Rokonszakmák

írta: Rahne Eric
okleveles villamosmérnök (BME)

Épületenergetikai felmérések termográfiai eszközökkel II.

AZ ÉPÜLETEK ENERGETIKAILAG EGYIK LEGFONTOSABB ELEME A KÜLSŐ „BURKOLATUK": A FALAK, A NYÍLÁSZÁRÓK ÉS A TETŐ. LÉNYEGES, HOGY EZEK AZ ELEMEK MINÉL JOBB HŐSZIGETELŐ KÉPESSÉGGEL (MINÉL KISEBB HŐVEZETŐ-KÉPESSÉGGEL ÉS MINÉL KISEBB HŐSUGÁRZÁSI KÉPESSÉGGEL) RENDELKEZZENEK. VIZSGÁLHATÓ MÉG A FUGÁK ÉS CSATLAKOZÁSOK KIVITELE, AZ ÉPÜLETELEMEK ÁLTAL OKOZOTT SZERKEZETI HŐHIDAK, VALAMINT AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETI VAGY VILLAMOS SZERELÉSBŐL SZÁRMAZÓ „SÉRÜLÉSEK" A KÜLSŐ FALAKBAN. MANAPSÁG, AMIKOR AZ ÉPÍTÉSZET ÉS AZ ÉPÜLETGÉPÉSZET EGYRE KÖZELEBB KERÜL EGYMÁSHOZ (PASSZÍVHÁZ!), FONTOS TÉMA EZ.

Általánosan javasolt mérési körülmények és feltételek

Ahhoz, hogy a hőkamerával ne csak „szép színes" képeket készítsünk a bevizsgálandó épületről, hanem az építész, az energetikus, a statikus és az üzemeltető által kiértékelhető – helyes következtetésekre alapot adó – hőképek készüljenek, a következőkben felsorolt minimumfeltételeknek kell teljesülniük.

- A külső felvételek a kora reggeli vagy késő esti órákban (napsütéstől mentes napszakokban) készüljenek, száraz időjárásban, szélcsendben (legfeljebb gyenge szél, <2 m/s szélerősség).
- A kül- és beltéri hőmérséklet közötti különbség legalább 15-20 K legyen.
- A beltér egyenletesen legyen felfűtve (belső ajtók nyitva), szigorúan zárt külső nyílászárók mellett.
- A fűtés automatikus éjjeli üzemmódja (ha van) ki legyen kapcsolva (tehát a teljes fűtés üzemeljen).
- A fentiekből következik, hogy az épülettermográfia csak a fűtési szezonban, megfelelően hideg (5 °C alatti) időjárás esetén kivitelezhető.

A hőkamera-rendszerrel szemben támasztott követelmények

A megfelelő minőségű, kiértékelhető hőképek készítésekor magával a hőkamerával szemben is igen komoly elvárások lépnek fel, 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 (0,08 K vagy jobb),
- minél több képpont (minimum 320x240 pixel),
- alacsony zajszint, jó jel-zaj viszony (a -40 °C-tól kalibrált kamerák teljesítik ezt),
- hőmérséklettartomány -20 °C-tól 100 °C-ig (jobb, ha -40 °C-tól),
- üzemi hőmérséklettartománya -10 °C-tól (jobb, ha -20 °C-tól),
- nagy geometriai felbontás (1,5 mrad vagy jobb),
- bizonyos mérésekhez teleobjektív,
- könnyű kezelhetőség (például automatikus fókusz),
- nagy tárolási képesség (lehetőleg minimum 200 hőkép),
- sokoldalú kiértékelő és dokumentáló PC-szoftver.

Mivel az emissziós tényező sajnos függ a látószögtől is, figyelembe kell vennünk, hogy minél jobban eltér a látószög a derékszögtől, annál inkább növekvő reflexió figyelhető meg. Leginkább ívelt felületű tárgyak mérése esetén figyelhetjük meg ennek hatását, de pl. magas házak felső emeleteinek mérésekor is szemben állunk eme problémával: látszólag a felső emeletek egyre hűvösebbek (pedig a valóságban inkább egyre melegebbek). Ennek magyarázata az, hogy az égbolt (felhők nélkül -273 °C) egyre erősebben tükröződik a ház külső felületén, hiába körülbelül 95%-os a szilikátalapú építőanyagokból álló falfelületek emissziós tényezője.

A geometriai felbontáson túl a hőkamerával elérhető képminőséget – pontosabban a mérés részletességét – a hőkamera képpontjainak száma határozza meg. Míg a digitális fényképezőgépeknél 5, 6, 7 vagy akár több mint 10 Mpixeles (10 millió képpontos) felbontásról beszélünk, mátrixos hőkamerák esetén a képpontok száma tipikusan 320x240 (tehát

76 800 képpont). Vannak kisebb képességű kamerák is – gyakori a 160x120 felbontású típus (csupán 19 200 képponttal) –, melyek ennél fogva csak kisebb felületek elfogadható részletességű megjelenítésére képesek.

Tipikus épületkárok és -hibák

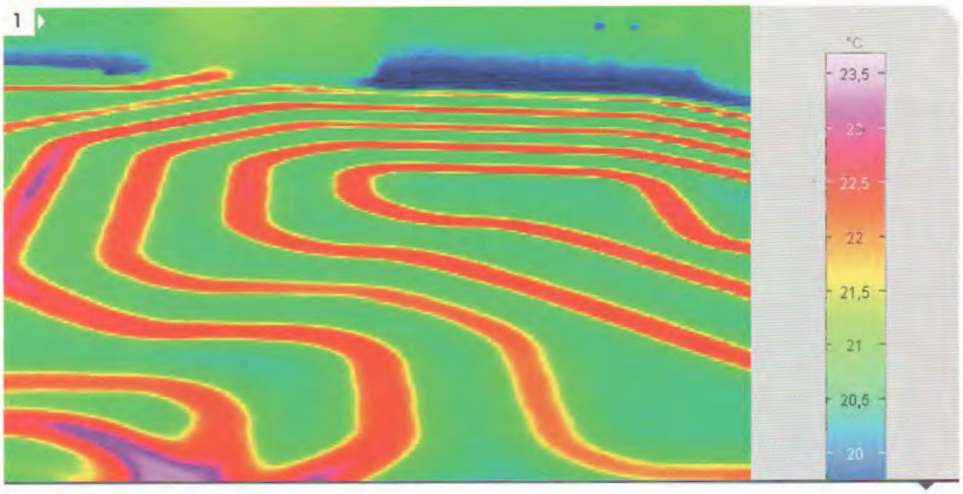
Ha betartottuk a mérési feltételeket, már csak azt kell megtudnunk, hogy az így kapott mérési eredményeket (grafikusan megjelenítve, tehát a hőképeket) hogyan kell kiértékelni, elemezni. A következőkben ezért a leggyakoribb épületszerkezeti és épületgépészeti hibák megjelenését, felismerhetőségét tárgyaljuk külön-külön.

Hőhidak, hőszigetelési hiányosságok

A hőhidakat viszonylag egyszerű felismerni: ott, ahol egy kültéri felvételen – többnyire jól körbehatárolhatóan – a legmagasabb hőmérséklet tapasztalható (és nincs lokális külső hőforrás vagy tükröződés), hőhíd (vagy repedés) található. A beltéri felvételeken a leghidegebb helyek utalnak a legtöbb esetben hőhidakra. Ugyanolyan könnyen megállapítható (egyforma külső, illetve belső bevonat esetén), hogy melyik épületelem bír jobb vagy rosszabb hőszigetelő tulajdonságokkal. Nézzük, még mi minden vizsgálható meg:

- felújítási szükségletek felmérése régi épületeken (például ablakok állapota, falak hőszigetelése, fugák és csatlakozások kivitele);
- külső hőszigetelések kivitelezésének ellenőrzése új és felújított épületek esetén, valamint utólagos épületrészek, erkélyek stb. falbekötéseinél;

1



Forrás: Infratec

Padlófűtéscső elhelyezkedése

- szerkezeti hőhidak jelentkezése áthidalók (például vasgerendák) miatt;
- fugák állapota (különösen a házgyári panelépületek esetén érdekes);
- épületgépészeti szerelésből származó „rések" a külső falakban.

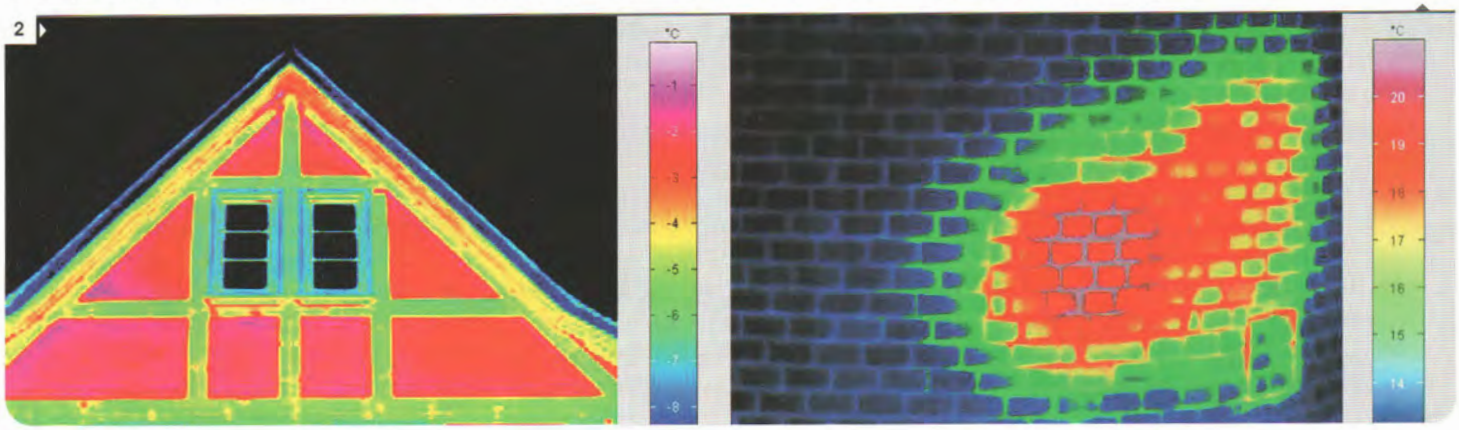
Rejtett épületkonstrukciós és épületgépészeti elemek felfedezése

Ezeket a méréseket különböző időjárási, illetve napszakhoz kötődő hőfolyamatok kihasználásával kell elvégezni. „Trükk" lehet a nappal történő felmelegedés után (azt követő napsütés nélküli időben) történő mérés (hőkapacitás-különbségek alapján), vagy az éjjeli, illetve a téli kihűlés miatt fellépő hőáramlás alapján elvégzett mérés. Minden esetben a kívánt hatásnak megfelelően a bevizsgálandó (keresett) anyagok és a környezetük között fennálló hőkapacitás-, illetve hővezetési különbségeket kell kihasználni. Példa erre az, hogy a megfelelő hőáramlás esetén a falban lévő vas- és faáthidalók láthatóvá válnak termográfiai eszközök alkalmazásával. (A vas a nagy hővezető képessége, a fa a kis hővezetése és hőkapacitása miatt válik láthatóvá beton vagy tégla között.) Ugyanezen alapulva egymástól eltérő tulajdonságú építési anyagok (átépítések, toldások, ráépítések, befalazások) is láthatóvá tehetők, vagy akár falvastagságok meghatározhatók (pl. kéményfalazás felméréséhez).

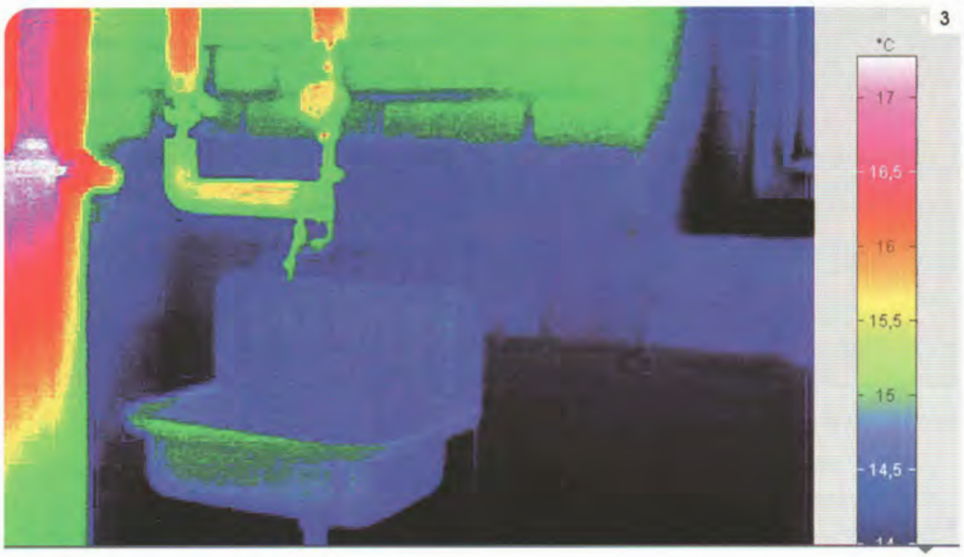
Lehetőség van arra is, hogy termográfiai eszközökkel fűtési csövek és melegvíz-vezetékek elhelyezkedését derítsük fel. E vizsgálato-

Bal oldali kép: fagerendák feltérképezése vakolat alatt (fa és falazat hővezetés-képességének eltérése alapján)
Jobb oldali kép: kéményfalazat kopásának felmérése (a falazat hőszigetelő képességének falvastagság-függése alapján)

2



Rokonszakmák
Rahne Eric: Épületenergetikai felmérések termográfiai eszközökkel II.



Átnedvesedett fal (átszivárgás a földből)

kat feltétlenül a felfűtési fázisban kell elvégezni, még mielőtt beáll a felület homogén hőmérséklet-eloszlása. Ezzel a módszerrel utólagosan – roncsolásmentesen – ellenőrizhető a fűtés fektetése (elhelyezése), a fektetés csősűrűsége (például padlófűtésnél, falfűtésnél), valamint a csövek hossza és tömítettsége, fűtőtestek és csövek légtelenítettsége.

Páralecsapódás

Az épületben lévő levegő mindig tartalmaz bizonyos mennyiségű nedvességet gőz formájában. A levegő nedvességmegkötési képessége a hőmérsékletétől függ. Harmatpontnak nevezzük azt a hőmérsékletet, amely alatt a levegőben lévő pára kondenzvízként lecsapódik az ilyen hőmérsékletű felületen. Ez természetesen a fal belsejében is megtörténhet, hiszen egyrészt a fal maga levegő-, illetve páraáteresztő képességgel bír, másrészt a külső és belső hőmérséklet gradiense pont a falban lépheti át a harmatponthoz tartozó hőmérsékletet. A páralecsapódási károk lehetséges okai: hiányos hőszigetelés (elsősorban a szoba sarkain vagy áthidalóknál, betonkoszorúknál vehető észre); az épület rossz üzemeltetése (nem megfelelő fűtés vagy szellőztetés). Miután tudjuk, hogy egy adott levegőhőmérséklet és -páratartalom mellett milyen hőmérsékletű tárgyakon (falakon) történik a páralecsapódás a harmatpont elérése következtében, az alább felsorolt környezeti paraméterek ismeretében a belső hőképfelvétel alapján meghatározható, hogy hol várható páralecsapódás, penészesedés. Sőt, a falszerkezet felépítésének függvényében nemcsak a páralecsapódás (és a penészesedés) veszélye mutatható ki, hanem az is kalkulálható, hogy – a helyiség jelenlegi használatának fenntartása mellett – mennyi idő alatt nedvesedik át az építési anyag, illetve a hőszigetelés. (Az átnedvesedés természetesen a hőszigetelő tulajdonság szinte teljes elvesztéséhez vezetne, tehát mindenképpen leállítandó folyamat.)

A kiértékeléshez feltétlenül szükséges paraméterek:

- belső és külső levegőhőmérséklet és relatív páratartalom a mérés időpontjában,
- szellőztetés és helyiséghasználat a mérés időpontjában,
- a megvizsgált helyiség tipikus használata (nappali, iroda, hálószoba, raktár stb.),
- klimatikai adatok (pl. leghidegebb téli hőmérséklet, legnagyobb relatív páratartalom),
- a megvizsgált helyiség térfogata, szellőztetés sebessége, nedvességterhelése (pl. emberi légzéstől).

Kapilláris nedvesség, illetve beázások

A termográfiai vizsgálat során felfedezhető az elpárolgó nedvesség (a szükséges elpárolgási hőmennyiség) által okozott hőelvonás miatt fellépő hőmérsékletcsökkenés. Az ilyen vizsgálat természetesen különösen jó termikus felbontású hőkamerát feltételez. E módszerrel megtalálhatók a következő jelenségek:

- földből feláramló vagy beszivárgó (kapilláris) nedvesség;
- tetőbekötések vagy ereszvezetékek tömítetlensége miatt bekövetkező beázások;
- szennyvízvezetékek tömítetlensége miatti beázások.

Szivárgások, tömítetlenségek keresése

A termográfiai szivárgáskeresés a hővezetés fizikai törvényszerűségein alapszik. Amennyiben a csőrendszerben áramló közeg (többnyire víz) hőmérséklete magasabb, mint a környezeté (fűtési vagy melegvízcsövek, padlófűtés stb.), akkor hővezetés lép fel a környező anyagokon keresztül a külső (megfigyelhető) felületig. Így a vezeték elhelyezkedése mellett a kilépő folyadék által a környező anyagban okozott hőmérsékletemelkedés is láthatóvá válik a termográfiai eszközök használatával.

Minden esetben érvényes, hogy tömítetlenségeket csak akkor lehet termográfiai eszközökkel felfedezni, ha a szivárgás helyén létrejön egy olyan hőmérséklet-különbség, amely hővezetés révén a megfigyelhető felületen is érzékelhető. Kis elfolyások érzékelése érdekében ezért (a maximális hőfok alkalmazása mellett) nyomásfokozó eszközökkel kell növelni a kilépő közeg mennyiségét. Hidegvízvezetékek szivárgásait csak akkor lehet megtalálni, ha forró vizet lehet rájuk csatlakoztatni.

Mivel a kilépő közeg természetesen a körülvevő anyagon belül „elfolyik", és esetlegesen meglévő üregekben gyűlik össze, természetesen ott alakul ki a legnagyobb hőemelkedés, ahol a közeg nagyobb mennyiségben képes megmaradni, és a hőkapacitásának megfelelő hőmennyiséget átadni a környező anyagnak. Ebből kifolyólag nem mindig ott látszik a leg-

nagyobb hőhatás, ahol a szivárgás helye van, hanem ott, ahol a kilépő közeg összegyűlik.

Nehezíti a szivárgások megtalálását továbbá az, ha a hőkamerával látható (tehát mérhető) felület fényes (tükröződő, polírozott, mázas), a felület hősugárzás-tükröződő tulajdonsága (alacsony emissziós tényezője) révén ugyanis a detektálandó kis hőkülönbségek nemigen észlelhetők. Egy egészen más jellegű probléma adódik, ha a szivárgó csövek többrétegű takarószerkezetek (pl. hőszigetelés) mögött rejtőzködnek. Ilyenkor a hőszigetelés megléte lehetetlenné teszi a szivárgás helyének felismerését, kivéve, ha a kilépő közeg a szigetelésen is átfolyik a mérendő felület felé.

Kvantitatív módszerek

A kvantitatív épülettermográfiai technológia legfontosabb kiértékelése a hőáramlás, majd ennek alapján a hőveszteség számszerű meghatározása. Az ezt végző program – nagyon leegyszerűsítve – abból indul ki, hogy a külső fal felületi hőmérséklete arányban áll a hőáramlás révén belülről kívülre szállított hőmennyiséggel. De ne feledkezzünk meg arról, hogy ehhez nagyon szigorú mérési feltételek betartása mellett rögzített hőképekre van szükség, másként teljesen téves adatokat kapunk. A hőáramlás ismeretében meghatározható az úgynevezett „U", vagyis a hőveszteségi tényező számszerű értéke is. Természetesen ehhez meg kell adni a bel- és kültéri hőmérsékletet.

Fűtési költségek számszerűsítése

A hőveszteségi tényezőtől már nem nagy lépés eljutni a fűtési költségek számításáig. A hőveszteségi tényező alapján ugyanis meghatározható, mennyi energia szükséges az épület fűtésére (adott klimatikai viszonyok között, a megkívánt belső hőmérséklet és a szellőztetési szokások figyelembevételével). Ha a különböző fűtési technológiák és fűtésanyagok energiaarányos költségei ismeretesek, egyszerű szorzással meghatározható a fűtési költségek várható éves összege.

Légszigetelési vizsgálatok

Az energia-megtakarítás egyik fontos eleme az ingatlan légcsere-mennyiségének minimalizálása (de nem teljes megszüntetése, mert akkor biztosan páralecsapódás lépne fel). A cél érdekében törekednek minél jobban záródó nyílászárók beépítésére. Gyakran viszont nem is a tömítetlen nyílászárók okozzák a legnagyobb légmozgást, hanem a hiányos vagy teljesen hiányzó párazáró fóliák, a rossz falbekötések, a hibás tetőtéri tömítések stb. felelősek a huzatért.

Annak vizsgálata, hogy mely helyeken áramlik (be vagy ki) a levegő, általában a BlowerDoor módszerrel történik: a külső térbe fújó ventilátorral 50 Pa-lal csökkentik a belső légnyomást a külsőhöz képest, így kívülről beáramlik a levegő a tömítetlen helyeken. Minél gyorsabban áramlik be a levegő, annál erősebb a légcsere, és annál több energia kell a belső hőmérséklet fenntartásához (mivel folytonosan utána kell melegíteni vagy hűteni a beáramló levegőt). Az eljárás önmagában télennyáron alkalmazható: nyáron anemométeres légsebességmérőkkel és ködfejlesztőkkel, télen akár termográfiai eszközökkel kombinálva. A téli időjárásban ugyanis kihasználható, hogy a hideg külső levegővel lehűtött épületelemek termográfiai eszközökkel jól detektálhatók.

A légáramlás vizsgálatával a következőket lehet felderíteni:

- hibás ablakkeret-falbekötés, illetve rossz tömítésű vagy deformálódott nyílászárók;
- hiányos tömítésű redőnyök, illetve szerelési fedőik;
- szerelési kivágások gipszkarton-falakban, tetőtér és alapfal, valamint könnyű építésű és hagyományos épületrészek közötti átmenetek hibái;
- hiányos tetőtéri pára- és levegőzáró fóliák.

A BlowerDoor technológia – megfelelő műszerekkel kiegészítve – további vizsgálatokra is alkalmas:

- szintenkénti és zónánkénti légcsereadatok meghatározása;
- szellőztetőrendszerek működésének és hatékonyságának vizsgálata (nyomáskülönbség-méréssel);
- elszívórendszerek és kémények működésének ellenőrzése (nyomáskülönbség- és légsebesség-méréssel);
- égéstermékek visszaáramlásának felderítése (szén-dioxid-, szén-monoxid-érzékelővel). ■

légtechnika
Tanácsadó vonal: 30-445-0385
- Ipari és lakossági ventilátorok
- Légfüggönyök
- Hővisszanyerős szellőztető készülékek

Systemair Zrt.
1037 Budapest, Bécsi út 267. Tel.: 1-453-0161; Fax: 1-453-0162
E-mail.: info@systemair.hu; Honlap: www.systemair.hu

Systemair
Megbízhatóság elérhető áron!