaláról nézve hőtermelésnek.

5.

„A 26. oldalon az irodai munka metabolikus értékei (2.2 táblázat) ismertetését megelőzően definiálni kellett volna az I_{met}=58W/m² mértékegységet, s a ruházat hőszigetelési képességének mértékegységét, az I_{clo}=0,155m²C/W értéket is csak per tangensem említve találjuk a 25. oldalon.”

A disszertáció 7. – 8. oldalain „Jelölésjegyzék” –et készítettem. Itt a szokásoknak megfelelően a fizikai jellemző betűjele, elnevezése és mértékegysége szerepel. Mivel a „clo” és a „met” mértékegységek elsősorban az épületgépészet, komfortelmélet területén használatosak, esetükben megadtam az értéket SI dimenzióban az alábbiak szerint:

met “metabolic rate of human body”, emberi test hőtermelése [1 met = 58.2 W/m²]

clo “clothing”, ruházat termikus ellenállása [1 clo = 0.155 m²K/W]

Végezetül ismételtelen köszönöm Professzor Úr bírálatát. Köszönöm, hogy javasolja az értekezés nyilvános vitára bocsátását és tisztelettel ajánlom figyelmébe válaszaimat, kérve az elfogadásukat.

Budapest, 2020. szeptember 2.



Dr. Kajtár László