

Az épületen belüli környezet vizsgálata

Az épületen belüli környezet minőségének (IEQ = Indoor Environmental Quality) vizsgálata a legmodernebb műszerekkel magában foglalja az összes, a közérzetet befolyásoló tényezőt: levegőminőség, szellőzés, hőmérsékleti komfort, világítás és a zaj.

A belső levegő minősége alatt elsősorban az épületen, ill. a helyiségen belüli levegőben lévő szennyezőanyagok mennyisége, a hőmérséklet és a relatív páratartalom értendő, mert a legközvetlenebb módon ezek befolyásolják a jelenlévők egészségét, komfortérzetét és teljesítőképességét. A helyiségben a „rossz” levegő testi tüneteket, különböző panaszokat – pl. fejfájás, kimerültség, szapora légzés, szív működési zavarok, köhögés, nátha, szem-, orr-, és torokirritáció, bőrtünetek, szédülés, émelygés – okozhat.

A hőmérséklet és a páratartalom szabályozása csak szabályozott légcserével, azaz a levegő mozgásával oldható meg. Az is ismert azonban, hogy bizonyos jellegű, „huzat” néven ismert légmozgások kellemetlenek lehetnek, és ugyancsak akár testi tüneteket, megfázást, illetve ízületi bántalmakat is okozhatnak. Az egész-

ses és élvezhető belső környezet egyik alapvető tényezője tehát a légmozgás is.

Nem szabad továbbá megfeledezni a világításról sem, mert a nem megfelelő (akár túl gyenge, akár túl erős, akár nem jól irányított) fények megerősítik a szemet, fejfájást, a koncentrációs képesség csökkenését, hosszabb távon szemproblémákat okozhatnak – nem is beszélve a balesetveszély növekedéséről.

Ugyancsak rendkívül fontos tényező, amely erősen befolyásolhatja a pillanatnyi munkaképességet: a zaj. A hanghatásoknak nem csak az intenzitása, hanem a frekvencia-összetétele is számít, méghozzá egymással szoros összefüggésben.

Mind a munkavállalóknak, mind a munkaadóknak érdekük, hogy az említett paraméterekre vonatkozó előírt határértékek túlmenően is fenntartsák a kellemes munkakörnyezetet, s így támogassák a

hatékony és biztonságos munkavégzést, a munkatársak egészségének fenntartását.

Az IEQ (belső környezet minőség) megvalósulásának ellenőrzése nagyon összetett feladat, jellemzően sokfunkciós, kombinált mérő- és vizsgálóműszerekkel végezhető el (1. ábra). A Metrel nevű szlovén műszergyártó-cég katalógusában például a következő mérésekre alkalmas mérőműszerek találhatók:

- levegő hőmérséklet (°C),
- hőelemes hőmérsékletmérés (°C),
- relatív páratartalom (%RH),
- harmatpont (°C),
- természetes nedves gömb hőmérséklet (°C),
- fekete gömb besugárzott hőmérséklet (°C),
- WBGT (Wet Bulb Globe Temperature = Nedves gömb hőmérséklet) index (°C),
- légsebesség mérés (m/s),
- levegőáramlás mérés (m³/h),
- PMV index (Predicted Mean Vote = „Jóérzés-index”)
- PPD (Predicted Percent Dissatisfied = Elégedetlenségi arány) index (%),
- megvilágítás (lux),
- fényűrűség (cd/m²),
- kontraszt,
- CO koncentráció (ppm),
- CO₂ koncentráció (CO₂),
- hangerősség (dB),
- 1/1 oktávanalízis,
- 1/3 oktávanalízis.

A beltéri levegőminőség (IAQ = Indoor Air Quality) paraméterei

A hőmérséklet mérésekor egy test vagy egy környezet, azaz egy közeg „melegségét” vagy „hidegségét” vizsgálják, természetesen ez vonatkozik a levegőre is.

Hőmérséklet (°C), ill. hőmérsékletkülönbség (ΔT) mérés például hőelemekkel történhet. A hőelemek olyan érzékelők, amelyek segítségével széles tartományban, igen pontosan lehet hőmérsékletet mérni. Felépítésük egyszerű, két különböző fémből készült huzalpárt a végeiknél összehegesztenek, s miközben az egyik kötéspontot a mérendő hőmérsék-



Több környezeti paraméter mérése

letű helyre teszik, a másik kötéspon-
tot egy állandó (alacsonyabb) hőmérsék-
len tartják. A kötéspon-
tok között keletkező
termoelektromos feszültség arányos a köz-
tük kialakuló hőmérsékletkülönbséggel (pl.
41µV/°C), így feszültségméréssel a hőmér-
sékletkülönbség megállapítható. Amen-
nyiben a referenciapontot 0 °C-on tartják,
akkor éppen a mérni kívánt hőmérsékletet
kapják °C-ban.

A hőelemet hőmérsékletmérő műszer-
hez csatlakoztatva, a kijelzőn a hőelem
hőmérsékletének és a műszert körülvevő
levegő hőmérsékletének különbsége lát-
ható – adott esetben megfelelő beállási/ki-
egyenlítődési idő után, amely alatt az eltérő
hőmérsékletű helyről behozott mérőmű-
szer átveszi a mérési helyszín környezeti
hőmérsékletét, és az érzékelő is a helyiség
levegőjének hőmérsékletét.

$$\Delta T = T_c - T$$

ahol:

$$\Delta T = \text{hőmérsékletkülönbség}$$

$$T_c = \text{hőelem hőmérséklete}$$

$$T = \text{levegő hőmérséklete}$$

A relatív páratartalom (RH%) – egy bi-
zonyos hőmérsékleten – a levegőben lévő
vízgőz mennyiségnek az aránya, ahhoz
a vízgőz mennyiséghez képest, amit a le-
vegő azon a hőmérsékleten maximálisan
képes tartalmazni. Páratartalom mérésére
általában két fajta érzékelőtípust alkalmaz-
nak: ellenállásost vagy kapacitívát. Utób-
bi úgy működik, hogy a két elektródájára
AC-jelet kapcsolnak, és a jelenlévő vízpára
által okozott, a víz mennyiségével arányos
kapacitásváltozást mérik.

A harmatpont (°C) az a hőmérséklet,
ahol a hűlő levegő – további nedvesség
hozzáadása és a légnyomás változása
nélkül – párával telítetté válik. Ettől a hő-
mérséklettől kezdve minden további hűlés
a nedvesség kicsapódását okozza, és har-
mat, illetve köd keletkezik. A harmatpont
kiszámolható a levegőhőmérséklet és a re-
latív páratartalom értékéből. A mérés jelle-
géből adódik, hogy elvégzéséhez megfele-
lő időtartamot kell biztosítani.

Amennyiben a hőmérő érzékelő részét
(folyadékos hőmérőnél a vastagabb tartály
részét) nedvesen tartják (nedves textilda-
rabbal beborítják) és úgy teszik ki a levegő
mozgásának, akkor az ún. Természetes
nedves gömb hőmérséklet mérhető, amit
azonban ki is lehet számolni. A Termé-
szetes nedves gömb hőmérséklet (°C) azt
jelzi, hogy – adott klimatikus körülmények
között – a párolgás mennyi hőt visz el a fe-
lületről, mennyire képes hűteni azt. Ez az
érték mindig kisebb, mint a száraz gömb

hőmérséklet értéke, kivéve 100 % relatív
páratartalom esetében.

Egy test felszínére hősugárzás érkezik
több lehetséges forrásból is, pl. világító-
testekből, illetve bármilyen, a környezet-
ben lévő hőforrásból. Jó példa erre, amikor
alkonyatkor fájni kezdünk annak ellenére,
hogy körülöttünk a levegő hőmérséklete
még nem változott. E hatások kimutatásá-
ra mérik az ún. Fekete gömb (tehát besu-
gárzott) hőmérsékletet (°C).

Elsősorban az ipari egészségvédelem-
ben, a sportban és a hadászatban hasz-
nálják a magas hőmérsékletnek való kitet-
tség, azaz a hő-stressz mérésére az ún.
Nedves gömb hőmérséklet (WGBT) inde-
xet. Ez egy kompozit hőmérsékleti érték,
amely megpróbálja megadni, adott hőmér-
séklet, relatív páratartalom és napsugár-
zás erősség együttes hatását az emberre.
A WGBT index a leginkább használt hő-
stressz index, amelyet szabványosítottak
is (ISO 7243). A Metrel műszerek mérés-
kor automatikusan kiszámolják, az alábbi
képlet szerint:

$$WGBT (\text{beltér}) = 0,7 \times T_{wb} + 0,3 \times T_g$$

ahol:

T_{wb} = természetes nedves gömb hőmér-
séklet

T_g = fekete gömb hőmérséklet

A légsebesség (m/s) a levegőrétegek-
kék időegység alatt megtett útja. Mérése
hődrótos, vagy mérőkerekkel anemométerrel
(légsebesség mérővel) lehetséges, de van
már ultrahangos, három-vektoros mérési
megoldás is, amelyet elsősorban kültéren,
időjárás méréseknél alkalmaznak.

A légsebességet a szellőzőcső kereszt-
metszetével megszorozva kapható a lég-
áramlás (m³/óra), az adott keresztmetsze-
ten időegység alatt átáramló levegő men-
nyiségének értéke.

Tekintettel arra, hogy adott, min-
denki számára azonosnak tekinthető
mikroklimatikus körülmények között az em-
berek egy része jól, más része pedig na-
gyon kényelmetlenül érezheti magát, vala-
miképpen ezt a szubjektív tényezőt is meg-
foghatóvá, azaz mérhetővé kellett tenni.
Így megalkották az ún. „Jóérzés (PMV) in-
dexet”, amely megadja, hogy egy nagyobb
csoport emberből hányan válaszolnak po-
zítívan vagy negatívan a klímával kapcsolatos
megelégedettségükre vonatkozó kérdésre.
A Metrel műszerek automatikusan kiszámít-
ják ezt az indexet, az alábbi mért adatok és
egyéb tényezők figyelembevételével:

- mért léghőmérséklet,
- mért besugárzási hőmérséklet átlaga,
- mért relatív páratartalom,

ÉRINTÉSVÉDELMI MULTIMÉTER

Érintésvédelmi és villámvédelmi
felülvizsgálatokra üzemviteli
mérési lehetőségekkel
EUROTEST 61557

Főbb mérési funkciók

- szigetelési ellenállás mérése
- hurok és vonali impedancia mérése
- védővezető folytonosság vizsgálata
- RCD teljes analízise
- fázissorrend vizsgálata
- fajlagos talajellenállás mérése
- túlfeszültség védelem vizsgálata
- földelési ellenállás mérése



Kiegészítő funkciók:

- kábelkeresés, bekötés ellenőrzés
- megvilágításmérés
- valódi RMS árammérés, csúcsáram mérés
- fogyasztás- és teljesítménymérés (valós, látszólagos, meddő, cos φ)
- feszültség és áram felharmonikusok vizsgálata

KÁBEL NYOMVONALKÖVETŐ ÉPÜLETVILLAMOSSÁGI RENDSZEREKHEZ

LINE TRACER MI 2093



- feszültség alatt lévő és feszültségmentes vonalakra
- kis-, és törpefeszültségű vezetékek követése
- szakadások és zárlathelyek keresése
- rejtett csatlakozások, elfelejtett vezetékek keresése
- biztosítékok és áramkörök azonosítása
- széles érzékenységi tartomány
- 40–200 cm hatótávolság

Akció, részletek
a honlapon

LEGYEN VILÁGOSSÁG: ÁRAMSZÜNET ESETÉN IS, HA SZEREL!

- egy-, vagy kétoldali világítófej használatával
- integrált akkumulátorral
- akár 10 órás folyamatos munkavégzés (egy oldal használata esetén)
- fényerő: akár 2 x 1030 lumen
- IP65 védettség
- 10 m távolságon belül távirányítóval is működtethető



meter.hu

Újdonságok, árak, adatlapok, akciók!



C+D Automatika Kft.

1191 Budapest, Földvári u. 2.

Tel.: 282-9676. Fax: 282-3125

- mért légsebesség,
- ruházat hővezetése, és
- metabolikus arány.

A PMV indexnek $-0,7$ és $+0,7$ között kell lennie ahhoz, hogy a beltéri környezet elfogadható legyen.

Létezik még egy másik hasonló index is, amely azt adja meg, hogy egy nagyobb csoport emberből hányan lesznek elégedetlenek a hőmérséklettel. Ez az ún. Elégedetlenségi arány (%), amelynek 15%-nál kisebbnek kell lennie ahhoz, hogy beltérben megfelelőnek minősíthessük a hőmérsékleti viszonyokat. A Metrel készülékek automatikusan mutatják ezt az értéket is.

Mindennapos szennyezők a levegőben

CO koncentráció

A szénmonoxid az egyik leggyorsabban mérgező beltéri szennyező gáz. Színtelen, szagtalan, íztelen és erősen mérgező. A CO a fosszilis tüzelőanyagok tökéletlen elégetése során keletkező melléktermék. Leggyakoribb forrásai a dohányfüst, a fosszilis tüzelőanyagokat használó beltéri fűtőberendezések, a központi fűtések rosszul működő kazánjai, a közlekedési járművek kipufogógáza. A CO az agy oxigénellátásának megakadályozásával émelygést, eszméletvesztést és halált okoz.

CO₂ koncentráció

A széndioxid színtelen, szagtalan, íztelen, nem éghető és „nem mérgező” gáz. Fajsúlyja kb. másfélszer akkora, mint a levegőé. Beltérben forrása leginkább maga az ember. A gáz magasabb koncentrációban válik veszélyessé. 1%-os (10 000 ppm) szintje már egyesekre álmosító hatással van, 7–10% szédülést, fejfájást, látás- és hallászavarokat, eszméletvesztést okozhat néhány percen vagy egy órán belül.

Ajánlott koncentrációja max. 700 ppm-mel (1000 ppm = 0,1%) haladhatja meg az aktuális normál kültéri értéket.

Nem légtechnikai paraméterek

Ahogy a bevezetőben is szerepelt, nemcsak a légtechnikai adatok befolyásolják a helyiségben tartózkodók közérzetét, hanem a környezeti zaj, valamint az adott tevékenység jellegével kapcsolatosan jelentkező világítási igények megfelelő kielégítése is. Ebben a témában is több paraméterre kell figyelni, és mérésüket meg kell oldani.

Hang

A zaj tulajdonképpen mechanikai energia, amely hullámként terjed a különböző anyagokban. Jellemzője a hanghullám, illetve annak jellemzői: frekvencia, hullámhossz, periódusidő, amplitúdó, terjedési sebesség.

A hangnyomás az a nyomásváltozás, amit a hanghullám okoz az adott környezetben állandósult nyomásértékhez képest. Az emberi fül rendkívül széles amplitúdó tartományban képes a hanghullámokat érzékelni. A hangnyomást gyakran hangszintben mérik, logaritmus decibel (dB) skálán (2. ábra).

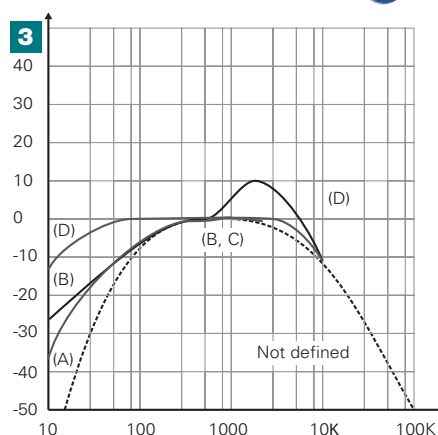
Az emberi fül frekvenciaátvittele nem lineáris, ezért a hangszint mérés gyakran frekvenciák szerint súlyozva történik, hogy a mért értékek jobban megfeleljenek az érzékelésnek (3. ábra):

- az „A” jelű súlyozási görbe /dB(A)/ az



2

Hangszint mérés grafikus kijelzéssel



3

Súlyozó szűrők karakterisztikái a frekvencia függvényében



4

Munkavédelmi zajmérés

emeri fül zajra való érzékenységét próbálja figyelembe venni,

- a „C” jelű görbe pedig a csúcserőterek mérésére való.

A frekvencia analízis (1/1 és/vagy 1/3 oktáv analízis) üzemmódot különösen akkor használják, ha a helyiség vagy a munkahely akusztikai tulajdonságait szeretnék meghatározni. A frekvenciaanalízis eredményeként meghatározható, hogy az adott helyszínen milyen spektrumú zajok keletkeznek, és azokhoz képest milyen össze-
tevéket kell csillapítani.

A zajt mérő műszereket, processzorokat és érzékelőket mérési pontosságuk szerint osztályozzák (Class 1 / Class 2). A pontosabb, 1-es pontossági osztályú mérőműszer csak 1-es pontossági osztályú processzorból és érzékelőből állhat, az ISO 9614 szabványban rögzített követelmények szerint (4. ábra).

Fény

A gyakorlati tapasztalatok alapján kiderült, hogy ezen a vizsgálati területen is több paraméter vizsgálata szükséges.

A megvilágítás (lux) a felületre beeső fényáram sűrűségét fejezi ki:

$$E = d\Phi / dA$$

ahol:

A = a besugárzott felszín nagysága

Φ = a fényáram értéke

Az a látható fény mennyisége, amely egy adott felületet egy bizonyos irányból elhagyó, a fény sűrűség (cd/m²). Megadja, hogy a szem a felületre tekintve, egy adott szögből, mekkora fényteljesítményt érzékel. A fényesség érzékelő ezt méri egy mindössze 3,5° látószögű szilícium fotocellás érzékelő segítségével, amely a mérési távolságtól függő nagyságú, kör alakú felületelemekről érkező sugárzást tudja fogadni.

Végezetül, az ember látómezejében lévő tárgyak közötti színbeli és fényességbeli különbséget a kontraszt adja meg.

A fent leírtakat végiggondolva, egészen meglepő, hogy mennyi jellemzőről derült ki – a szorgos kutatómunkának és a kísérleti módszerek finomodásának köszönhetően –, hogy jelentősebb befolyással bír egy adott munkahelyen az ott tevékenykedők kényelemérzetére.

Esetenként meglepő a mérési módszer, a méréshez használt érzékelő konstrukciója és kivitelezése is. De a legfontosabb, hogy léteznek ezek a műszerek (persze egy mérnök számára...), és használatukkal kicsit jobban, kellemesebbé tehető az élet, bár sajnos csak egy meglehetősen korlátozott, időben és térben behatárolt szegmensben.

Németh Gábor