# Egy univerzális mérési eljárás

## A szabályokat erősítő hőképkészítési példák (VI.)

**Ahhoz, hogy a hőkamerával ne csak „szép színes" képeket készítsünk a bevizsgálandó épületről, hanem építész, energetikus, statikus és üzemeltető által kiértékelhető – helyes következtetéseket megengedő – hőképek készüljenek, számos feltételnek kell teljesülnie.**

A BEVEZETŐBEN EMLÍTETT és a mérések körülményeire vonatkozó feltételek elsősorban a következők: › a külső felvételek a kora reggeli vagy késő esti órákban (napsütéstől mentes napszakban) készüljenek, száraz időjárásban, szélcsendben (legfeljebb gyenge szél megengedett, 2 m/s alatti szélerősséggel) › a kül- és beltéri hőmérséklet közötti különbség legalább 15-20 K, illetve 10-15 K legyen (az előbbi 80 mK, az utóbbi 30 mK termikus felbontású hőkamera esetén) › a beltér egyenletesen legyen felfűtve (belső ajtók nyitva), szigorúan zárt külső nyílászárók mellett (bukóablak tilos!) › a fűtés automatikus éjjeli üzemmódja (ha van) ki legyen kapcsolva (tehát a teljes fűtés üzemeljen). Ezekből következik, hogy az épület-termográfia csak a fűtési szezonban, megfelelően hideg (5 °C alatti) időjárás esetén kivitelezhető.

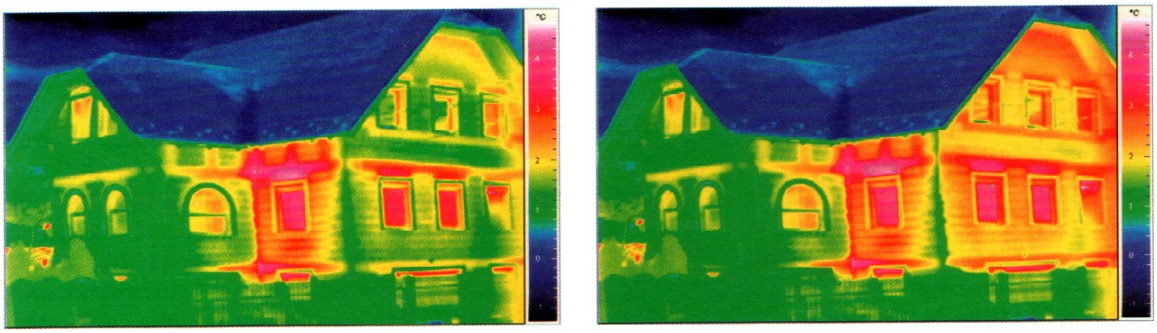
### Gyakorlati példák a környezeti hatásokra

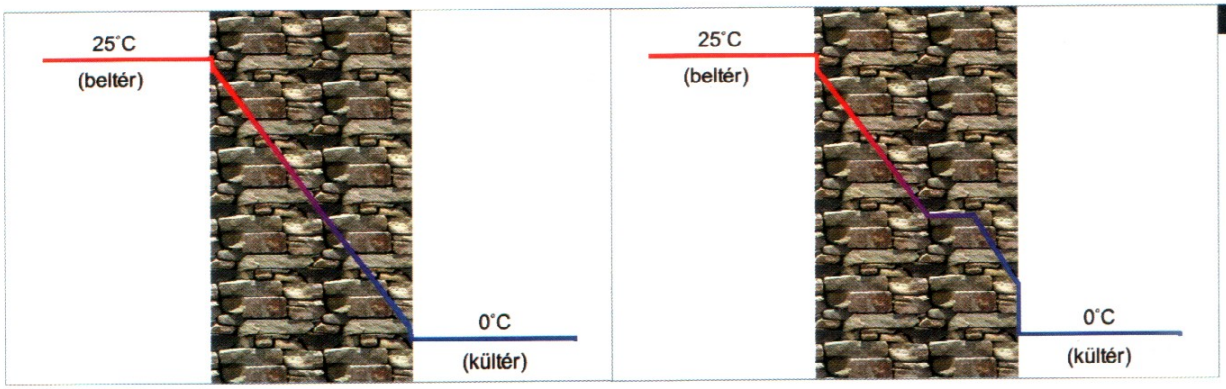
**Szél hatása** 1 A bal oldali képen erős szélben elvégzett termográfiai felmérés látható: a szél elviszi a hőt a jobb oldali falról, így az hűvösebb; úgy tűnik, mintha jobb lenne a hőszigetelése a hőkép közepén látható falfelületnek. Jobbra ugyanez a mérés szélcsendben: látszik, hogy a jobb oldali fal hőszigetelése ugyanolyan gyenge, mint a hőkép közepén lévő falfelületé (és ugyanolyan erős hőhidakkal). Megjegyzés mindkét hőképhez: az épület bal oldali része nincs fűtve (lépcsőház).

**Erős nappali felmelegedés hatása** 2 A képen balra a külső fal hőgradiense ideális (stacionárius állapot), beltéri (mérhető) falhőmérséklet 21 °C, kültéri (mérhető) falhőmérséklet 3 °C. Jobbra erős nappali felmelegedés utáni éjjeli állapot, beltéri (mérhető) falhőmérséklet 21 °C, kültéri (mérhető) falhőmérséklet 8 °C. Megjegyzés: a jobb oldali ábrán látható vízszintes

**A megfelelő minőségű, kiértékelhető hőképek készítésekor igen komoly elvárások vannak a hőkamerával szemben, amelyek teljesítése nélkülözhetetlen a sikerhez.**

1





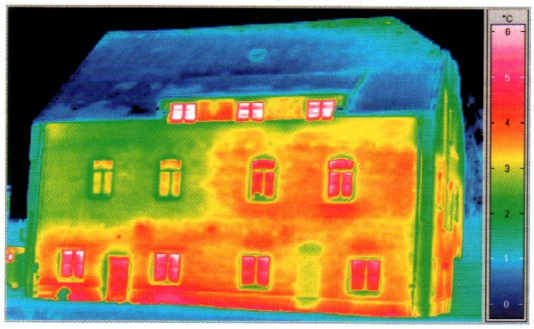

2

szakasz a nappali (ideiglenes) felmelegedés hatásának következménye. Az ábra az esti (külső hőmérséklet visszahűlése után kialakult) hőgradienst mutatja. A külső falfelület megemelkedett hőmérséklete ahhoz a téves következtetéshez vezet, hogy rossz a hőszigetelés vagy hőhíd van jelen, holott ugyanolyan falszerkezetet feltételeztünk, mint a bal oldali ábra esetén.

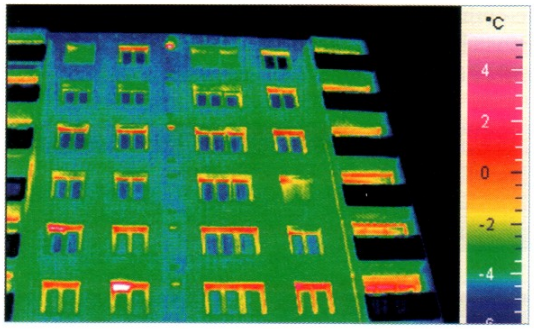
**Fűtés hiányának hatása** 3 A képen látható ház egyik szobája vagy lakása (bal oldalon fent) nincs fűtve. Hőszigetelési és egyéb építészeti hibákat ilyenkor (erről a szobáról, illetve lakásról) természetesen nem lehetséges kimutatni.

**Emissziós tényező látószög-függésének hatása** 4 Mivel az emissziós tényező többek között függ a látószögtől, figyelembe kell vennünk, hogy a szög minél jobban eltér a derékszögtől, annál inkább növekvő reflexió figyelhető meg. Leginkább ívelt felületű tárgyak mérése esetén tapasztalható ennek a hatása, de például magas házak felső emeleteinek mérésekor is szembe találjuk magunkat e problémával: látszólag a felső emeletek egyre hűvösebbek (pedig a valóságban inkább egyre melegebbek). A magyarázat az, hogy a felhők nélkül elméletileg akár –273 °C hőmérsékletű égbolt egyre erősebben tükröződik a ház külső felületén, hiába körülbelül 95 százalékos a szilikátalapú építőanyagokból álló falfelületek emissziós tényezője, mivel ez csak a felületre merőleges megfigyelés esetén ilyen magas.

3



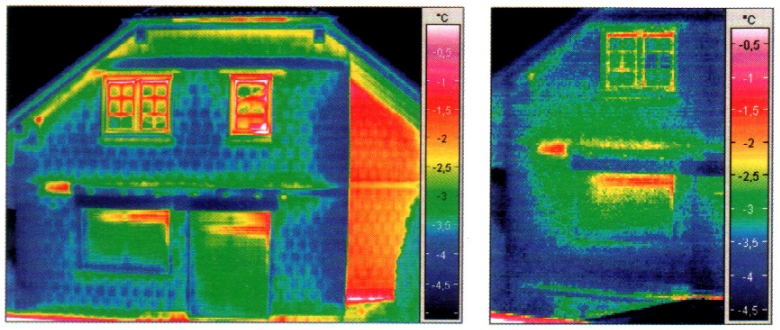

4




## Követelmények a hőkamerarendszerrel szemben

A megfelelő minőségű, kiértékelhető hőképek készítésekor magával a hőkamerával szemben is igen komoly elvárások vannak, amelyek betartása nélkül csak felismerhetetlen, hibahelyeket kimutatni nem képes hőképeket kapunk. A hőkamerának minimálisan teljesítenie kell a következő felsorolás első hat pontját: › nagy termikus felbontás (80 mK vagy jobb) › minél több képpont (minimum 320×240 pixel) › alacsony zajszint, jó jel-zaj viszony (a –40 °C-tól kalibrált kamerák teljesítik ezt) › hőmérsékleti tartomány –20 °C-tól +100 °C-ig (jobb, ha –40 °C-tól) › üzemi hőmérséklet tartománya –10 °C-tól (jobb, ha –20 °C-tól) › nagy geometriai felbontás (1,5 mrad vagy jobb) és cserélhető objektív (telcobjektív) › könnyű kezelhetőség (például automatikus fókusz) › nagy tárolási képesség (lehetőleg minimum 200 hőkép) › sokoldalú kiértékelő és dokumentáló PC-szoftver. A geometriai felbontáson túl a hőkamerával elérhető képminőséget – illetve pontosabban a mérés részletességét – a hőkamera képpontjainak száma határozza meg. Míg a digitális fényképezőgépeknél 5, 6, 7 vagy akár több mint 10 megapixeles (10 millió képpontos) felbontásról beszélünk, a mátrixos hőkamerák esetén a képpontok száma tipikusan 320×240 (tehát 76 800) képpont. Vannak szerényebb képességű kamerák is – gyakori a 160×120 képpont felbontású típus (csupán 19 200 képponttal) –, amelyek ennél fogva csak kisebb felületek elfogadható részletességű megjelenítésére képesek. Bemutatott hőképpéldáink „látványosan" szemléltetik az említett sokrétű szabályok betartásának fontosságát.

5




Az 5 ábra hőkamera képpontszámának és termikus felbontásának hatását szemlélteti egy családi ház hőképének részletességére. A balra látható hőképfelvétel professzionális (640×480 képpontos, 50 mK hőmérséklet-felbontású), a jobb oldali kisebb képességű (120×160 képpontos, 100 mK hőmérséklet-felbontású) hőkamerával készült.

*Rahne Eric*

**HATÉKONYSÁGMUTATÓ**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anyagfelhasználás | ○ | Energiaigény | ● |
| Üzemfenntartás | ● | Kezelhetőség | ○ |
| Időráfordítás | ● | Élettartam | ● |

pim@pim-kft.hu
www.pim-kft.hu, www.termokamera.hu