

Épületek mikroklímájával kapcsolatos kutatások nemzetközi helyzetképe, trendje

Dr. BÁNHIDI-LÁSZLÓ (ÉTI)

1. A kutatások legfontosabb trendjei és a megoldásra váró kulcsfontosságú problémák

Épületek belső mikroklímájával kapcsolatos kutatások alapvető célja, hogy tisztázza az épületek zárt tereiben tartózkodó emberre ható különböző fizikai tényezők hatásmechanismusát, állapítsa meg azok törvényszerűségeit, a gazdasági adottságok figyelembevételével tervezési, méretezési normáértékeket, szabványokat dolgozzon ki. Mindezekből többek között látható, hogy

- egyrészt elméleti jellegű alap kutatások szükségesegek,
- másrészt gyakorlati jellegű alkalmazott kutatási feladatok megoldásáról van szó,
- ugyanakkor a téma erősen interdiszciplináris jellegű, hiszen megkívánja műszakiak, fiziológusok, pszichológusok, szociológusok, stb. szoros együttműködését, team-munkáját.

A téma terület a 60-as évek vége felé került előtérbe és az utóbbi években az építőipari kutatásokon belül a fejlett ipari országokban az egyik legfontosabb témává fejlődött, melynek számos kérdését már megoldották, de nagyon sok új, még tisztázatlan probléma is található.

A megoldatlan kérdések, az azokkal kapcsolatos vélemények, hozzáállások, a folyó kutatások sajátos, egymástól gyakran erősen eltérő képet mutatnak, elsősorban az egyes országok gazdasági, ipari fejlettsége függvényében. Ezért a kutatások trendjében — bár a megoldásra váró kulcsfontosságú problémák országonként erősen eltérőek, — tulajdonképpen két fő irányzat figyelhető meg.

Az első irányzat a kérdések nagy részét megoldottnak tekinti és csak bizonyos finomításokat tart szükségesnek, a másik irányzat egyre inkább előtérbe helyezi az emberi és gazdasági tényezők komplex vizsgálatát és a további, néha alapozó jellegű kutatásokat.

1-1 A „hagyományos” irányzat

A „hagyományos” kifejezés tulajdonképpen nem helytálló, mert önmagában a sok országban, így hazánkban is érvényben lévő méretezési előírásokhoz viszonyítva teljesen újat jelent. Rövid ismertetéséhez a következők szükségesek.

Az ember és környezete közötti kölcsönhatásokkal fiziológusok, pszichológusok már a századforduló óta foglalkoznak és számos törvényszerűséget állapítottak meg. Ezek közül e tématerülettel szorosabb kapcsolatban lévők közül meg kell említenünk Du Bois [1], Hardy [2], Gagge és Winslov [3], Bedford [4], Winslov és Harrington [5] munkásságát.

A szorosan vett épületeken belüli „műszaki” mikroklíma méretezés alapjait Fanger „Thermal Comfort” című művében [6]-fektette le, amely

ugyan a zárt téren belül ható tényezőknek csak egy csoportjával, az ún. hőérzeti tényezőkkel foglalkozik, de mint bebizonyosodott, ezek a benttartózkodók szubjektív közérzete szempontjából a legfontosabbak. Ezen méretezési módszert napjainkban a fejlett ipari országokban általánosan, szabvány előírási szinten [7, 8] alkalmazzzák. Lényege, hogy a zárt térben tartózkodó, tevékenykedő ember szempontjából 6 paraméter hatását veszi figyelembe, úgymint

- a levegő hőmérsékletét és annak térbeli eloszlását,
- a határoló szerkezetek közepes sugárzási hőmérsékletét,
- a levegő sebességét,
- a levegő relatív nedvességtartalmát,
- a ruházat szigetelőképességét,
- a végzett tevékenység függvényében az emberi testben fejlődő ún. metabolikus hőt.

Ezen paramétereknek az ember várható szubjektív hőérzetére vonatkozó hatását foglaljuk diagramokba, matematikai összefüggésekbe. A méretezési módszer alapvető célja a zárt térben tartózkodók részére az optimális hőérzetet eredményező mikroklíma paraméterek biztosítása.

Ezen elv továbbfejlesztése során az alapokat változatlanul tartva, az elmúlt években inkább „finomításokat” végeztek, amelyek azonban a tématerület szempontjából ugyancsak fontosak. E továbbfejlesztésből csak két, véleményünk szerint a legfontosabbat emeljük ki.

Mint az előzőekben említettük, a méretezési módszer legfontosabb hasonlítás alapja a szubjektív emberi érzet. Ennek megfelelően a továbbfejlesztés során a zárt téri mikroklíma tényezők közül azok kerültek előtérbe, amelyek a hőérzeti paraméterekhez hasonlóan ugyanebbe a kategóriába tartoznak, pl. a szag-hatások [9].

A másik fontos fejlődés e területen az, hogy bebizonyosodott; egy egyébként megfelelően méretezett téren belül is akadnak olyan helyek, ahol az egyes mikroklíma tényezők az emberre, esetleg csak azok egyes testrészeire kedvezőtlenül hatnak, és így a szubjektív hőérzetet is kedvezőtlenül befolyásolják. Ezeket általában helyi diszkomfort tényezőknek nevezik és elsősorban kettővel foglalkoznak, az aszimmetrikus sugárzással és a huzathatással [10, 11, 12, 13]. E két utóbbi azért is fontos, mert mint látni fogjuk, a mikroklíma kutatások egy egyre inkább előtérbe kerülő területét képezik az új irányzat esetében is, különösen a hazai és szocialista országok vonatkozásában, ha a téma megközelítése eltérő jellegű is.

Még egy fontos új kutatási területet kell megemlítenünk az e csoportba sorolható kutatások során és ez a termikus műemberrel folytatott, de elsősorban a ruházat szigetelőképességének (mint korábbiakban láttuk ez a hat hőérzeti befolyásoló

tényező egyike) meghatározására vonatkozó vizsgálatok. A termikus műemberek az emberi test száraz hőleadásának 1:1 léptékű modellezésére alkalmasak [14, 15] és mint ilyenek egyre inkább terjednek. A termikus műemberek szerepére a későbbiekben még visszatérünk.

1. 2 Az „új” irányzat

Mint az előzőekből láthattuk, a zárt terek mikroklíma méretezési módszerének alapjait elsősorban az iparilag fejlett országokban tisztázták, az eredményeket alkalmazzák, és ezek alapvető célja az ember szubjektív hőérzetének optimális értéken tartása az így méretezett terekben.

Az utóbbi években azonban két, tulajdonképpen szorosan összefüggő, olyan irányzat került előtérbe, amelyek az iparilag fejlett országokban is egyre inkább érdeklődésre tarthatnak számot. E két irányzat

— a gazdasági, főleg energiagazdasági tényezők előtérbe kerülése,

— a másik az ún. ergonomiai szemlélet térhódítása.

A kettő közül az előbbi az, amellyel egyre intenzívebben foglalkoznak, a másik viszont véleményünk szerint a jövő egy nagyon fontos és eredményekkel kecsegtető irányzatának tekinthető.

Az első irányzatot a humáncentrikus energia takarékosági törekvéseknek is szokták nevezni és lényege a következőkben foglalható össze.

Zárt terek megfelelő mikroklímájának kialakítása komplex műszaki feladat, amelyet elsősorban az építészeknek és az épületgépészeknek közösen kell megoldaniuk. Ennek folyamán azonban mindenkor figyelembe kell venniük a gazdasági adottságokat, napjainkban emellett elsősorban az energiagazdálkodási törekvéseket is, amelyek viszont visszahatnak az emberi hő- és közérzetet kialakító mikroklíma paraméterek megengedhető értékeire. E visszahatás legtöbbször kedvezőtlen, miután a két célkitűzés optimuma — az emberi komforté és a gazdasági törekvéseké — egymástól távol esik, helyesebben a két tényező csoport egyes paraméterei kifejezetten ellentétes irányba mutatnak, illetve hatnak. Napjainkban tehát a zárt terek mikroklímájának méretezése gyakorlatilag több szempontot figyelembevevő optimumkeresési feladatot jelent.

Ezen alapelv megvalósításának lehetőségeit vizsgálva, mint várható volt, kiderült, hogy ilyen feltételekkel a hőérzetileg optimális mikroklíma nem biztosítható. A kompromisszumos megoldásra vonatkozóan több kezdeményezés van, ezek közül megemlítjük

— a Fanger által kidolgozott PMV—PPD mérőszámokat [16], de azoknak Fangernél nagyobb megengedett százalékos elégedetlenségi lehetőségeikkel (a már hivatkozott szabvány előírások csak 10—20%-os PPD, azaz elégedetlenségi faktort engedélyeznek),

— a hőérzetileg még elfogadható határértékek elvét, amely hazánkban éppen a hazai körülményeket, adottságokat figyelembe véve került kidolgozásra [17].

Ez utóbbi alapelv a következőkben foglalható össze.

Zárt terek hőérzeti méretezésekor az emberi test hőegyensúlyát kell alapul venni, azonban:

- a) A kellemesen hűvös, kellemes és kellemesen meleg hőérzet a benttartózkodók 80%-ánál kell megvalósuljon, tehát az elégedetlenségi faktor elérheti a 20%-ot.
- b) Különleges funkciójú helyiségek esetében, illetve a gazdasági adottságokat figyelembevéve a 80%-os elégedettségi faktor kiterjeszhető a meleg hőérzeti tartományra is.
- c) További feltétel, hogy a szellemi és fizikai munkavégzőképesség — különösen a b) pont esetében — az adott mikroklíma paraméterek mellett számottevően ne csökkenjen.
- d) Az adott tér funkciójának függvényében, a kor, nem, szokás és egyéb tényezők esetleges módosító hatását esetenként figyelembe kell venni.

A c) és d) pont két további új elemet is tartalmaz, amelyekre még visszatérünk; az emberi munka hatékonyságának kérdését és a hőérzetet befolyásoló szubjektív tényezők témakörét.

A zárt terek mikroklímájának ezen optimumra méretezése még számos megoldatlan kérdést rejt magában, melyek kutatása folyik, de így is egy fontos kutatási tródnak tekinthető.

Szorosan ehhez a témakörhöz kapcsolódik a helyi diszkomfort hatások — különösen az aszimmetrikus sugárzás — kérdése, amely összehasonlítva a fejlett ipari országok helyzetét, a szocialista országokban az utóbbi időben túlzottan tűnő módon került előtérbe. Ennek oka azonban abban keresendő, hogy alapvetően minőségi eltérés van az egyes országok határolószervezeteinek szigetelőképesége tekintetében. Addig míg pl. a skandináv országokban (beleértve a viszonylag szegénynek tekinthető Finnországot is) a falak „k” értéke 0,25—0,3 között változik, a hazai előírások még jelenleg is csak 0,7-es értéket tartalmaznak, de 15—20 évvel ezelőtt épült épületeink esetében 1,2—1,4 W/m²K. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a gyengébb minőségű szigeteléssel rendelkező falak belső felületi hőmérséklete lényegesen alacsonyabb. Ezért az e falak közelében tartózkodók sugárzásos hőleadása, illetve hővesztése ezen felületek felé megnő, amely nagyon kedvezőtlen helyi diszkomfort érzetet okoz egyes testfelületeken [18].

Ezen kedvezőtlen hatások kiküszöbölésének elvileg legegyszerűbb megoldása a jobb szigetelő képességű falak alkalmazása, illetve meglévő falak esetében azok utólagos hőszigetelése. Ennek megvalósítása azonban — különösen meglévő épületek esetében — nagyon költség- és munkáigényes. Ezért egy új kutatási trend kezd kialakulni — amelyben hazánk vezető szerepet játszik — melynek értelmében a falak kedvezőtlen aszimmetrikus sugárzó hatását olyan fűtési megoldásokkal küszöböljük ki, amelyek megakadályozzák az emberi test fokozottabb sugárzásos hőleadását vagy e hatást megfelelő sugárzásos hőnyeréssel kompenzálják.

kikapcsolódási lehetőségek miatti, ugyancsak emberi teljesítménycsökkenések következtében kamasosan elveszitheti.

Mindhárom szemléletnek, álláspontnak, módszernek meg kell változnia ahhoz, hogy az előzőekben részletezett kutatási trendek eredményeit hazánkban be lehessen vezetni és hasznosulásuk társadalmi-gazdasági hatása a népgazdasági elképzeléseknek megfelelően valósuljon meg. Feltétlenül fokozottabban támogatni kell az ilyen jellegű mikroklima kutatásokat, mert

— a külföldi eredményeket, ezek anyagi-gazdasági konzekvenciái miatt (lásd, csak az emberi komforttényezők vehetők figyelembe) nem lehet és nem szabad átvenni,

— a népgazdasági energiamegtakarítási célkitűzéseket optimálisan csak ezen az úton tudjuk megvalósítani, mert ezen, az emberrel szorosan összefüggő területen vannak még olyan feltáratlan tartalékok és lehetőségek, amelyek a cél elérését nagymértékben megkönnyébbítik, illetve lehetővé teszik.

Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a korábbiakban bemutatott új kutatási trendek kialakításában, gyakorlati megvalósításában hazánk a nemzetközi élvonalhoz tartozik és az alapvető szellemi, valamint eszközlehetőségek biztosítottak. Véleményünk szerint ezt a lehetőséget kihasználva, bármely más megoldásnál kisebb anyagi ráfordítással lehetne a népgazdaság számos téren jelentkező energiamegtakarítási problémáját nagymértékben elősegíteni, illetve megoldani.

(A cikk anyaga az MTA Építészettudományi Bizottság által készített helyzetlemező tanulmányának a mikroklima kutatásokra vonatkozó részét képezi.)

IRODALOM

- [1] *Du Bois, E. F.*: The mechanism of heat loss and temperature regulation. Stanford University Press, 1937.
- [2] *Hardy, J. D.—Du Bois, E. F.*: Basal metabolism radiation, convection and evaporation at temperatures of 22 to 35 °C. *J. of Nutrition*, 1938. 15
- [3] *Gagge, A. P.—Winslow, G. A.—Harrington, L. T.*: The influence of clothing on physiological reactions of the human body to varying environmental temperatures. *Amer. J. of Physiology*, 1938. 124. 30—50. p.
- [4] *Bedford, Th.*: Basic principles of ventilation and heating. London, H. K. Lewis, 1948.
- [5] *Winslow, G. E.—Harrington, L. P.*: Temperature and human life, Princeton Univ. Press, 1949.
- [6] *Fanger, P. O.*: Thermal comfort. Mc Grow Hill, 1970.
- [7] *ASHRAE Standard 55—81*: Thermal environmental conditions for human occupancy. New York, 1981.
- [8] *ISO 7730*: Moderate thermal environments. International Standards Organization, Geneva, 1984.
- [9] *Rasmussen, C.—Clausen, G. H.—Berg-Munch, B.—Fanger, P. O.*: The influence of human activity on ventilation requirements for the control of body odor. *CLIMA 2000*. Vol. 4. 357—363. Copenhagen, 1985.
- [10] *Olesen, S.—Fanger, P. O.—Jensen, P. B.—Nielsen, O. I.*: Comfort limits for man exposed to asymmetric thermal radiation, Proc. of the CIB Commission W45. Symp. London. 1972.
- [11] *Fanger, P. O.—Ipsen, D. M.—Langkilde, G.—Olesen, B. W.—Christensen, N. K.—Tanabe, S.*: Comfort limits for asymmetric thermal radiation Building Science, 1985.
- [12] *Fishman, D. S.—Pimbert, S. L.—Nevrala, D. J.*: Field studies of subjective responses to the thermal environment in occupied dwellings. *CLIMA 2000*. Copenhagen, 1985. Vol. 4. 13—21 p.
- [13] *Hara, M.—Sugawara, S.—Yamazaki, K.*: Relation between comfort and temperature air flow distribution in an air heated room and comfort control. *CLIMA 2000*. Copenhagen, 1985. Vol. 4. 159—165 p.
- [14] *Madsen, T. L.*: Limits for draught and asymmetric radiation to human thermal well being. IIF Commission B1, B2, E1. Belgrade. (1977).
- [15] *Wyon, D. P.*: Thermal environment: physiological basis, permissible range of air temperature, surface temperature, air velocity; combined effects. Energy conservation in building and Community System. International Energy Agency Handbook, Annex 3B, Ch. 2. 1980.
- [16] *Fanger, P. O.*: Calculation of thermal comfort: introduction of a basic comfort equation. *ASHRAE Trans.* 1967. Vol. 73.
- [17] *Bánhidi, L.*: Zárt terek hőérzeti méretezése a hőérzetileg elfogadható határértékek elve alapján. Akadémiai doktori értekezés. Bp. 1982.
- [18] *Bánhidi, L.—Somogyi, A.—Kintses, G.—Besnyő, J.*: About local discomfort effects caused by asymmetric radiation occurring during winter in dwelling houses. *CLIMA 2000*. Copenhagen, 1985. Vol. 4.
- [19] *Müller, I.*: The effect of wall reflection on human thermal comfort. CIB W17—77 Seminar. Budapest 1985.
- [20] *Bánhidi, L.—Fábó, L.—Somogyi, A.—Besnyő, J.*: Lakóhelyek minősítésének új lehetősége a műem-ber. „Ergonómia a műszaki fejlődés szolgálatában” című V. Ergonómiai Konferencia, I. kötet 83—89. Budapest, 1986.
- [21] *Bánhidi, L. et al.—Debreceni, G. et al.—Antalovics, M. et al.*: The effect of artificial on the performance of workers in screen-type work places. Work with Display Units Proceeding part II. 1986. Stockholm 693—696.
- [22] *MSz 04—140*: Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai 1980., ill. 1985.

Hirdessen az Épületgépészetben!