

# A huzat okozta helyi diszkomfort érzetről

DR. BÁNHÍDI LÁSZLÓ, BESNYÓ JÁNOS,  
SOMOGYI ANNA, KINTSES GABRIELLA  
(Építéstudományi Intézet)



## I. Bevezetés

Az embert érő légmozgás közérzeti hatása fontos helyi diszkomfort tényező. Hatásmechanizmusa azonban elsősorban a viszonylag nagyobb légsebesség tartományban —  $v = 0,3$  m/s — tisztázott, a lakó- és középületekben előforduló ennél kisebb légsebességek hatása viszont kevésbé ismert. Ezen belül is tisztázatlan az alapkérdés: a lamináris és turbulens légáramlások között egyáltalán adódik-e és ha igen, milyen hőérzeti különbség.

A cikkben az Építéstudományi Intézet Mikroklimatológiai Laboratóriumában az ezzel a témakörrel kapcsolatban végzett laboratóriumi vizsgálatok egy speciális kérdésre vonatkozó részét dolgoztuk fel.

## 2. A kis légsebességű légmozgás hőérzeti hatásának vizsgált esete

A hőérzeti vizsgálatokat a Mikroklima Laboratóriumban  $5 \times 3$  m-es alapterületű mérőtérben végeztük. A mérőtér egyik  $3 \times 3$  m-es végfalát két részre osztottuk és ezelőtt helyezkedett el alkalmanként 2—2 alanya. A légáramlást a végfaltól kapták, tehát horizontálisan.

A végzett vizsgálataink során rövid, másfél órás expozíciós idővel a következő 6 állapotban végeztünk vizsgálatokat lamináris és turbulens légmozgás esetére egyaránt úgy, hogy az alanyok mindenkor szemben ültek a légáramlással:

1. Mérési állapot: tervezett PMV = +1;  $v = 0,25$  m/s;  $t_h = 29,4$  °C (helyiség hőmérséklet);  $I_{cl} = 0,5$  clo
2. Mérési állapot: tervezett PMV = -1;  $v = 0,25$  m/s;  $t_h = 24,5$  °C;  $I_{cl} = 0,5$  clo
3. Mérési állapot: tervezett PMV = -1;  $v = 0,25$  m/s;  $t_h = 21,3$  °C;  $I_{cl} = 1,0$  clo
4. Mérési állapot: tervezett PMV = -1;  $v = 0,25$  m/s;  $t_h = 17$  °C;  $I_{cl} = 1,5$  clo
5. Mérési állapot: tervezett PMV = -1;  $v = 0,1$  m/s;  $t_h = 23,3$  °C;  $I_{cl} = 0,5$  clo
6. Mérési állapot: tervezett PMV = -1;  $v = 0,1$  m/s;  $t_h = 19,4$  °C;  $I_{cl} = 1,0$  clo

A vizsgálatok során naponta 2—3 esetet ellenőriztünk, mivel a másfél órás expozíciós idejű mérések után az alanyok 1—1 órát töltöttek az elővizsgálóban. Ez az időtartam biztosította az alanyok megfelelő adaptációját az új mérési paraméterekhez.

A mérési nap az elővizsgálóban kezdődött, ahol először az alanyok kérdőíveket töltöttek ki, majd súly-, vérnyomás, pulzus és reakcióidő ellenőrzésen estek át. A mérési nap végén az ún. utóvizsgálatok során ezeket az értékeket újból rögzítettük. A mérőtérben az alanyok félóránként 5 perces szorítás tesztet végeztek, ezen időszakokban 12 pontban rögzítettük bőrhőmérsékletüket és szubjektív hőérzetüket. A vizsgálatok közötti időszakokban az alanyok olvastak, vagy tanultak. A vizs-

gálatokon 16 fő vett részt: ezek fele nő, fele férfi volt. Mindkét csoporton belül a résztvevők fele egyetemista — azaz 18—24 éves — fele nyugdíjas, tehát a nők 55 év, a férfiak 60 év feletti életkorúak voltak.

## 3. A mérési eredmények

A mérési eredményekkel kapcsolatban a következő értelmezéseket és jelöléseket alkalmaztuk:

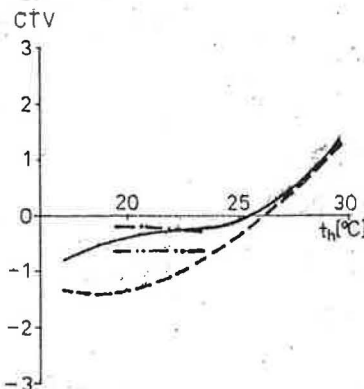
a) Az adott hőérzeti szavazatoknak megfelelően a CTV értéket adtuk meg, amely a gyakorlatban rögzített (kikérdezett) szubjektív hőérzet a 7 pontos skálának megfelelően. A CDP érték pedig ezen CTV értékhez tartozó elégedetlenség %-ban. Az előzőekben megadott tervezett PMV értékekhez viszonyítva a valóságban adódott CTV értékek eltérések.

b) Az LM érték alatt a légmozgás észlelésére adott szavazatok átlagértéke értendő. Ezt a hőérzeti kérdésekkel együtt kérdeztük, mégpedig az alanyoknak egy 10 egységre osztott vonalon kellett bejelölni értékét a nagyon kicsi és a nagyon nagy határértékek között.

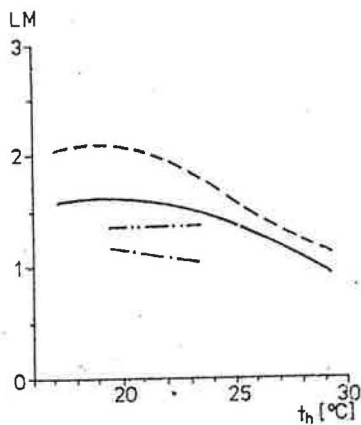
c) Az É az ún. észlelési, a K érték pedig az ún. kellemetlen határértékre vonatkozik. Az alanyoknál ugyanis külön rákérdeztünk a légáramlás hőérzetet zavaró, kellemetlen voltára és az értékléskor a következő meghatározásokat alkalmaztuk:

- a hőérzet nem tér el a normálistól 0
- a hőérzet a normálistól eltér és ±1
- a légmozgás nem zavaró ±1
- a légmozgás zavaró és
  - kissé kellemetlen ±2
  - kellemetlen ±3

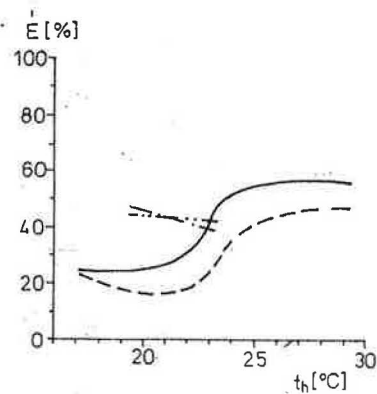
- L és  $v = 0,25$  m/s
- - - L és  $v = 0,1$  m/s
- - - - T és  $v = 0,25$  m/s
- - - - - T és  $v = 0,1$  m/s



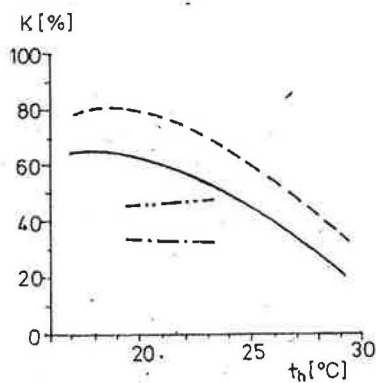
1. ábra. A szubjektív hőérzet (CTV) változása a helyiség-hőmérséklet ( $t_h$ ) függvényében különböző légsebességek ( $v$ ) esetén lamináris (L) és turbulens (T) áramlásnál



2. ábra. A légmozgásra adott szavazatok (LM) alakulása a helyiség hőmérséklet ( $t_h$ ) függvényében különböző légsebességeknél ( $v$ ) lamináris (L) és turbulens (T) áramlás esetén



3. ábra. Az észlelési ( $E$ ) szavazatok százalékos alakulása a helyiség hőmérséklet ( $t_h$ ) függvényében lamináris (L) és turbulens (T) áramlásnál



4. ábra. A kellemetlen (K) szavazatok százalékos alakulása a helyiség hőmérséklet ( $t_h$ ) függvényében különböző légsebességeknél ( $v$ ) lamináris (L) turbulens (T) áramlás mellett

A légmozgást észlelő szavazatok közé soroltuk a  $\pm 1$  értékeket, a légmozgást kellemetlennek érző szavazatok közé soroltuk a  $\pm 2$  értékeket. A további eredményeket 4 ábrában dolgoztuk fel (lásd 1—4. ábrák).

#### 4. A mérési eredmények értékelése

a) Az 1. ábrából látható, annak ellenére, hogy az alacsonyabb léghőmérséklet értékeket a ruházattal igyekeztünk „követni” (lásd vizsgálati szituációt), mind lamináris, mind turbulens áramlás esetén az alacsonyabb hőmérsékletekhez kedvezőtlenebb CTV értékek tartoztak 0,25 m/s légsebesség esetén. Ugyanitt a lamináris és turbulens áramlás közül az utóbbi esetben kedvezőtlenebbek a CTV értékek.

A 0 CTV értékek lamináris áramlásnál 25, turbulensnél 26 °C-nál adódtak.

A 0,1 m/s légsebességeknél a CTV érték gyakorlatilag alig változik, és nincs lényeges különbség a lamináris és turbulens áramlás értékei között.

b) A 2. ábrából látható, hogy a légmozgásra vonatkozó szavazatok 0,25 m/s légsebességkor — lamináris áramlás esetében 18 és 30 °C között 1,5-ről 1-re csökkentek,

— turbulens áramlásnál az alapérték és a változás is nagyobb; 2-ről 1-re való csökkenés.

0,1 m/s esetében az érték változatlan, 19 és 23 °C között, de turbulens áramlás esetén kissé magasabb értékek adódtak.

c) A 3. ábrából látható, hogy 0,25 m/s légsebességnél a hőmérséklet növekedésének függvényében a légmozgást észlelők százalékos aránya ugyancsak nő. Pontosabban lamináris áramlás esetén 22 és 24 °C között 25-ről 55%-ra, turbulens áramlás esetén pedig 15-ről 45%-ra.

0,1 m/s esetén az észlelési érték mindkét áramlás esetében 40 és 50% között adódik, és a 19,4—23,4 °C hőfokhatárok között kissé csökken.

d) A 4. ábrából megállapítható, hogy akik az adott paraméterek mellett a légmozgást kellemetlennek tartják

— 0,25 m/s légsebesség esetén a hőmérséklet növekedésével a panaszok száma lényegesen csökken, mégpedig: lamináris áramlásnál 65-ről 20%-ra, turbulens áramlás esetén pedig 80-ről 30%-ra;

— 0,1 m/s légsebesség esetén a százalékos érték nem változik a hőmérséklet függvényében: lamináris áramlás esetén kb. 30—35%, turbulens áramlás esetén pedig 45—40% között mozog.

Ez logikusan következik a magasabb léghőmérsékletek esetén a konvektív hőleadás növekedésének a hőérzetre kedvező hatásából.

#### 5. Következtetések

1. A turbulens légáramlást az emberek többen észlelik ( $E$ ) és a szubjektív hőérzetük (CTV), a légmozgásra vonatkozó szubjektív érték (LM) valamint a kellemetlen hőérzeti szavazatok aránya ( $K$ ) is magasabb, mint lamináris áramlás esetén.

2. A hőmérséklet növekedésével a szubjektív hőérzeti CTV érték a légmozgásra vonatkozó szubjektív megítélés (LM) és a légmozgást kellemetlennek érzők számszerű értéke csökken mind turbulens, mind lamináris áramlás esetén.

3. A légmozgást észlelők (É) száma viszont a lég-hőmérséklet növekedésével emelkedik, ill. 22 és 24 °C között számottevően megnövekszik mind lamináris, mind turbulens áramlás esetén.

#### IRODALOMJEGYZÉK:

- [1] Azer, N. Z., Nevins, R. G., Olesen, S., Leung, H.: Improvements in sensory votes and their associated physiological responses by localized ventilation in hot environments. CIB W45 Symposium London 1972.  
 [2] Fanger, P. O.: Thermal Comfort. McGraw Hill 1972.  
 [3] McIntyre, D. A.: Preferred air speeds for comfort in warm conditions. ASHRAE Trans. 84(2)1978.

- [4] McIntyre, D. A.: Draught on the Face. ECRC/N 1119 Electricity Council Research Centre, Capenhurst, Chester, 1978.  
 [5] Dickson, D. J.: Air movement in offices. ECRC/N 1012 Chester, 1977.  
 [6] Fischman, D. S. and Underwood, S. E.: A further investigation into the subjective effects of low level draughts. British Gas Corporation Report No. WH(T/RD) 771143, London, 1977.  
 [7] Pedersen, C. J. K.: Comforterav til luftbevaegelse i rum. Thesis Danmarks Thniske Højskole, 1977.  
 [8] Bánhidí, L., Somogyi, A., Kintses, G., Besnyó, J., Sváb, F., Fábó, L., Rézsegh, Cs.: Zárt terek energetikai és építészeti optimalizálása a felhasználók komfortérzetének figyelembevételével. ÉTI Tanulmány No. 21897. Budapest 1985.

## Lapszemle

— *Biogáztermelés Csehszlovákiában* (O vyrobe bioplynu v Ceskoslovensku). — KOKES, J.—*Plyn*, 1984. 12. sz. p. 342—345.

Fehérjék aerób bomlása. Az anaerób rothadás termékei, a metánbaktérium és életfeltételei. A reakciók sebessége és a reakciósebességet befolyásoló tényezők. A haszonállatok trágyájának jelentősége a biogáztermelés szempontjából. Biogáz-előállító berendezés vázlata. Sertéslelep szennyvíziszapjainak kihasználása biogáz termelésére. A biogáz-gyártás két alrendszerének jellemzői. Biogázok hasznosítása. Hasznosító állomás vázlata.

— *A kazán- és tüzeléstechnika fejlesztési irányzatai* (Entwicklungstendenzen der Dampfkessel- und Feuerungstechnik). — FELGENHAUER, P.—*TÜ Technische Überwachung*, 1984. 11.sz. p. 440—446.

Az 1984. évi Hannoveri vásár újdonságai. Gőzkazánok teljesítménynövelése (2000 t/h). Kényszer és természetes keringtetésű kazánok új típusai, paraméterei, főbb méretei. Fűtési kazánok, blokkosított fűtőegység (kis hőmérsékletű kazán hőszivattyúval egybeépítve). Szénpor-, olaj- és gáztüzelő berendezések új konstrukciói. SO<sub>2</sub>-t, NO<sub>x</sub>-t csökkentő technológiák. Égőknel a láng közepébe és végébe adagolt levegővel, valamint a tüztér után a füstgázhuzamba beépített berendezésekkel csökkentett SO<sub>2</sub>- és NO<sub>x</sub>-tartalom. A kazán- és a tüzeléstechnikai berendezésekkel szerzett üzemi tapasztalatok. Kapcsolási, működési vázlatok, fényképek.

— *Terüsterü takarékoság a szilárd tüzelőanyagokkal* (Planmäßige Substitution hochwertiger fester Brennstoffe durch Anwendung von Heizkennziffern). NEVOIGT, P.—*Bauzeitung*, 1985. 1. sz. p. 34.

A legfontosabb intézkedések a nagyüzemi fűtőberendezések üzemeltetéséhez: a fűtők továbbképzése, előírás szerinti fűtőanyagtárolás, fűtési könyv vezetése, a külső hőmérséklet figyelembevétele, a fűtési időszak után a karbantartási munkák elvégzése.

— *Energiatakarékosági berendezések tervezett beruházásai* (Major investments in conservation equipment planned). — *Energy report*, 1984. 11. k. 22.sz. p. 3.

A nagy energiafogyasztású szállodák és motelek, mosodák, sportklubok stb. új fűtési, szellőztetési és hővisszanyerő berendezésekkel igyekeznek javítani energiafelhasználásuk hatékonyságát. A hőszivattyúk és légkondicionálók a legkeresettebb termékek.

— *Égéstermékek mennyiségi és minőségi összetételének meghatározása a kéményvesztések számítása céljából* (Stanovení množství a složení spalin pro vyrozet lomino straty). — TEYSSLER. — *Energetika*, 1984. 12. sz. p. 550—555.

A kéményvesztések abszolút értéke ismertetésének jelentősége. A kazánból távozó égéstermékek mennyiségének meghatározása és szerepe a kéményvesztések meghatározásában. Tapasztalati képletek előzők meghatározására. Tökéletes és tökéletlen

égéshez tartozó értékek. A levegő-égéstermék mérlege. Az égéstermékek összetételének háromszög-diagramja. Egyes szénfajták égéstermékei összetételének grafikus ábrázolásai.

— *Földgáz és porszén egyidejű eltűzése hosszú, diffúziós lánggal* (La combustion du gaz naturel et du charbon pulvérisé en longues flammes de diffusion). — VERMERSCH, M. A.—*Revue générale de Thermique* 1984. 274. sz. p. 543—560.

Kísérleti berendezés: kemence, égő, levegő előmelegítése, tüzelőanyagok. Kísérleti feltételek: a vizsgált lángok leírása; mérés technika és műszerezés. Matematikai modellezés: égőnyomás; lánghossz. A kísérletek eredményeinek értelmezése: a szénpor őrlési finomságának befolyása bitumenes szenek esetében; a szénpor-földgáz arány hatása a lángra; égőhelyezés; antracitpor-tűzelés. A kísérleti és elméleti eredmények összehasonlítása.

— *Többféle energiahordozó épületgépészeti rendszerekben: optimálás és irányítás* (Les techniques de la pluri-énergie — optimisation et gestion des systèmes). BELLAC, C.—*Chauffage, Ventilation, Conditionnement*, 1984. 10. sz. p. 5—10.

Az energiahordozók árának összehasonlítása épületgépészeti felhasználáshoz; az árváltozások befolyása az energiatípus megválasztására. Műszaki szempontok a döntéskor: teljesítmény-kihasználás, hőmérséklet-igények. Példák két vagy több energiahordozó egyidejű vagy váltakozó használatára. Több energiahordozóval dolgozó rendszer optimálás a meglévő és új épületekben; az ilyen rendszerek energetikai irányítása.

— *Energiatakarékos házak „tömeg és üvegfelület” központú tervezése* (Mass and glass). — SANDER, D. M. — BARAKAT, S. A. — *ASHRAE Journal*, 1984. 11. sz. p. 26—30.

Az energiatkarékos házak egyik típusában a tervezők a délre néző ablakok méreteinek növelésével, az ablakon beáramló hő tárolásával (nagy tömegek beépítése) érik el az energiaigény csökkentését. A tervezési közben való gyors tájékozódás megkönnyítésére grafikus módszert adnak, meg amely lehetővé teszi a méretek optimális megválasztását.

— *Hőszivattyúk alkalmazásának szempontjai* (Der Einsatz der Wärmepumpe aus der Sicht des Bundes). GFELLER, J. — *Heizung, Klima*, 1984. 12. sz. p. 83—84.

A hőszivattyúk alkalmazásának helyzete a svájci energipolitikában. A közhasznú erőművek áramával hajtott hőszivattyúk üzemeltetése racionalisabb, mint a gáz- vagy olajfűtések, ha a munkaszám nagyobb, mint 2,6. Hőszivattyú-gépesoportok kialakítása. A létesítés szempontjai: környezetvédelmi és energiagazdasági szempontok. A hőszivattyúk alkalmazása területén végzett kutatások és tanulmányok.