

Komfort szempontú élőalanyos mérés a PTE MIK-en

Comfort-based measurement of live subjects at PTE MIK

LENKOVICS László tanársegéd, LOCH Gábor szakoktató,
Dr. CAKÓ Balázs PhD adjunktus

Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar
Gépészmérnök Tanszék
7624 Pécs, Boszorkány út 2.
Telefon: +36 72 503 650 / 23850, +36 72 501 536
Fax: +36 72 501 536

Abstract

The paper presents the comfort research measurement system at the Faculty of Technology and Informatics of the University of Pécs. The article presents the tested live subject measurement method, the research process, and the questionnaire method. Based on the measured data and completed questionnaires, the thermal comfort and the draft effect are examined.

Kivonat

A tanulmány bemutatja a Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai karán folyó komfort kutatás mérési rendszerét. A cikk bemutatja a vizsgált élőalanyos mérési módszert, a kutatás menetét, a kérdőívezés módját. A mért adatoka és a kitöltött kérdőívek alapján a hőkomfort és huzathatás vizsgálat történik.

Kulcsszavak: komfortelmélet, mérés, légsebesség, kérdőívezés

1. A KUTATÁS CÉLJA

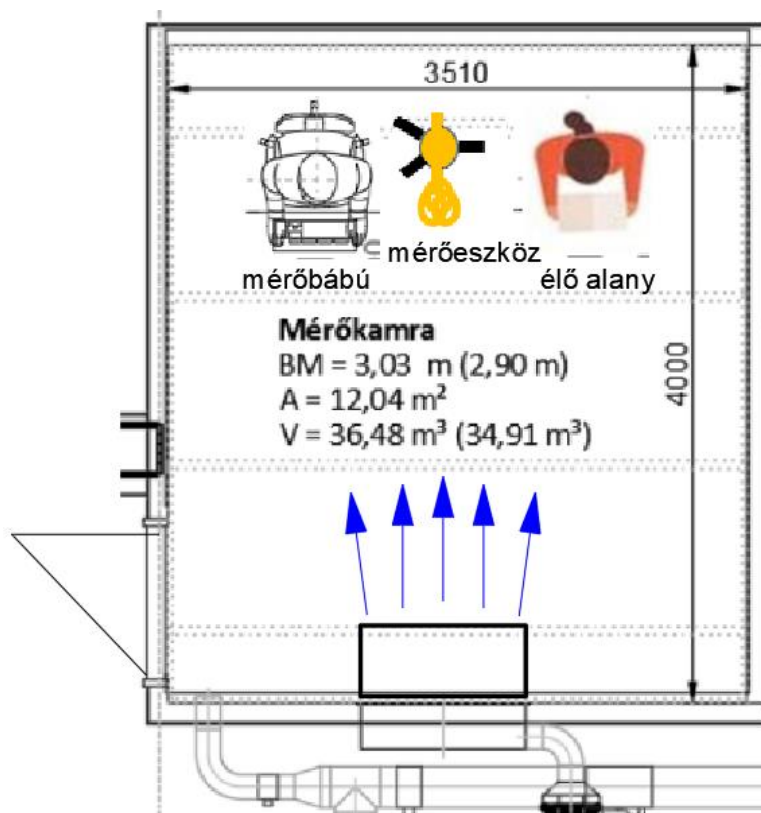
A bemutatott kutatás a PTE Műszaki és Informatikai Kar Parametrizált Komfort a Fizikai Terekben kutatócsoport kutatásába illeszkedő tématerület, amely az egészséges fizikai környezethez az emberi életciklus állomásai során változó tér és komfortigény szükségességét vizsgálja. A kutatócsoport hosszútávú kutatási célja az alkalmazott kutatás, olyan termékek és életterek kialakítás, amelyek az emberi egészségre pozitív hatással vannak és betegség megelőzést is szolgálnak. A zárt helyiségekben huzamosan töltött idő hatása az emberi egészségre, komfortra és a hatékonyságra a kutatócsoport célterülete. A komfortérzet többdimenziós analízise, komplex eredményre vezet a jóllétezésnek egyénre szabható aspektusában. Ezt az analízist szolgáltatások fejlesztésre és termékek tervezésére vezetjük vissza, a parametrizált értékek által detektálható problémák válaszáként.

Jelen kutatásban a hőtechnikai tehetetlenség hatását vizsgáljuk egy hőkomfort mérőállomás, egy termikus mérőbábú és élő alanyok segítségével.

A cél azonos hőmérséklet mellett a légsebesség változása miatti hőkomfort hatás vizsgálata, valamint a változás miatti reakcióidő meghatározása.

2. A MÉRÉS FELÉPÍTÉSE

A Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar épületgépész laboratóriumában a mérőkabinjában végeztük a kutatás első méréseit. A mérési rendszer egy termikus mérőbábú, egy testo 400 univerzális komfortmérő eszköz mért adatai és egy élő alany szubjektív kérdőívezéséből áll. A felépítési vázlatot az 1.kép mutatja.



1. kép. A mérési rendszer felépítése

A kamrában az alkalmazott hőmérséklet 24-26°C közötti, a relatív páratartalom 30-45%, a légsebesség az 1. fokozatban 0,2-0,33 m/s, a 2. fokozatban 0,1-0,2 m/s, a 3. fokozatban 0,03-0,06 m/s közötti érték volt.

3. MÉRÉSI ESZKÖZÖK

3.1. Komfortmérő eszköz

A méréshez használt eszköz egy univerzális klímamérő. Típusa testo 400. A mérőeszköz PMV-PPD mérésre alkalmazható. A mérés menete az ISO 7726 és az ISO 7730 szabvány szerint történik. A mérést az adott teret használók tevékenységének megfelelő magasságban végezzük.

A műszer nagy pontossággal méri a léghőmérséklet, valamint az effektív (EH), és korrigált effektív hőmérséklet (KEH) számításához szükséges paramétereket, valamint a páratartalom és a légsebesség értékeket.

A készülék egy összetett készülék, mely a következő három fő mérőeszközből áll (2. kép, jobbról ballra).

Glóbuszhőmérő: egy kívülről fekete festett 150 mm-es rézgömb, amelynek középpontjában van elhelyezve a hőmérséklet-érzékelő (K típusú hőelem).

Léghőmérséklet és páratartalom érzékelő, mely alkalmas a léghőmérséklet és a relatív páratartalom mérésére.

Irányfüggetlen légsebességmérő, mely a légsebesség, valamint a léghőmérséklet mérésére alkalmas, előbbi felhasználásával számítható a turbulencia fok.



2. kép. testo 400 komfortmérő műszer és a mérőeszközök

3.2. Mérőbábú

A méréshez használt eszköz egy termikus mérőbábú. A termikus mérőbábú az emberi test helyi vagy egész testre vonatkozó hőcseréjének szimulációjára képes. Az ember és környezete közt kialakuló hőtranszport folyamatok minden típusát képes modellezni a tér minden irányába.



3. kép. A mérőbábú a kamrában a mérésre várva

Fizikai paraméterei egy átlagos felnőtt férfi méreteivel azonosak, magassága ~1,7 m, testfelülete ~1,7 m² mely 22 önállóan szabályozható testrésze van osztva. Tömege 19 kg a könnyű kezelhetőség érdekében, a testtömeg korrekció szoftveresen állítható, mely alapállapotban 70 kg. Végtagjai (beleértve a könyök- és térd ízületeket, kéz- és lábfejeket), a törzs, a medence tájéka és feje mozgatható.

4. ÉLŐ ALANYOS KÉRDŐÍV

Az mérésben részvevő alanyoknak a mérés során többször egy kérdőívet kell kitölteni. A kérdőív alapját az MSZ EN ISO 10551:2020 - *Fizikai környezetek ergonómiája. Szubjektív megítélési skálák a fizikai környezetek felmérésére* című szabvány adta. A szabvány tartalmazza a kérdőív készítésének módja a szubjektív hőérzet vizsgálatához. A szubjektív skála meghatározását. Továbbá iránymutatást ad a kérdőívben feltett kérdések megfogalmazására. Tartalmaz mintákat a kérdőív tekintetében és leírja a kiértékelés menetét, az AMV (Actual Mean Vote) meghatározásának módját. A kérdőívet az aktuális kutatáshoz igazítottuk, külön kitérve benne a huzathatásra.

A kérdőív többkörös egyeztetés után magyar és angol nyelven készült el, összesen 14 kérdésből állt, amelyek elsősorban a hőérzetre és a légsebességre vonatkoztak, az adatvédelmi GDPR előírásoknak megfelelően.

5. A MÉRÉS MENETE

A mérés menete. Az 1. képen látható módon került berendezésre a mérőkamra.

A mérőbábút a mérés során *comfort* üzemmódban használtuk, mely a termikus mérőbábuk legmodernebb szabályozási módjának számít, amely arra a fiziológiai alaptézisre épül, hogy az egészséges szervezet maghőmérséklete állandó 36,4°C-os. Segítségével pontosabb *comfort* mérések végezhetőek, mivel ez az üzemmód közelíti meg leginkább az emberi szervezet működését. A *comfort* üzemmódban az alábbi képlet alapján határozza meg a szabályozó a testrészek szükséges villamos fűtőteljesítményét:

$$P = \frac{T_{db} - T}{R_t} \quad P \geq 0$$

Ahol:

P – Teljesítmény [W]

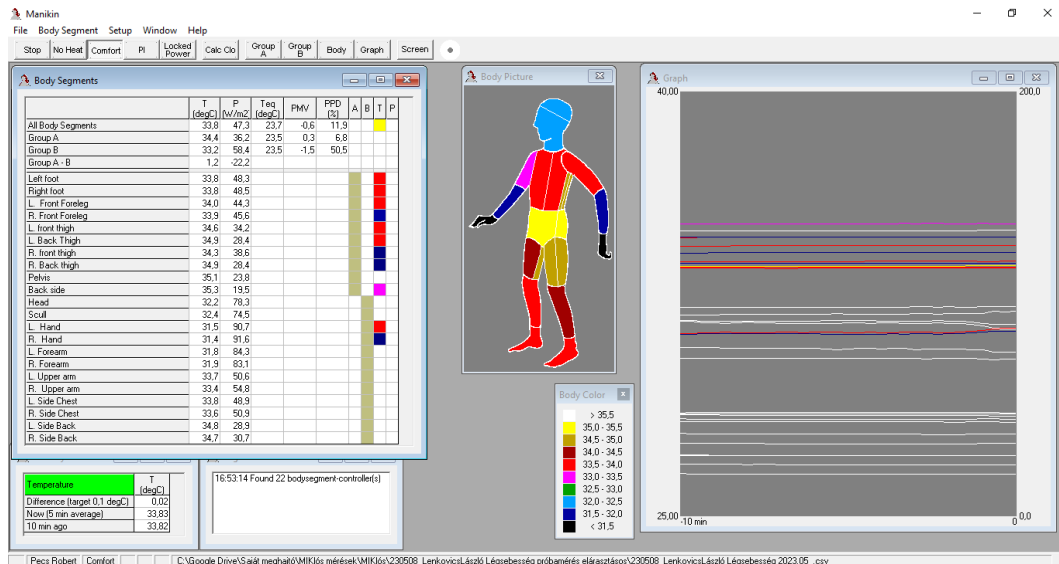
T_{db} – Test maghőmérséklete [°C]

T – Mért hőmérséklet [°C]

R_t – Test hővezetési ellenállása [°C m²/W] (alapértelmezett 0,054 °C m²/W)

A testo 400 mérőműszer a gyártói kiegészítőivel felszerelve képes az általa mért értékekből közvetlen kiszámolni a PMV és PPD értékeket, és mint mért értéket kijelezni, melyet a mérőbábu adatrögzítőjével összhangban 15 másodpercenként rögzítettünk. A mért paraméterek: hőmérséklet, relatív páratartalom, irányfüggetlen légsebesség.

Az élő alany a mérés kezdetekor helyét foglal. A mérés kb.: 70 percig tart. A mérés ideje alatt az élő alany 3 alkalommal ki kell tölteni egy komfort-tesztet.



4. kép. Monitorkép a mérőbábu mérése közben

A kamrában kellemes környezeti feltételek voltak. Az élőalanyos mérések során az etikai előírásokat betartottuk, a résztvevőket tájékoztattuk a mérésről, felhasznált eszközökről, valamint instrukciókat adtunk az alanyok vizsgálat közbeni tevékenységét illetően. A hőérzeti vizsgálatok során az alanyoknak nem kellett mást tenniük, mint elviselniük a beállított paramétereket, miközben bizonyos időközönként kitöltötték a kérdőíveket. Az alanyok öltözetét tekintve irányított volt a vizsgálat, mindenkitől azt kértük, hogy azonos ruházatban vegyen részt a mérésen, mely megegyezett a termikus mérőbábu ruházatával, hozzávetőleg $I_{cl} \approx 0,65$ clo hőszigetelő képességgel.

Amikor az alany helyet foglalt, a kamrában kellemes termikus állapot van, az elárasztásos befűvő az általunk meghatározott legnagyobb (1.fokozat) légmennyiséget juttatja a helyiségbe. Az első tesztet a kezdés után 20 perccel kell kitölteni. A teszt kitöltése 2-3 percet vesz igénybe. A kitöltés után 1-2 perccel a légmennyiséget csökkentjük (2.fokozat) a közepes légmennyiségre. 20 perc után ismét tesztkitöltés következik. A 2. teszt kitöltése után ismét a légmennyiséget csökkentjük (3.fokozat) az általunk meghatározott legalacsonyabb fokozatra. 20 perc után ismét, immár utoljára az élő alany kitölti a tesztet. A 3. teszt kitöltése után vége a mérésnek. Ezután a kamrában ismét a legmagasabb légmennyiségre (1.fokozat) állunk át. Az egyensúly beállása után jön a következő élő alany. Összesen 40 mérést végeztünk 7 nap alatt. A mérésen nappalis és levelezős hallgatók vettek részt 20-51 év közötti férfiak és nők vegyesen. Az élő alany a mérés ideje alatt a kijelölt helyen ült, irodai tevékenységet végzett, olvasott írt, számítógépezett, tanult.

Az eredmények feldolgozása folyamatban van, a kiértékelés után publikáljuk.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk foglalkozik a hőkomfort és az irodai munkahelyen a légsebesség befolyásoló hatásával, kérdéseivel. Bemutatom a karon felépített mérési rendszert, amely élőalanyos szubjektív kérdőívezést is tartalmaz. A kutatásaim célja a munkahelyeken kialakuló légsebességek hatásának a vizsgálata, amelyeket az épületgépészeti rendszerek is befolyásolhatnak, ezek átfogó vizsgálata. A mérés tárgy a két különböző komfortmérő eszköz összehasonlítása, az eredmények összevetése, és az eszközök alkalmazhatóságának a vizsgálata.

Az első mérési adatok már rendelkezésre állnak, amelyek elemzését elkezdtem.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a segítséget a Pollack Épületgépészeti Alapítványnak a támogatásért, valamint Budulski László és Reisz Viktor kollégáinknak a mérések lebonyolításáért.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK:

- [1] CAKÓ B. HŐKOMFORT MÉRÉSEK ÉS SZÁMÍTÁSOK. Pécs. ISBN: 978-963-429-947-9 Kiadó: KomfortMűhely Kft, 2022.
- [2] W. Cui, G. Cao, J. H. Park, Q. Ouyang és Y. Zhu, „Influence of indoor air temperature on human thermal comfort, motivation and performance,” Elsevier, 2013.
- [3] S. Kawakubo, M. Sugiuchi és S. Arata, „Office thermal environment that maximizes workers’ thermal comfort and productivity,” Elsevier, 2023.
- [4] Borsos Ágnes, Zoltán Erzsébet Szeréna, Cakó Balázs, Medvegy Gabriella, Girán János, A Creative Concept to empower office workers addressing work-related health risks. HEALTH PROMOTION INTERNATIONAL 37 : 3 Paper: daac064 , 12 p. (2022)