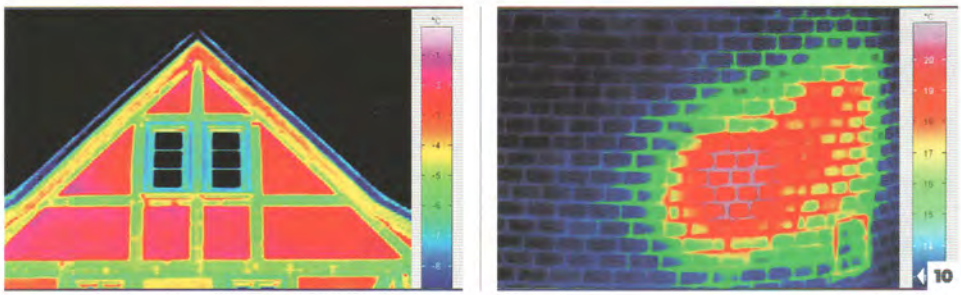
ÉPÜLETENERGETIKAI FELMÉRÉSEK TERMOGRÁFIAI ESZKÖZÖKKEL II.

Tipikus épületkárok és -hibák

Ha betartottuk a korábban részletezett 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. Tekintsük át, még mi minden vizsgálható meg:

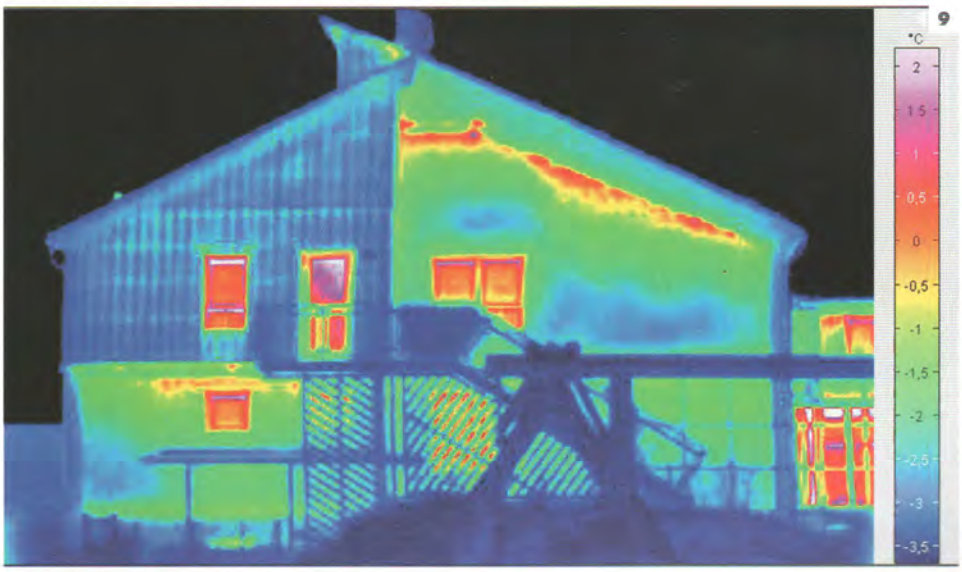


10

Rejtett épületkonstrukciós és épületgépészeti elemek felfedezése.
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).

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

Lakóépület falainak állapotfelmérése, hőhidak keresése.

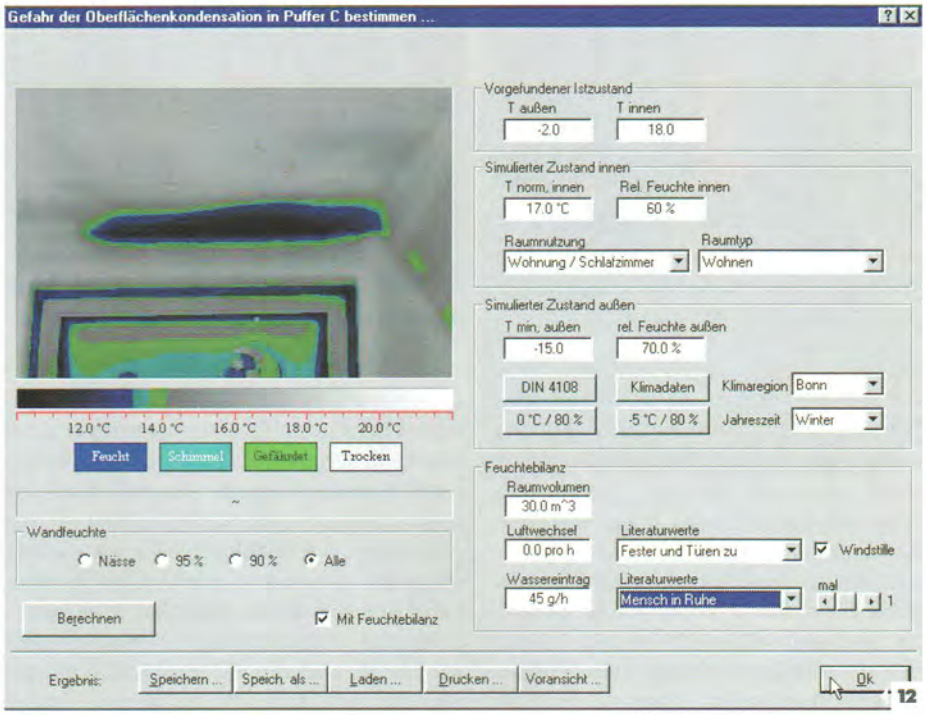


9

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 (az 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 fa áthidalók láthatóvá válnak termográfiai eszközök alkalmazásával. (A vas a nagy hővezető-képessége miatt, 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 a falvastagságok is meghatározhatók (pl. kéményfalazás felméréséhez).



Páralecsapódás, penészesedés veszélyének jelölése Fornax szoftverrel.

Lehetőség van arra is, hogy termográfiai eszközökkel fűtési csövek és melegvíz-vezetékek elhelyezkedését derítsük fel. Feltétlenül a felfűtési fázisban kell elvégezni a termográfiai vizsgálatot, 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 a következők:

- 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

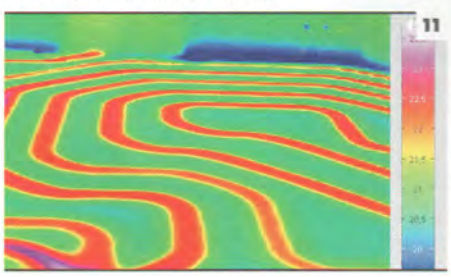
A termográfiai vizsgálat során felfedezhető az elpárolgó nedvesség (a szükséges elpárolgási hőmennyiség) által okozott hőelvonás miatt fellépő hőmérsékletcsökkenés. Az ilyen vizsgálat természetesen különösen jó termikus felbontású hőkamerát feltételez. E módszerrel megtalálhatók a következő jelenségek:

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

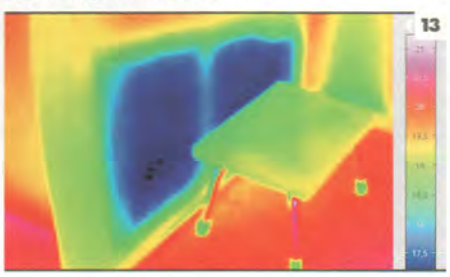
Szivárgások, tömítetlenségek keresése

A termográfiai szivárgáskeresés a hővezetés fizikai törvényszerűségein alapszik.

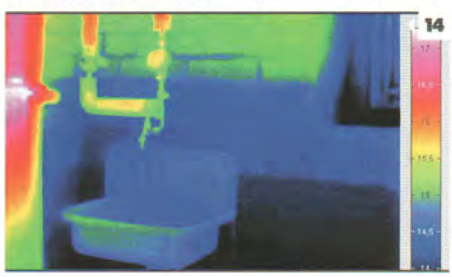
Padlófűtéscső elhelyezkedése.

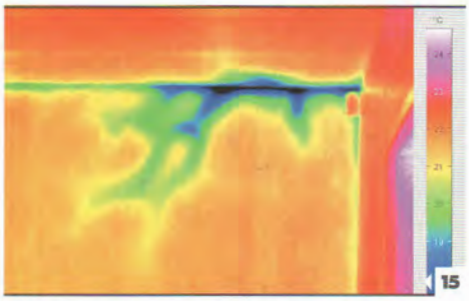


Feláramló (kapilláris) nedvesség egy könnyűszerkezetes falban.

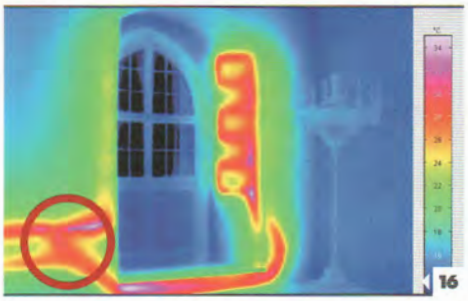


Átnedvesedett fal (átszivárgás a földből).

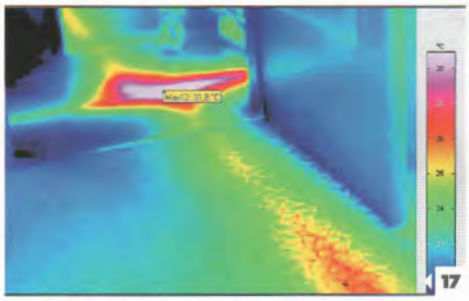




Gipszkarton-burkolat mögött összegyűlt nedvesség (ok: páralecsapódás).



Falfűtési rendszer tömörtelenséggel (a tömörtelenség helyét a kör jelöli).



Fűtőcső tömörtelensége (szivárgás).

Amennyiben a csőrendszerben áramló közeg (többnyire víz) hőmérséklete magasabb, mint a környezeté (fűtési vagy melegvíz-csövek, padlófűtés stb.), akkor hővezetés lép föl a környező anyagokon keresztül a külső (megfigyelhető) felületig. Így a vezeték elhelyezkedése mellett a kilépő folyadék által a környező anyagban okozott hőmérséklet-emelkedés 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 hőmérsékletkülönbség, 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. Hidegvíz-vezetékek 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 legnagyobb hőhatás, ahol a szivárgás helye van, hanem ott, ahol a kilépő közeg összegyűlik.

Nehezíti a szivárgások megtalálását továbbá az is, 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.

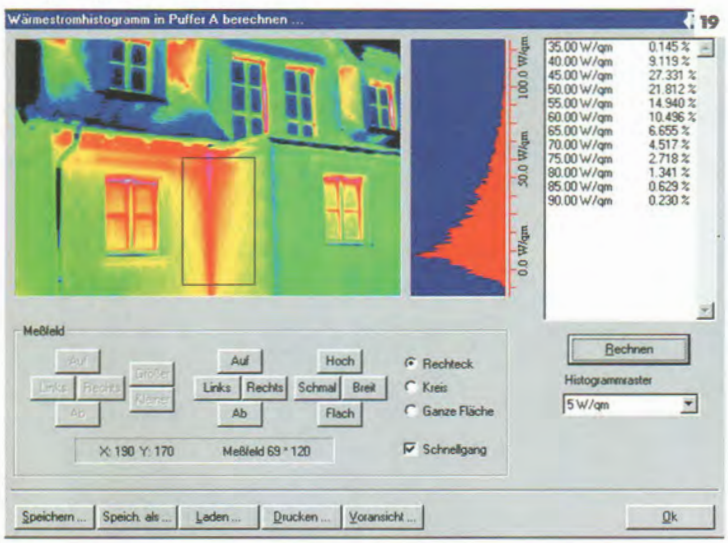
Kvantitatív módszerek

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"-tényező, vagyis a hőveszteségi tényező számszerű értéke is. Természetesen ehhez meg kell adni a bel- és kültéri hőmérsékletet.

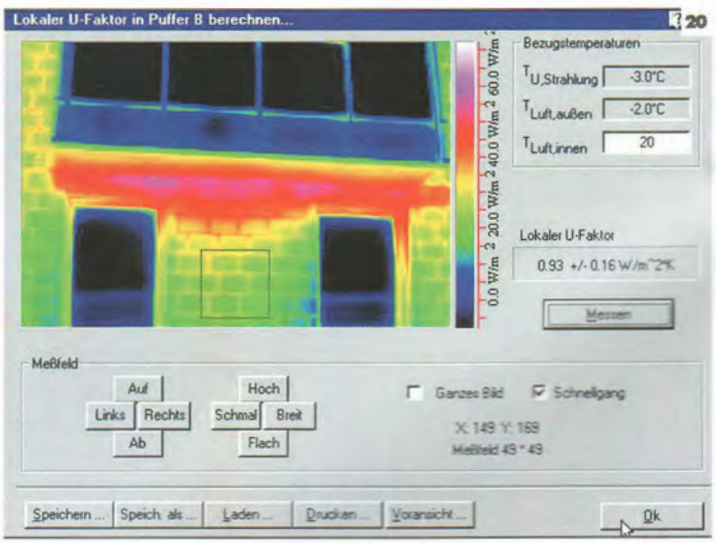
Fűtési költségek számszerűsítése

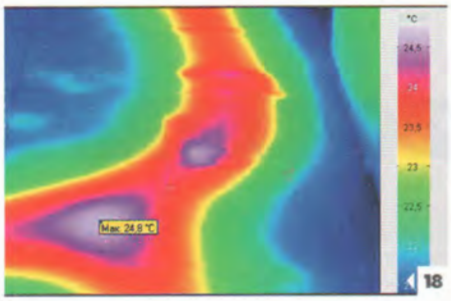
A hőveszteségi tényezőtől már nem nagy lépés eljutni a fűtési költségek számításáig. A hőveszteségi tényező alapján ugyanis meghatározható, mennyi energia szükséges az épület fűtésére (adott klimatikai viszonyok között, a megkívánt belső hőmérséklet és a szellőztetési szokások figyelembevételével). Ha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

Hőáramlás számszerű meghatározása hőkép alapján Fornax szoftverrel.



A hőveszteségi tényező számszerű meghatározása Fornax szoftverrel.





Melegvízvezeték kifolyással.

Légszigetelési vizsgálatok

Az energiamegtakarítás egyik fontos eleme az ingatlan légcsere-mennyiségének minimalizálása (de nem teljes megszüntetése, mert akkor biztosan páralecsapódás lépne föl). 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 télen-nyáron 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.

Ventilátorral előállított vákuummal történő vizsgálat [BlowerDoor].

A légáramlás vizsgálatával a következőket lehet felderíteni:

- hibás ablakkeret-falbekötés, illetve rossz tömítésű vagy deformálódott nyílászárók;
- hiányos tömítésű redőnyök, illetve szerelési fedőik;
- rossz szigetelésű búvónyílások levegőztetett tetőtereknél;
- szerelési kivágások gipszkarton falakban (villamos szerelés stb.);
- tetőtér és alapfal, valamint könnyű építésű és hagyományos épületrészek közötti átmenetek hibái;

Légáramlás láthatóvá tétele füsttel [BlowerDoor].

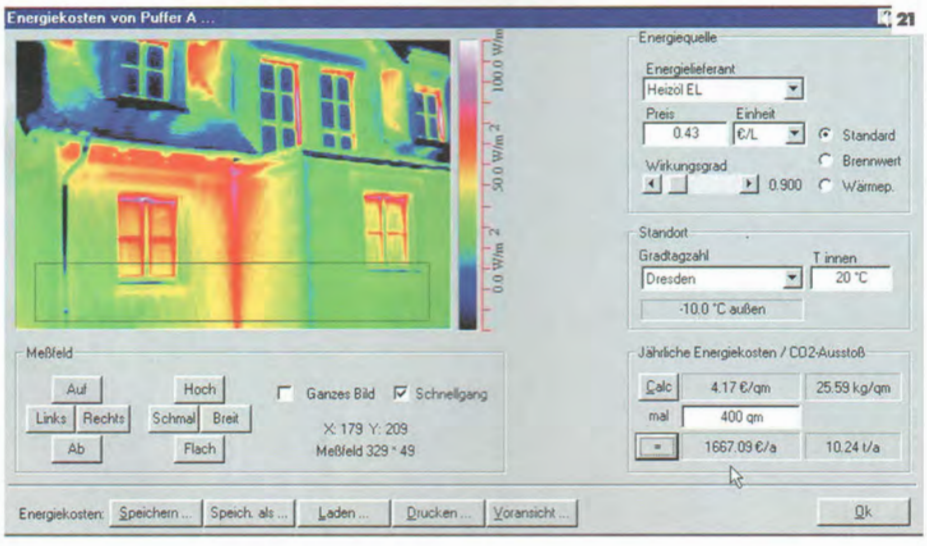
- hiányos tetőtéri pára- és levegőzáró fóliák.

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

- szintenkénti és zónánkénti légcsere-adatok meghatározása (sokcsatornás nyomásméréssel);
- szellőztetőrendszerek működésének és hatékonyságának vizsgálata (nyomáskülönbség-méréssel);
- elszívórendszerek és kémények működésének ellenőrzése (nyomáskülönbség- és légsebességméréssel);
- égéstermékek visszaáramlásának felderítése (szén-dioxid-, illetve szén-monoxid-érzékelővel).

Rahne Eric
okl. villamosmérnök (BME)
rezgésdiagnosztikai szakértő
termográfiai szakértő

A fűtési költségek számszerű meghatározása Fornax szoftverrel.



Anemométerrel (légsebességmérő műszerrel) történő mérés [BlowerDoor].