írta: Rahne Eric

Épületszerkezeti és épületgépészeti termográfia

Előző cikkünkben azt vettük sorra, miért fontos figyelembe venni hőkameránk geometriai felbontását, a hőkép pixelfelbontását és a hőkamera termikus felbontóképességét. Most azt tekintjük át, mitől lesz eredményes a felmérésünk.

Megfelelő mérési körülmények között rögzített hőkép alapján a hőhidakat viszonylag egyszerű felismerni. Ott, ahol egy kültéri felvételen – többnyire jól körbehatárolhatóan – a legmagasabb hőmérséklet tapasztalható, hőhíd (vagy repedés) található. Ennek feltétele, hogy azon a helyen ne legyen lokális, belső hőforrás (például fűtőtest), esetleg tükröződés, illetve felületi (eltérő emissziós képességű) anyagkülönbség sem. (Ezt ellenőrizni kell a helyszínen, vagy ha ezt elmulasztottuk, akkor fénykép alapján.) Beltéri felvételeken a leghidegebb helyek utalnak a legtöbb esetben hőhidakra. Akkor lehetünk biztosak a hőhíd megtalálásában, ha a külső hőmérséklet-emelkedésnek megfelelő belső helyen megtaláljuk a „hideg" felületet is.

Mindent látó szem

Ugyanolyan könnyen megállapítható (egyforma külső, illetve belső bevonat esetén), hogy melyik épületelem bír jobb vagy rosszabb hőszigetelő tulajdonságokkal. De vannak még további lehetőségek, ezért nézzük meg, mi minden vizsgálható még:

- felújítási szükségletek felmérése (pl. falak hőszigetelése, ablakok, fugák és csatlakozások állapota, kivitele régi épületeken),
- külső hőszigetelések kivitelezésének ellenőrzése új és felújított épületek esetén, valamint utólagos épületrészek és erkélyek stb. falbekötéseinél,
- áthidalók miatti szerkezeti hőhidak (pl. vasgerendák esetén),
- fugák és illesztések állapota (pl. kiáramló nedves levegő miatt fellépő átnedvesedések okozói),
- épületgépészeti szerelésből származó „rések" és sérülések a külső falakban vagy szigetelésrétegben,
- utólagosan (más töltőanyaggal) eltüntetett épületkárok (pl. hőtágulási/épületsüllyedési repedések),
- műemlék épületek átalakításának feltárása.

Az eredményesség érdekében az épülettermográfiára nézve deklarált mérési feltételeket a hőszigetelésekkel kapcsolatos mérések esetében tovább kell szűkíteni. Ugyanis pontos (értékelhető információkat tartalmazó) eredményeket csak akkor kapunk, ha a következő korlátokat komolyan veszünk:

- a felvételeket a késő esti és a kora reggeli órák között készítsük (napsütésmentes napszakban),
- a kül- és beltéri hőmérséklet közötti különbség legalább 15–20 K legyen (50 mK-nél jobb hőmérséklet-felbontású hőkamerák esetén már 10–15 K hőmérséklet-különbség elegendő, 30 mK-nél jobb felbontású készülékek alkalmazásával már 8–12 K hőmérséklet-különbség mellett is elfogadható minőségű mérési adatok érhetők el),
- száraz időjárás és lehetőleg szélcsend (< 2 m/s gyenge szél) legyen,
- a beltér egyenletesen legyen felfűtve nyitott belső ajtók és szigorúan zárt külső nyílászárók mellett,
- hőszigetelés-vizsgálatok esetén az épület legalább 6-10 napig fűtve legyen (ugyanis annyi idő kell a falszerkezetek átmelegedéséhez, természetesen jellegüktől és minőségüktől függően),
- a fűtés automatikus éjjeli üzemmódja (ha van) ki legyen kapcsolva (tehát a fűtés folyamatosan, ingadozás nélkül, lehetőleg maximális teljesítményen történjen).

1

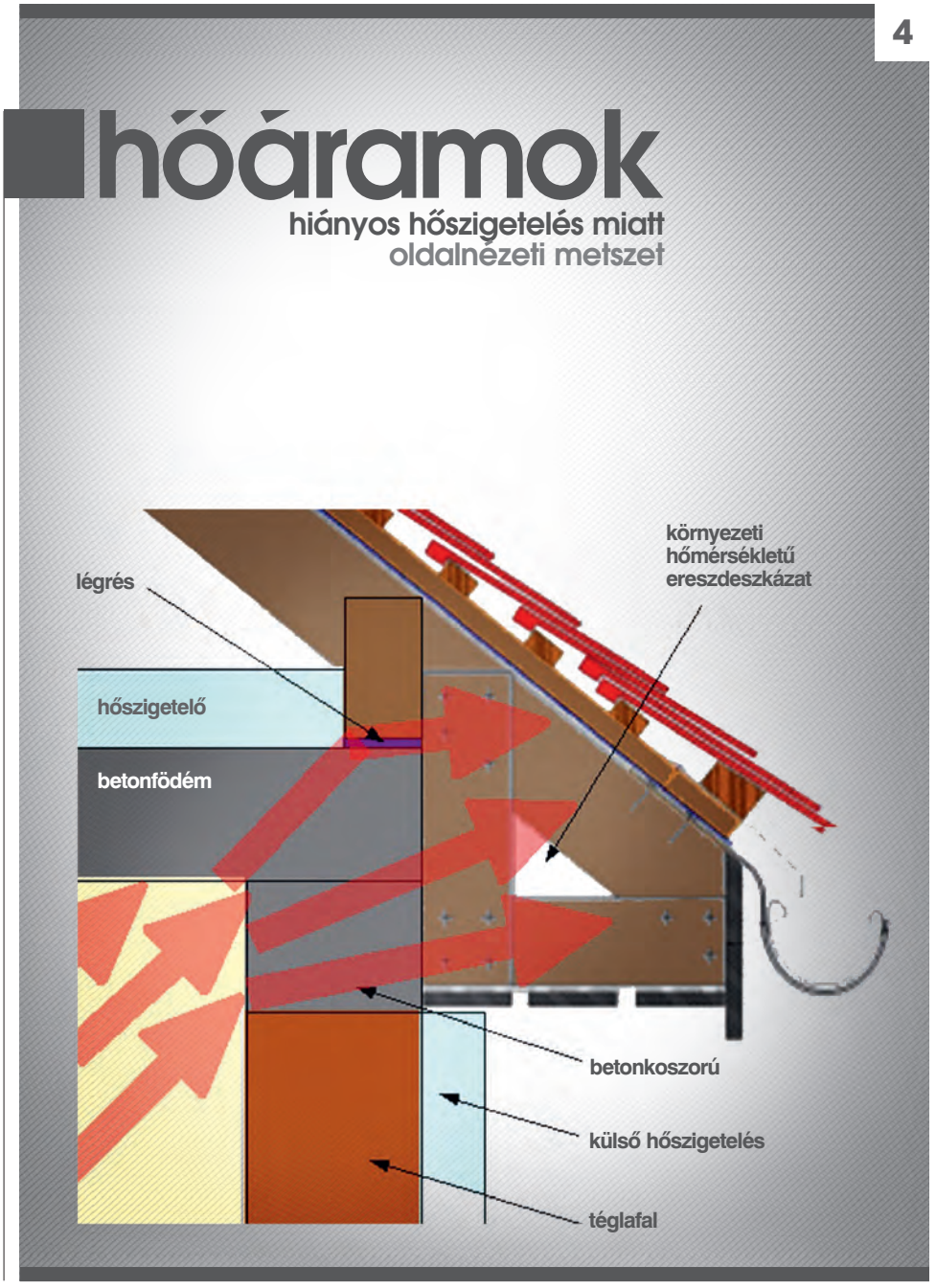
1. kép: hőmérséklet-gradiensek egy hőszigetelt fal sarkán (felülnézeti metszet): 1: külső hőszigetelés 2: téglafal

Fontos az évszak

A lakóépületek hőszigetelésének nyári felmérése még a legjobb épületklimatizálás mellett sem kivitelezhető. Egyrészt elképzelhetetlen, hogy minimum 5 napon keresztül folyamato-

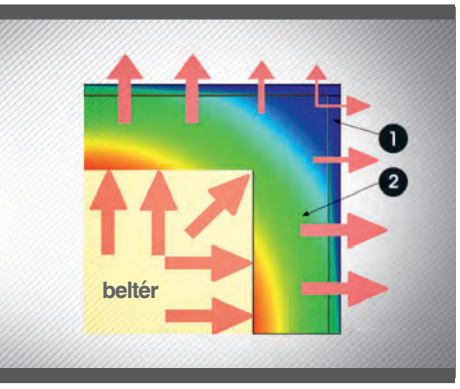
hőáramok

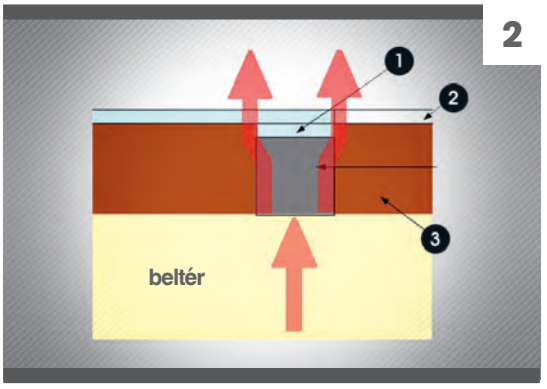
hiányos hőszigetelés miatt oldalnézeti metszet

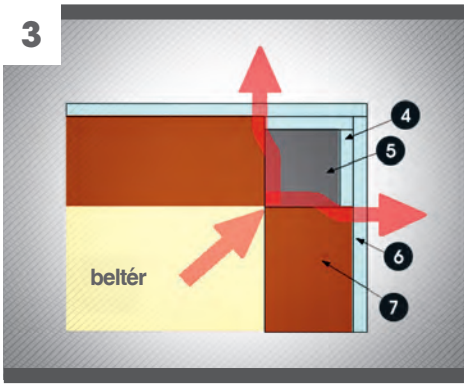


III.

san a környezeti hőmérsékletnél legalább 10 K-nél alacsonyabb beltéri hőmérsékletet állítsunk elő (gondoljunk az éjjeli lehűtésre is!). Másrészt nem a valóban bevizsgálandó, fűtési időszaknak megfelelő termikus egyensúlyok állnak be (pl. más áramlási viszonyok, a fűtés/hűtés eltérő elhelyezése miatt). Azonban hűtőházak, fagyasztó alagutak bevizsgálására éppen a nyári időszak javasolt. (Ezeket egy termográfiai vizsgálat érdekében természetesen nem célszerű télen felfűteni.)







2-3. kép: Hőáramok egy-egy betonpillér szélén (felülnézeti metszet)
1: kiegészítő hőszigetelés; 2: Külső hőszigetelés; 3: Téglafal
4: kiegészítő hőszigetelés; 5: Betonpillér; 6: Külső hőszigetelés; 7. Téglafal

Téli vizsgálatok során a még jobb felvételek készítése érdekében sem szabad közvetlenül a bevizsgálás előtt megemelni a fűtést. Az eredménye éppen ellenkező lesz, mert erős hőhatású, de csak zavaró átmeneti hőmérséklet-eloszlásokat hozunk létre vele. Kiértékelésük többnyire nemcsak nehezebb az állandósult alacsonyabb hőfoknál készített mérésekhez viszonyítva, hanem gyakran egész egyszerűen lehetetlen. A hőszigetelés kültéri vizsgálatánál nagyon fontos, hogy a napközbeni napsütés által okozott külső falréteg-felmelegedés ne gyakoroljon hatást a mérésünkre. Célszerű a mérést legkorábban 2-3 órával napnyugta után elkezdeni az észak, kelet, dél, nyugat tájolású falfelületek sorrendjében. Így biztosítható leginkább, hogy

Épületszerkezeti és épületgépészeti termográfia III.

az a falfelület tud leghosszabb ideig hűlni, mely utoljára volt a napsugárzásnak kitéve. Természetesen egy kora reggeli mérésnél ez a sorrend az egész éjjeli hűlés miatt már nem annyira fontos. Egy ilyen sorrend rutinszerű alkalmazása megkönnyítheti a felmérési munkák elvégzését és dokumentálását.

Geometriai hőhíd

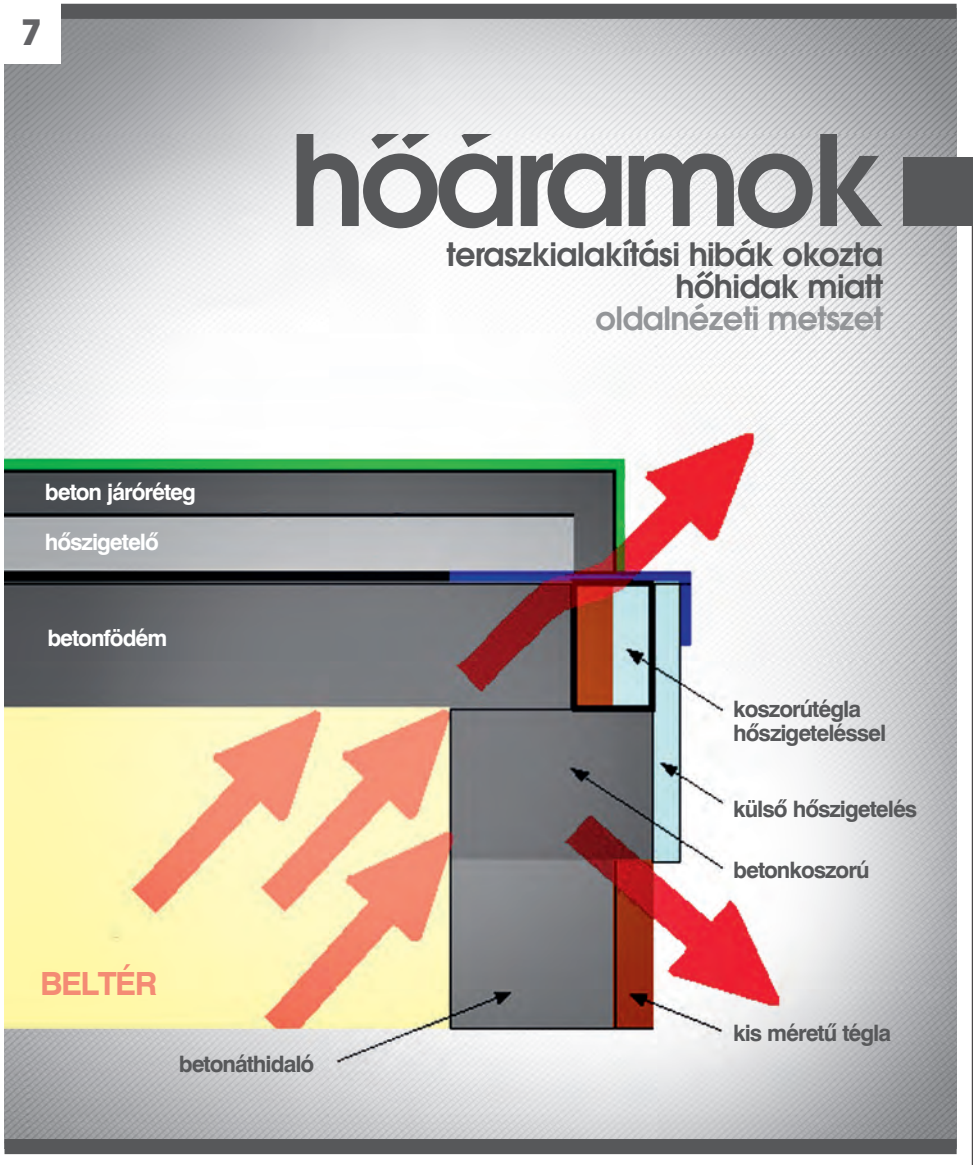
Gyakori probléma a sarkos kialakítású épületek esetében az ún. geometriai hőhíd, mely akár hőszigeteletlen, akár hőszigetelt épületekben egyaránt kialakul(hat). Tipikus példa erre a külső (vagy ún. pozitív) sarkoknál kialakuló hőmérsékleteloszlás, aminek oka, hogy a hőáram meleg oldali „belépési" felülete kisebb a hideg oldali kilépési felületénél. Ennek megfelelően a saroknál lévő külső felület kisebb hőáramból táplálva adja le a hőt nagyobb felületen, mint a fal egyenes szakaszán. A belső felület ennek következtében a saroknál lehűl. Ez a geometriai kialakításból adódó hőhíd a gyakorlatban addig nem jelent problémát, amíg a sarok belső felületének hőmérséklete nem süllyed a harmatponti érték alá (1. ábra).

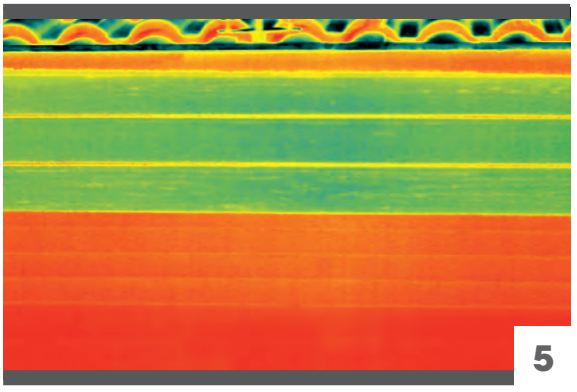
Eltérő anyagokból eredő vagy szerkezeti hőhidak

Az épületstatikai követelmények kielégítésére sok esetben betonáthidalók, vasgerendák, betonpillérek, betonkoszorúk és egyéb vasbeton szerkezeti elemek kerülnek kialakításra. Közismert, hogy azok hővezetőképessége akár sokkal magasabb is, mint a falazatban (kifalazásban) alkalmazott építőanyag (példa üreges falazótégla). Az ebből adódó hőtani problémák enyhítésére ezeket az elemeket lokális hőszigeteléssel szokás ellátni. Gyakori gond azonban, hogy ezt sokszor meggondolatlanul takarékosan hajtják végre. Úgy tűnik sok építő (építtető) úgy hiszi, hogy a hőáram mindig csak vízszintesen (vagy éppen függőlegesen) terjed. A valóságban azonban ez a terjedés minden irányú, térbeli természetű, mindig a legkisebb hőellenállású (legjobb hővezető-képességű) anyagokon keresztül valósul meg.

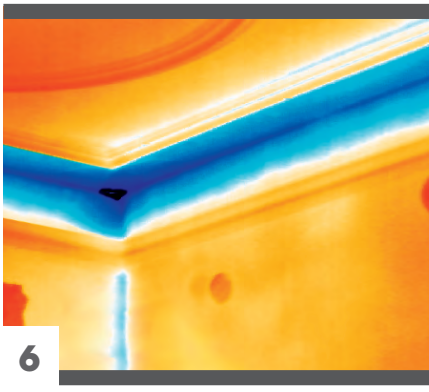
Maga a hibajelenség úgy hőszigeteletlen, mint külső hőszigeteléssel ellátott külső falakon is fellép. (Az utóbbiak esetében természetesen kevésbé súlyosan.) Kivédésére csupán néhány centiméterrel szélesebbre kellene készíteni a kiegészítő hőszigetelés rétegét. A 2–3. ábrák szemléletesen mutatják be a túl keskeny hőszigetelési burkolás hatását kívülről

7





5



6

5. kép: Kívülről észlelhetetlen hőszigetelés-hiány
6. kép: Erős hőhíd a betonkoszorú magasságában

hőszigetelt falak esetén. Az egyszerűség kedvéért csak a problémát okozó hőáramlást jelöljük.

A 4. ábra az utólagos hőszigetelés „gazdaságos" kivitelezésének netovábbját mutatja be. A már meglévő, eresz alatti deszkaburkolatot le sem bontották a szigetelés felhelyezésekor, így mögé nem került semmilyen hőszigetelés a falfelületre. Ennek eredményeként a deszkaburkolat a külső levegő hőmérsékletének megfelelő hőmérsékletű belső légtere érintkezik közvetlenül a teljesen hőszigeteletlen betonkoszorúval és a betonfödémmel. Ennél erősebb hőhidat el sem lehet képzelni. Takarás miatt e hőhíd hőhatása kívülről egyáltalán nem észlelhető. Viszont belülről a fal felső pereme szinte csöpög a harmatponti hőmérsékletek miatt kicsapódó nedvességtől a penészgomba bevonata alatt. Legyen ez intő példa arra, hogy az épülettermográfia szigorúan megköveteli a külső és belső felmérést.

Megjegyzés: A 4. ábrán látható hőszigetelési hiba hőhatásai kívülről nem láthatók, mert a faburkolat természetesen szellőztetett, így hőmérséklete megegyezik a kültéri levegő hőmérsékletével.

A 5. ábraként látható hőkép bizonyítja, hogy a 4. ábrán részletezett hőszigetelési hiba hőhatásai kívülről nem láthatók: a faburkolat alsó része a falon felszálló levegő hőmérsékletével egyező hőmérsékletű, a függőleges síkja pedig a kültéri levegő hőmérsékletével megegyező hőmérsékletű.

Hibás kivitelezésre visszavezethető hőhidak

Az előző jelenségek részben tervezési hibák miatt is kialakulhatnak. Az egyértelműen a kivitelező takarékossági igyekezete vagy éppen szakmai tudatlansága miatt kialakult hibák sokaságából csak egy „különleges" példát tekintsünk meg: a 7–9. ábrán látható teraszszigetelés átgondolatlan egyszerűsítése nyomán kialakuló hőhidat. Itt egyrészt a fémlemez bevezeti a külső hőmérsékletet a födémbetonig, másrészt a koszorútégla hőszigetelésig el sem érő felső betonréteg szintén hőhidat képez a koszorútégla és a kültér között.

Itt is szembeötlő, hogy a kívülről történő hibafeltárás nem lett volna elegendő, mivel a hatástalan külső szigetelőanyag perem elfedi a valódi problémát, a terasz fémlemezes lezárása által okozott hőhidat, valamint a felső betonréteg alatt meghúzódó hőszigetelés túl kicsi méretét. Érdekes a belső hőkép olyan szempontból is, hogy szinte teljesen fel lehet ismerni meddig ér a beépített bádoglemez. Ezen túl egy vizuálisan nem észlelhető repedés is látható a mennyezeten. ■

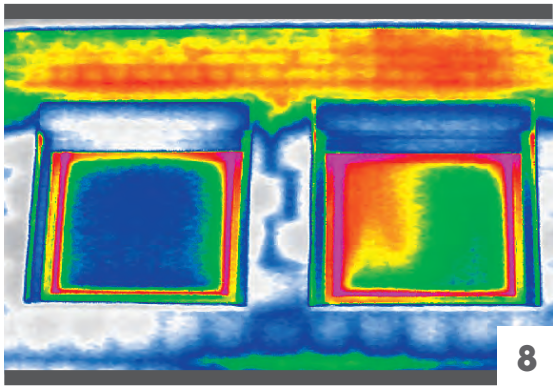
tilos

az állandóan nyitott ablak

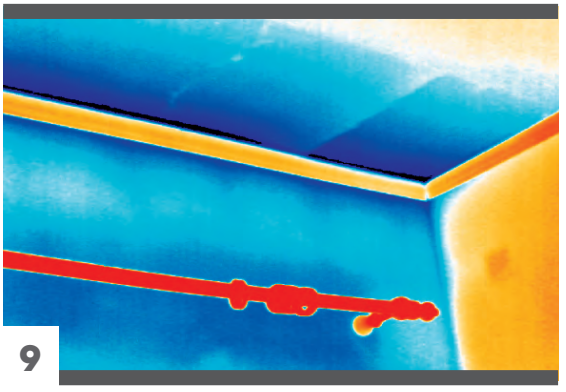
A szigorúan zárt külső nyílászáró nem azt jelenti, hogy a bentlakó nem használhatja a bejárati ajtóit vagy (akár még a vizsgálati napon is) nem szellőztetheti a lakását. Ezek a nyitási időszakok (helyes szellőztetést feltételezve) kellőképpen rövidek ahhoz, hogy az e közben kiáramló meleg vagy éppen beáramló hideg levegő ne torzítsa az áthidalók vagy a nyílászárók hőmérséklet-eloszlását. Azonban (az amúgy energetikailag sem éppen szerencsésnek nevezhető) hosszú idejű vagy akár „folyamatos" bukóablakos szellőztetés tilos. A sokáig kiáramló meleg levegő például az ablak fölötti áthidalón olyan hőeloszlást eredményezhet, mely egy gyakorlatlan termográfusban az áthidalóval kapcsolatos hőhíd gyanúját keltheti.

Mivel az épülettermográfia esetében a legtöbb mérési tárgy kifejezetten magas emissziós képességekkel bír, valamint a hőmérsékletük csak mérsékelten tér el a környezeti hőmérséklettől, így az emissziós tényező fix beállítása 92 százalékra tipikusan +/– 0,1 °C-nál kisebb mérési hibákat okoz csak.
Sőt, az emissziós tényező 100 százalékra való beállítása is csupán néhány tized fokos hibához vezet, és közben még a környezeti hőmérséklet megadásától is mentesülünk.

A cikkben találunk példákat a hőhidak kialakulásának okaira:
- Geometriai hőhíd
- Eltérő anyagokból eredő vagy szerkezeti hőhidak
- Hibás kivitelezésre visszavezethető hőhidak



8



9

8. kép: Kívülről csak az áthidaló hőhídja észlelhető.

9. kép: Erős hőhíd a betonkoszorú magasságában.