írta: Rahne Eric
Épületszerkezeti és épületgépészeti termográfia IV.

Termográfia

Rejtett épületkonstrukciós elemek felderítése

A termográfia témakörét körbejáró cikksorozatunkból sok hasznos információt szerezhettünk: megtudtuk, hogy milyen paraméterekkel rendelkező készülékkel érdemes munkához látnunk, és a mérések mikéntjéről is sok minden kiderült, ezúttal pedig a nyílászárók környékén fogunk vizsgálódni.

Ezeket a méréseket különböző időjárási viszonyokhoz, illetve napszakhoz kötődő hőfolyamatok kihasználásával kell elvégezni. A „trükk" a nappal történő felmelegedés után az azt követő napsütés nélküli időben, hőkapacitás-különbségek alapján történő megfigyelés, vagy az éjjeli, illetve a téli kihűlés miatt fellépő hőáramlást feltáró mérés.

Mindkét esetben a bevizsgálandó (keresett) anyagok és a környezetük között fennálló hőkapacitás-, illetve hővezetési különbségeket kell kihasználni a mérés és értékelés céljából.

Áthidalók, betonpillérek elhelyezkedése és mérete

Megfelelő hőáramlás esetén a falban lévő vas, beton és akár fából készült áthidalók láthatóvá válnak termográfiai eszközök használatával. (A vas és a beton a nagy hővezető képessége miatt, a faanyagok pedig a kis hővezetésük és hőkapacitásuk miatt válnak láthatóvá.)

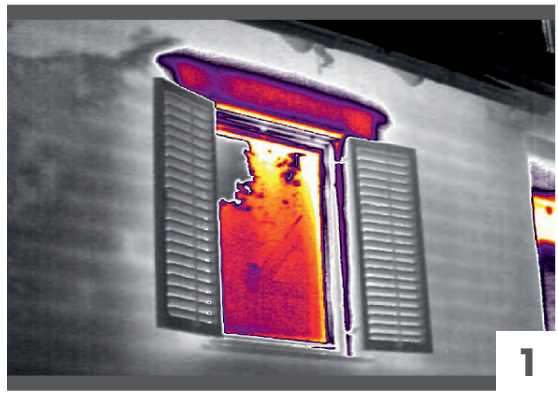
Befalazások, utólagos változtatások és egyéb anyageltérések feltárása

A falban lévő, egymástól eltérő tulajdonságú építési anyagok (átépítések, toldások, ráépítések) láthatóvá tehetők a megfelelő hőáramlás esetében. Az eltérő anyagnak a környező anyagokhoz viszonyítva eltérő hőkapacitásúnak vagy hővezető-képességűnek kell lennie. A szükséges hőáram vagy a napsütés révén történő felmelegedéssel alakul ki, vagy hűtéssel, illetve fűtéssel hozható létre. Az észlelés alapjai ugyanazok a hőáramok, mint az áthidalók esetében. A felfedezhetőség természetesen függ a létrehozható vagy már kialakult hőmérséklet-eltéréstől, valamint az alkalmazott hőkamera termikus felbontásától.

Minél erősebb a hőáram és minél érzékenyebb a hőkamera, annál több részletet, kisebb mértékű anyageltéréseket is meg lehet találni. Egy 30 mK termikus felbontású hőkamerával akár egy fűtetlen pincében, gipszkarton mögött elbújtatott, rejtett pinceátjárót is fel lehet tárni.

Tetők (tetőtér-kiépítések) hőszigetelésének felmérése termográfiával

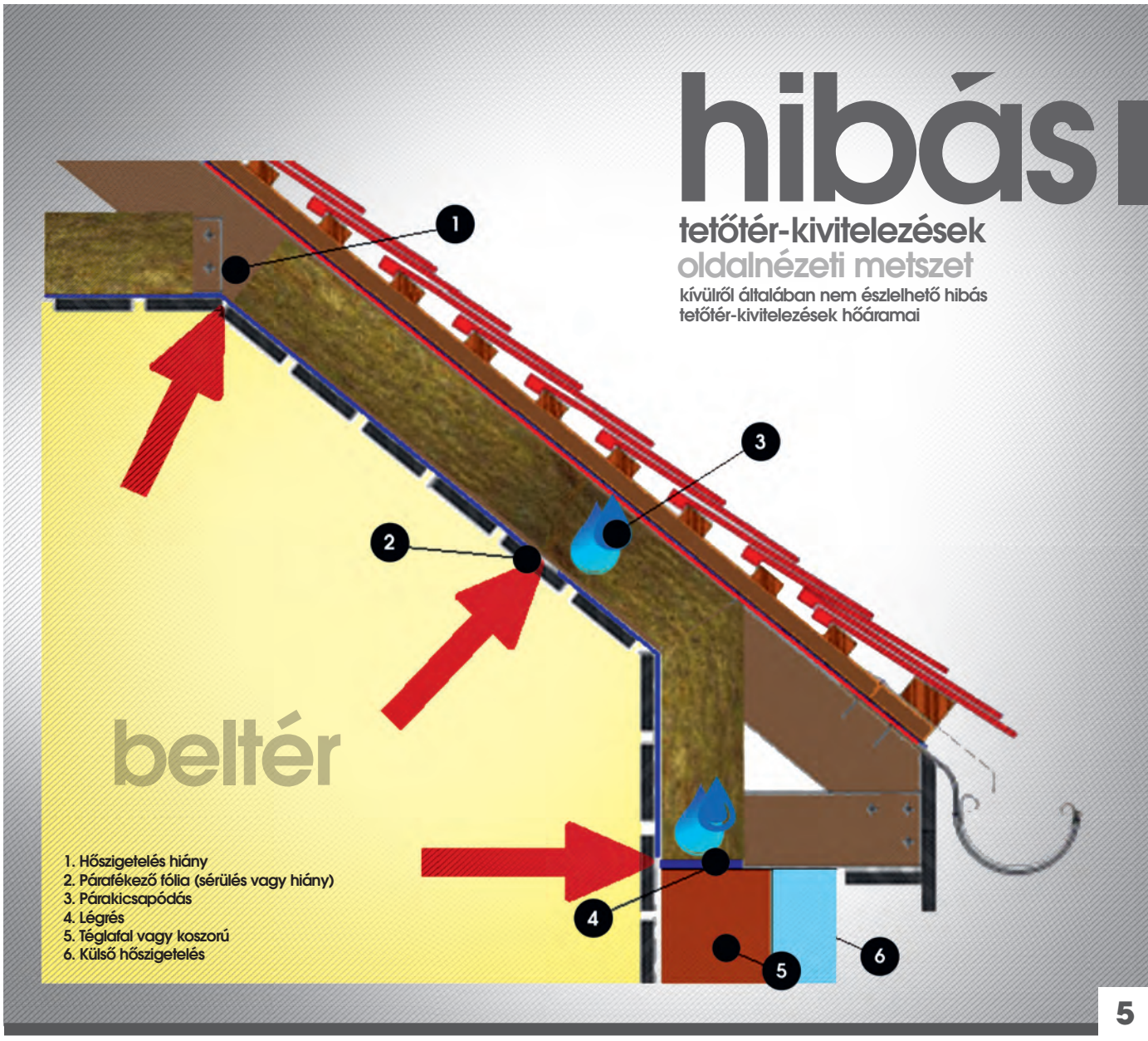
A helyes kivitelezésű tetőtér esetén kéthéjú



1

2

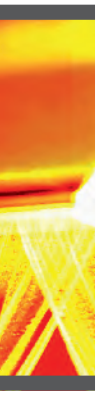
1. kép: Betonáthidaló kívülről
2. kép: Betonáthidaló belülről
3. kép: Utólagos befalazás kívülről
4. kép: Utólagos befalazás belülről

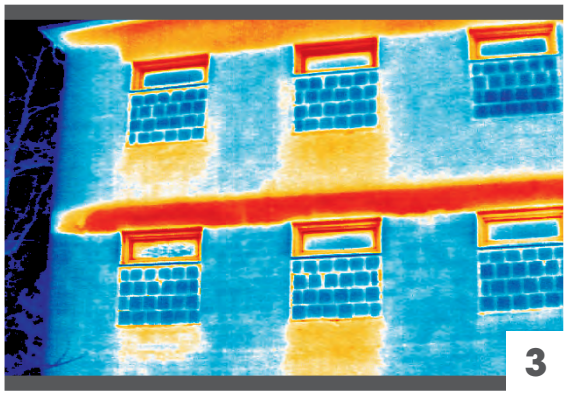


5

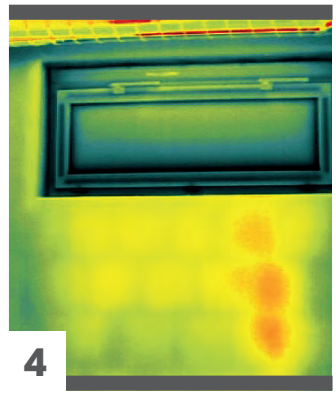
épületburkolatról van szó, ezért a tető külsejéről készített hőkép csak nagyon súlyos építészeti hibák esetén árulkodik a problémákról.

Hőszigetelési hibák, hiányzó, illetve sérült párafékező vagy légzáró fólia, valamint a hibás, nem légzáró fal-tetőtér illesztések kimutatása többnyire csak belülről lehetséges.





3



4

Légszigetelési hiányosságok, tömítetlenség

Az előzőekben már felmerült, hogy nemcsak a szigetelőanyag fizikai hiánya vagy rossz megválasztása, illetve elhelyezése jelenthet problémát, hanem az épületburkolat légtömörsége is. A korszerű, egyre jobb hőszigetelésű épületek esetében jelentősen kisebb a külső határoló falak és tető, valamint a nyílászárók hővezető-képessége révén távozó hőenergia. Ennek következtében egyre nagyobb arányt képvisel az épületetburkolatot átjáró vagy szellőztetéssel előidézett levegőáramlattal kialakuló, ún. filtrációs hőenergia-veszteség. Persze hermetikusan zárt épületek esetében ez a fajta energiaáramlás nem is jönne létre. Ebben az esetben azonban a beltér

Termográfia
Rejtett épületkonstrukciós elemek felderítése

6

alkalmatlan lenne az életvitelre, mivel sem az oxigénhiány mellett túl magas CO_2-tartalmú levegő-összetétel, sem a légzés, főzés, mosás, fürdés, növények miatt keletkezett magas páratartalom nem lenne megfelelő számunkra. A lakóépületek belső levegőjének megfelelő minősége biztosításához a levegő folyamatos cseréje szükséges, melynek intenzitása természetesen függ a benntartózkodók számától és az épület vagy helyiség használatának jellegétől. Több, országonként némileg eltérő szabvány vagy építészeti előírás is foglalkozik a levegőcsere szükséges mértékével, melynek szokásos egysége az óránkénti légcsereszám. Tipikus értéke n=0,8 h^{-1}, ami annyit jelent, hogy a belső légtér teljes térfogatának 80%-a cserélődjön ki egy óra alatt. Bizonyos körülmények között, például automatikus vagy gépi szellőztetés alkalmazásával akár 0,4–0,6 h^{-1} légcseremennyiségek is elegendőek. (Konyha és fürdőszoba esetében ettől eltérően, 45 m^3/h átlagos térfogatárammal szokás számolni.)

A légtömörség állapotának felmérése

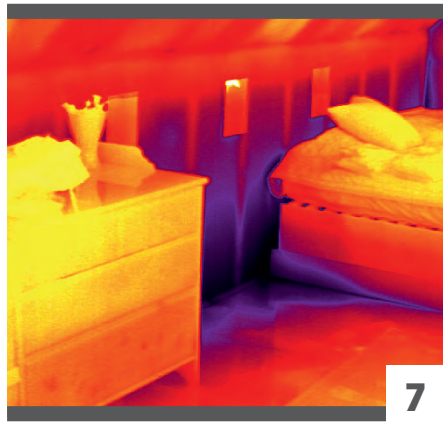
Mivel a levegőáteresztés mennyisége függ a széljárástól, valamint az épületben uralkodó légnyomástól, illetve az esetleges kéményhatástól, a légtömörség ellenőrzéséhez és számszerűsítéséhez ezek hatását kiküszöbölő módszert kell alkalmazni. A vizsgálat ezért általában az úgynevezett Blower-door eljárással történik (6. ábra). Az egyik nyílászáró helyébe ideiglenesen beszerelt külső térbe fújó ventilátorral csökkentik a belső légnyomást 50 Pa-lal a külsőhöz képest. Ennek hatására kívülről áramlik be a levegő a tömítetlen helyeken. A ventilátor által szállított levegő mennyisége az épületburkolat tömítetlenségének mértékével arányos. A légcsereszám ezután az ISO 9972 szerint az alul- és túlnyomásos eljárás légáram átlagolása alapján kerül meghatározásra:

$$V_{50} = \frac{V_{+50} + V_{-50}}{2} \quad [m^3/h]$$

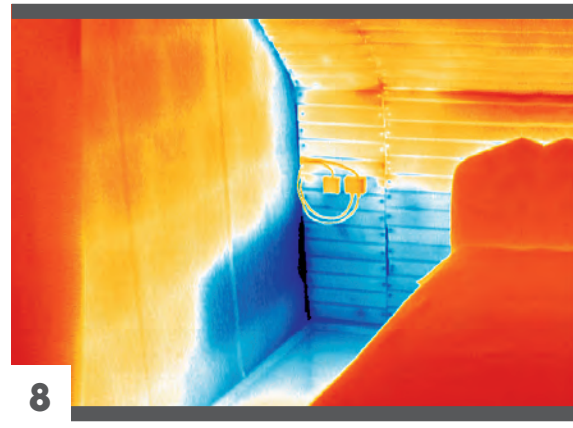
ebből:

$$n_{50} = \frac{V_{50}}{V_L} \quad [h^{-1}]$$

ahol:
V_{+50}: +50 Pa nyomáskülönbség mellett a ventilátor által benyomott levegő mennyisége [m^3/h],



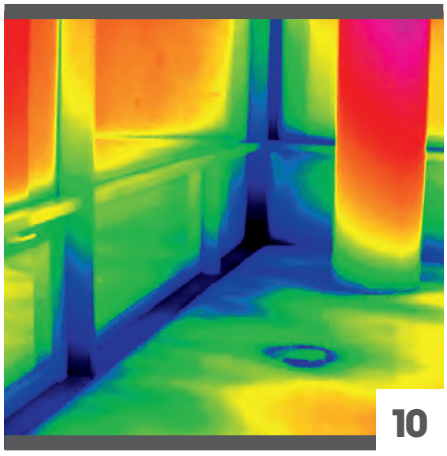
7



8

7. kép: Födémhőhíd és oldalsó szigeteléshiány.
8. kép: Melléképület hőhidas becsatlakozása.
9. kép: Hibátlan ablak, tökéletes beépítéssel és redőnykialakítással.

10. kép
Szintek közti légzárás teljes hiánya

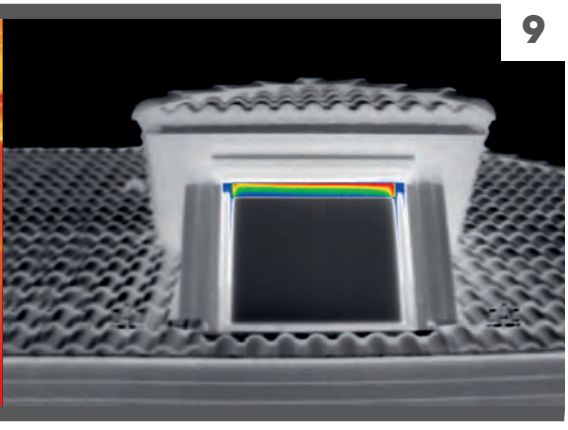


10

V_{-50}: –50 Pa nyomáskülönbség mellett a ventilátor által kifújt levegő mennyisége [m^3/h],
V_{50}: az 50 Pa alul- és túlnyomásos nyomáskülönbség mellett mért levegőáramlás átlaga [m^3/h],
V_L: a beltér teljes nettó térfogata [m^3],
n_{50}: az 50 Pa nyomáskülönbségre vonatkoztatott légcsereszám [h^{-1}].

Télen alkalmazva a Blower-door eljárás kifúvásos üzemmódját, az épületben kialakuló alacsony légnyomás miatt hideg külső levegő áramlik be a tömítetlen helyeken, repedéseken, fugákon. A hideg levegőt ugyan nem láthatjuk hőkamerával, de a fűtött épület hideg levegő hatására lehűlt épületelemei termográfiai eszközökkel jól detektálhatók. Példák erre a következők:

- hibás ablakkeret-falbekötés, illetve rossz tömítésű vagy deformálódott nyílászárók,
- hiányos tömítésű redőnyök, illetve redőnytokok,
- rossz szigetelésű búvónyílások levegőztetett tetőtereknél,
- szerelési kivágások gipszkarton falakban (villamosszerelés stb.),



9

- tetőtér és alapfal, valamint könnyűszerkezetű és hagyományos épületrészek közötti átmenetek hibái,
- hiányos tetőtéri párafékező és szélfogó fóliák.

Nyílászárókkal kapcsolatos problémák

Az ajtók, ablakok, illetve beillesztésük nagy szerepet játszanak a hőhidak, a légtömörség, valamint közvetve a párásodás és penészesedés kialakulásában. A nyílászárókkal kapcsolatos problémák nagy részét hőkamerás felméréssel észlelhetjük. Fontos azonban, hogy tisztában legyünk a fizikai, illetve méréstechnikai határokkal, amelyeknek a figyelembevételével kell kiválasztanunk a megfelelő mérési körülményeket. Ennek ellenére sem mérhető minden. Például az ablaküvegek U-értékét ne kíséreljük meg szabadtéri körülmények között termográfiai mérésekkel meghatározni. Biztonsággal legfeljebb a többi hőszigetelt üvegtáblától eltérő, feltételezhetően rosszabb tulajdonságú üvegtáblákat detektálhatunk.

Megfelelő geometriai felbontású hőkamera alkalmazásával, az ablakokon kívülről látható melegedés révén nemcsak a nyílászárók rossz zárása, hanem azok esetleges hőhidas falillesztése, vagy a nem megfelelő üvegtömítésnél kiszivárgó levegő is észlelhető és egymástól megkülönböztethető. A hibákat azonban lehetőleg belső felvételekkel is kívánatos alátámasztani. Ez nagyobb épületeknél elég komoly feladat lenne, ha ily módon minden egyes nyílászárót külön-külön vonnánk vizsgálat alá. Nagyobb épületek esetében ezért célszerű első körben kívülről felmérni, hol vannak a kritikusnak vagy éppen a legkritikusabbnak tűnő nyílászárók, esetleg egy mindenhol egyformán jelen lévő típushibáról van-e szó. Ezután következhet a „kiszemelt" nyílászárók alapos bevizsgálása az épület belsejéből. Ezt szúrópróbaszerűen akkor is tegyük meg, ha kívülről semmilyen gyanús hőhatásra nem lettünk figyelmesek! Simán előfordulhatnak ugyanis kívülről észlelhetetlen, eltakart rések vagy hőhidak, melyek belül akár nagy károk okozói lehetnek.

Azonban abba a hibába se essünk, hogy nem megfelelő ablakokat vagy rossz beépítéseket tételezzük föl mindenhol. Ugyanis nem minden hőmérséklet-eltérés egyenlő egy hibával. Ne felejtsük el a természetes levegőmozgáshoz kötődő hőáramlásokat. Jó példa erre a 9. ábrán látható hőhatás a redőnytok aljánál, mely az ablaküvegen feláramló melegebb levegő hatására jött létre. Ez egy kiküszöbölhetetlen fizikai jelenség, és nem utal semmilyen hibára. Folytatjuk! ■