

Bírálat

Kajtár László

IRODAÉPÜLETEK HŐ- ÉS LEVEGŐMINŐSÉGI KOMFORTJÁNAK ELEMZÉSE

című értekezésről

Témaválasztás, alaki kérdések

Az értekezés terjedelme 87 oldal, amit 6 melléklet egészít ki. Ábraanyaga gazdag, ábrái általában áttekinthetőek. A dolgozat struktúrája a bevált és elvárt sémát követi, nyelvezete, szerkesztése általában megfelelő, a félreérthető vagy értelemzavaró megfogalmazásokat tartalmilag emlitem.

A dolgozat témaválasztása kettős, a két téma közötti kapcsolatot kétségtelenül a beltéri komfort jelenti a maga összetett mivoltában. Mindazonáltal az emberi szervezet termikus egyensúlya és a szagérzékelés között közvetlen összefüggéséről még kevés adat ismeretes, kivéve a szellőzés kérdését, amely egyaránt hatással van a hőérzetre is és a belső levegő minőségére is. Módszertani szempontból annyi a közös a két tématerület között, hogy mindkét esetben alkalmaznak élőalanyos vizsgálatokat és az alanyok szubjektív ítéletein alapuló skálák szerinti értékelést, minősítést. A két tématerület közül a hőérzet az, amelyik alaposabban feldolgozott és tetemes szakirodalma van, ehhez viszonyítva a szagérzékeléssel összefüggő eddigi hozzáférhető eredmények szerényebbek. Ez a különbség megmutatkozik abban is, hogy a szakirodalmi áttekintésre Jelölt milyen terjedelmű és mélységű elemzést szánt.

Jelöltnek nem állt szándékában a két témakört összekapcsolása, ami végül is érthető, ha figyelembe vesszük, hogy az értekezés tárgyát képező hőérzeti mérések negyed százada, a szagminták értékelése tíz évvel később történtek.

Mindkét téma érdekes és időszerű. Sokan dolgoznak irodaházakban vagy ahhoz hasonló körülmények között szolgáltatási szférában, de akár termelő üzemekben is. Az érintettek jó közérzete – termikus és levegőminőségi szempontból – nemcsak a környezettel való elégedettségük szempontjából, hanem a munka hatékonysága, a hibaszázalék csökkentése szempontjából is fontos. Nem közömbös, hogy ez milyen energiafogyasztással valósítható meg, de az energiaigény kérdését Jelölt nem vizsgálja: nem szerepelteti az értekezés témakörében.

Nyilván a munkaerő piac aktuális helyzetétől függ, hogy a fizikai értelemben vett jó munkahelyi környezet vonzereje mekkora hatással bír munkavállalókra, munkáltatókra. Akár bérirodaházakról, akár céges irodaházakról van szó, a fizikai környezetnek és azt befogadó épületeknek jelentős presztízsértéke is van. A különböző, nemzetközileg elfogadott minősítő rendszerek (LEED, BREEAM) tanúsítványainak, arany- és platina fokozatainak elnyerése nemcsak a tervezők, kivitelezők munkájának elismerése, hanem a cég vagy a bérbeadó



presztízsének tárgyiasult illusztrációja is – és a minősítés egyik fontos szempontja a munkahelyi környezet. Erre még a szabványok is „rátesznek egy lapáttal”, amikor A, B és C osztályú irodaházakra adnak meg a belső környezetre vonatkozó követelményeket (az A osztály esetében vitatható és értelmetlen szinten).

Tartalmi értékelés

Az értekezés bevezető fejezetének néhány megállapítását vitatom. Jelölt szerint „... *a komfort biztosítása irodákban fontosabb, mint más terekben, ...*” de például egy iskolában is hasonló a tartózkodási idő és ott is szellemi munka folyik, aminek a hatékonysága nem kevésbé fontos. Némileg ellentmondásos kijelentés, hogy „...*az energiamegtakarítás...kihatása ...az emberre, komfortérzetére...változó, gyakran kedvezőtlen*”, ugyanakkor a későbbiekben az új energetikai szabályozás kedvező hőérzeti hatását taglalja. Megjegyzendő, hogy itt csak általános megállapításokról van szó, nem az értekezés tárgyát képező kutatási eredményekről. A bevezető fejezet lényegében egy helyzetismertetés, de nem mutat be egy kutatási programot.

A második fejezet a szakirodalom elemzését tartalmazza. Ennek elején olvashatunk a kutatás céljáról, ami elvileg annak tisztázása, hogy az „...*etnikum, nem, kor eltéréseiből adódó sajátosságok*” miatt kell-e differenciálni a méretezési alapadatokat és az értékelést, Ami a ténylegesen elvégzett kutatást illeti, az etnikum vélelmezhetően magyar, a nem és a kor szerinti differenciált vizsgálatokra pedig *nem* került sor.

A 21. oldalon olvasható elemzéssel kapcsolatban kételyeim támadtak. Ha a hősemlegesség (vagy más szavakkal a kellemes hőérzet) $PMV=0$ mellett alakul ki, akkor hogyan értendő az, hogy egyes kutatók szerint a kellemes hőérzet más PMV értékeknél jön létre? Ezek szerint a PMV értékek helytől, időponttól, célcsoporttól függően változnak, vagyis a PMV skála nem általános érvényű? A 2.1.4. pontban számos kutató eredményeit ismerteti, amelyek alapján számos PMV - PPD függvény lenne rajzolható a legkülönbözőbb hősemlegességi pontokkal. Felvethető, hogy ezekben az esetekben talán inkább AMV értékekről van szó. Ezek természetesen más forrásokból származó adatok, amelyekért e források szerzőinek kell helytállniuk, a kérdés az, hogy Jelölt célja is egy ilyen földrajzi hely és célcsoport specifikus PMV - PPD függvény kidolgozása volt-e? A 36. oldalon ugyanis PMV és AMV összefüggések vizsgálatát jelöli meg kutatási célnak.

Rögzíti, hogy a helyszíni vizsgálatok céljára a téli időszakot választotta, majd azt írja, hogy „Nyári esetben is végeztünk komfortelemzést” – utóbbi azonban nem tárgya az értekezésnek, csak hivatkozást találunk egy PhD hallgató munkájára. Ez egy vitatható döntés, hiszen a termikus komfortot (különösen irodai környezetben jelentősen) befolyásoló tényezők egy részét kizárja, csak egy lényegesen egyszerűsített környezetet vizsgál.

Ugyanitt Jelölt az épülettípus hatásával kapcsolatban azt írja, hogy „*A hőkomfortot befolyásolja az alkalmazott fűtési mód, a konvektív és sugárzásos hőleadás mértéke*” – ez kétségtelen, de a konvektív vagy sugárzásos hőközlés mértéke eleve benne van Fanger egyenleteiben, tehát azt nem szükséges az épülettípus szempontjából felülbírálni. A szagintenzitásról szóló irodalmi elemzés elsősorban alapfogalmakat taglal és módszertani

leírásokat tartalmaz. Ismerteti a tanszékén kialakított laboratóriumot, amely menedzseri tevékenységének egyik fontos eredménye. Ebben a témakörben is említi a „Fanger skálát”, ami ebben az esetben egy -1 - +1 tartományt fed le. Az ugyanitt ismertetett hedonic skála nem tisztázott: a 2.14. ábra egy ötpontos piktogramos skálát mutat, a szövegben 9 pontos skála is említésre kerül.

A 2.3. pont tartalmazza a szakirodalmi elemzés összefoglalását, vagyis inkább annak tanulságai alapján a kutatási program indoklását. Itt Jelölt azt írja, hogy „*A hő- és belsőlevegő-minőség komfort méretezésénél és értékelésénél jelenleg használatos módszerek döntően Fanger kutatási eredményeit alkalmazzák. A módszer nem veszi figyelembe az etnikum, nem, kor eltéréseiből adódó sajátosságokat.*” E negatívnak is tekinthető megállapítás után némileg ellentmondásos, hogy az értekezés vonatkozó részei Fanger egyenletein alapulnak és Jelölt szerint azok alkalmasságát támasztják alá.

A 3. fejezet tartalmazza a kutatási célok ismertetését, amelyek tömören

- az AMV és a PMV modell alkalmazhatósága hazai irodai környezetben;
- a hőtechnikai szabályozás hatása a termikus komfortra;
- a PMV és az AMV értelmezése a diszkomfort tényezők kizárásával (ez egy vitatható megközelítés, hiszen a komfortot befolyásoló tényezők egy részét kizárjuk, csak egy, a „zavaró”, de nagyon is valós tényezőket kizáró lecsupaszított környezetet vizsgálunk);
- mintadarabok szagmissziójának értékelése különböző skálákon.

A 4. fejezet a kutatás során alkalmazott módszereket és berendezéseket ismerteti. A leírás szerint a felmérés öt óra leforgása alatt történt meg. Mivel 21 pontban történt adatfelvétel kérdés, hogy az egy-egy pontban rendelkezésre álló idő (14,5 perc) és a műszerek áthelyezéséhez, beállításához szükséges idő hogyan viszonyulnak egymáshoz?

A leírás szerint az alanyok a hőkomfort kérdőívben, *öt*fokozatú skálán jelölték meg ítéletüket. Nem világos, hogy ennek a skálának mi köze van Fanger és az ASHRAE *hét*fokozatú skálájához, amelyen a műszeres mérések eredményeit kifejezik. Bíráló tájékozatlanságának tudható be, hogy az *öt*fokozatú skálával eddig nem találkozott, nem ismer olyan mértékadó publikációkat, vagy AHRAE Transaction-t, amely ennek a létezését, a nemzetközi gyakorlatban való alkalmazását bizonyítaná

Abból, hogy (met értéktől függően) a $PMV = -0,67$, illetve $-0,17$ értéknél adódik a „hősemlegességi pont” az következik, hogy ott van a PMV görbe lokális minimuma és ehhez viszonyítva a PMV-PPD függvény szimmetrikus, vagy a PMV görbe marad a helyén, de tudomásul vesszük, hogy a vizsgált esetben az optimális hőérzet nem a függvény minimum helyénél van? Ebben az esetben a PPD értékek nem szimmetrikusan alakulnak? Mindezzel együtt hogyan értendő a Fanger egyenletek alkalmasságára vonatkozó megállapítás?

A kérdőív a környezet hűvös, kellemes megítélését öt fokozat egyikének bejelölését tette lehetővé. „*A kérdőív a levegő nedvességére (száraz, megfelelő, párás), valamint a frisslevegő ellátásra vonatkozóan (léghiányérzet, megfelel, kellemes) is kért adatokat. A kérdőív kitöltése során egyéb észrevételeket (zajos, huzatérzet, bezártság-érzet) is jelezhettek az irodai*

dolgozók.” A levegőhőmérséklet és páratartalom műszeres mérését az összes irodahelyiségben elvégezték az iroda közepén, a tartózkodási zónában. Mindazonáltal a hőérzet megítélésén túl a kérdőíveken adott válaszoknak nincs nyoma az értekezésben.

A dolgozatban az áll, hogy „...a 0,01-es szignifikancia szinten mindegyik próba elfogadja azt, hogy a PMV mérési helyeken mért hőmérséklet és páratartalom azonos eloszlást követett a nem PMV mérési helyeken mért hőmérséklet és páratartalom értékekkel (3. emeleten). Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a $p = 0,08$ érték alig haladja meg a szignifikancia választott szintjét (0,05).” A kérdésem az, hogy melyik szignifikancia szintet kell figyelembe venni?

Bár korábban a kor és a nemek közötti lehetséges eltérésekről történt említés, az értékelésben kor és nemek szerinti differenciálásra nem került sor. A clo értékeket véleményem szerint még csak-csak meg lehet ránézésre becsülni, de nem világos, hogy miként történt a met, azaz a munka intenzitása szerinti megkülönböztetés, milyen feltételek szerint különítette el Jelölt ezt a csoportot?

AZ 5.1. ábra 0.8 clo-1.0 met-re is ad hisztogramot - a későbbiekben erre az alcsoportra vonatkozó adatok a szórás kivételével nem szerepelnek. **Az Hiba! Nincs ilyen stílusú szöveg a dokumentumban..1** táblázatban a „Komfort kérdőív válaszok” semmilyen alcsoportok szerint sincsenek differenciálva. Az eredmények taglalásánál 1 met-1 clo és 1,2 met-1 clo alcsoportok szerepelnek. A 2. tézisben kettő, 3. tézisben három alcsoport szerepel – ez áttekinthetlenné teszi, hogy történt-e differenciálás és ha igen, milyen alapon.

A belső levegő minőségére ráfordulva az értekezés 6. fejezete egy rövid irodalomjegyzékkel kezdődik. A 6.2.1. fejezetben a tréningelt mérőcsoporttal kapcsolatos tapasztalatait írja le. E csoport megszervezését és tréningelését Jelölt irányította, a közölt adatok szerint a csoport alkalmassá vált a mérések lebonyolítására.

Megállapítja, hogy a Fanger skálán -1 - +1 tartományban adott F osztályzat segítségével a hedonic skála kategóriái 50-80% pontossággal megbecsülhetők.

A 6.8. – 6.15. ábrákon bimodális, teljesen aszimmetrikus és többcsúcsú hisztogramokon normáeloszlás szerinti közelítést alkalmaz. Kérdés, hogy ez a közelítés nem túl erőltetett-e?

A 6,2. fejezetben nyolc anyagminta értékelésének eredményeit mutatja be. Az értékelést hedonic és Fanger skálán egyaránt elvégezték. Ezt a két skála szerinti értékelés közötti kapcsolat részletes elemzése követi. Érdekes mellékszálként merül fel a hedonic skálán szereplő megnevezések kérdése nyelvi szempontból: belátható, hogy az értékelést érdemben befolyásolja az, hogy a minősítést milyen szavakkal fogalmazzuk meg.

Részletes korreláció analízissel megállapítást nyert, hogy a kétféle skála szerinti értékelés között kapcsolat van. Kérdéses, hogy ennek a vizsgálatnak mi lehetett az indítéka, hiszen ha ugyanazok a személyek ugyanazokat a mintákat értékelik kétféle skálán, akkor a kettő közötti korreláció evidens.

Igazolást nyert, hogy a hedonic skála egy meghatározott osztályához tartozó Fanger minősítések a „kellemes” kategóriát kivéve jó közelítéssel normál eloszlást követnek. Kérdéses, hogy ez mennyire erős állítás „szélsőségesen kellemetlen” kategória esetében, amihez csak $n = 4$ elemszám tartozott.

Tézisek

Mivel eddigi ismereteim szerint az ASHRAE hétfokozatú skálát alkalmaz az 1. és 2. tézist érdemben akkor tudom megítélni, ha az ötfokozatú skála nemzetközi elfogadottságát Jelölt meggyőző adatokkal: publikációkkal, ASHRAE közleménnyel bemutatja. A két alcsoport kialakításának módjára is magyarázatot kell adni. A 2. tézis felesleges megállapításokkal kezdődik a tréningelt és nem tréningelt csoportokkal kapcsolatban.

A 3. tézist elfogadom, ha a számszerű adatok mérésen alapulnak (mert a kérdőíves felmérés 2. tételben bemutatott eredményeivel ellentmondásban vannak) és a három alcsoport kialakításának módja tisztázásra kerül.

A 4. tézis csak laza szálakkal kötődik a célkitűzésekben megfogalmazott témához, nincs köze a méréshez. Egyszerű közelítő számítások alapján közöl korlátozott érvényű, nyilvánvaló megállapításokat, amelyeket nem tekintek tudományos eredménynek.

Az 5. tézist elfogadom.

A nyilvános vita kitűzését javaslom.

Budapest, 2020-06-08



Zöld András