

Terjedelmes objektumok megjelenítése egyetlen hőképen

# KORSZERŰ HŐKAMERÁK SZAKMAI SZEMMEL (V.)

**Megfelelő szoftverrel sokórás kézi hőképkorrekció és -összeillesztés helyett 5 perc alatt akár több tíz hőkép tökéletesen és automatikusan montírozható egyetlenegy, korlátok nélkül tovább kiértékelhető adatfájlba.**

**N**agy kiterjedésű tárgyak (például ipari létesítmények, középületek, nagyméretű gépszerkezetek, kemencék) termográfiai megjelenítése gyakran azzal az ígérennyel párosul, hogy a tárgy egészét egyetlen termográfiai felvételen lehessen megtekinteni a tárgy hőmérsékletei közötti összefüggések felismerése érdekében. Ez természetesen csupán egy hőkép elkészítésével – még a microscan eljárás alkalmazása esetén is – csak ritkán megvalósítható, mert ehhez gyakran még 3,15 Mpixel sem elég a kötelezően betartandó geometriai felbontás mellett, de még inkább a helyszíni körülmények a legtöbb esetben lehetővé sem teszik, hogy egy

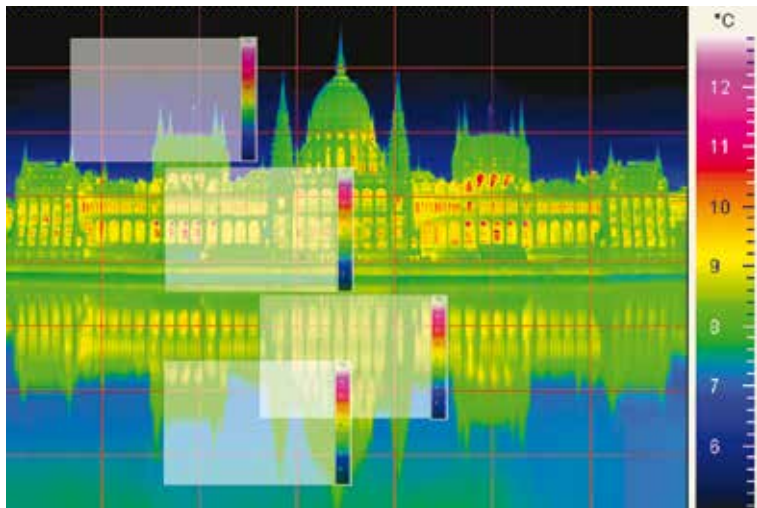
terjedelmesebb tárgyat egyetlen helyszínről teljes kiterjedésében rögzítsünk.

## PANORÁMAKÉP, UTÓLAGOS HŐKÉPMONTÍROZÁS

**Panoráma** Ha a szóban forgó tárgy vízszintes irányban elnyúló objektum, akkor a több hőkameratípus esetében is elérhető panorámafelvétel funkció jelent megoldást. Ennek használatával több (egymással átfedésben lévő) hőképet készíthetünk egymás után a hőkamera vízszintes elforgatása vagy továbbállítása mellett, majd a hőkamera szoftvere (vagy a hozzá tartozó PC-szoftver) automatikusan összeilleszti ezeket a hőképeket egy összefüggő, hosszúkás

hőképpé. Természetesen a szoftver képességén múlik, hogy az összeillesztés eredménye csupán egy összefüggő grafikus megjelenítés (amely már csak szép színes kép, tehát nem korrigálható, vagy tovább nem kiértékelhető), vagy akár egy újabb (nagyobb) hőképadatfájl, amely a termográfiai kiértékelőszoftverrel ugyanúgy korrigálható, feldolgozható és kiértékelhető, mint az eredeti egyedi adatfájlok. Természetesen csak az utóbbi jelenti az igazi megoldást. Az eljárás korlátja, hogy csak egy-egy vízszintes képsort képes feldolgozni.

**Kétdimenziós (automatikus) hőképmontírozás** A tárolt hőképek összeillesztése (montírozása) főleg terjedelmes tárgyak esetén gyakran szükséges, de ehhez tipikusan a vízszintes (panoráma-) képkalkotás nem is elegendő. Ha pedig nemcsak vízszintesen, hanem függőlegesen is több hőkép montírozandó, az összesen feldolgozandó hőképek száma robbanásszerűen megnő – ezzel együtt természetesen a munkafolyamathoz szükséges idő is. Sok magyarázatot nem igényel, hogy ilyenkor mekkora segítséget nyújthat egy olyan szoftver, amely a hőképek automatikus montírozását végzi el. Főleg úgy,



» 7×8 (azaz 56!) egyedi, 1,23 Mpixeles hőképből összeillesztett A2 (falnaptár) méretű hőkép (a háló jelzi a hőképek elrendezését, a világos felületek az eredeti hőképek méreteit mutatják, az alkalmazott átfedés nagyobb 40 százaléknál) (forrás: PIM)

**» HATALMAS SEGÍTSÉGET JELENT EGY OLYAN SZOFTVER, AMELY A HŐKÉPEK AUTOMATIKUS MONTÍROZÁSÁT VÉGZI EL. «**



» Termográfiai objektívek (forrás: InfraTec)

## » MINÉL NAGYOBB ÁTMÉRŐJŰ EGY TERMOKAMERA OPTIKAI LENCSEJE, ANNÁL TÖBB SUGÁRZÁSI ENERGIA JUT A HŐÉRZÉKELŐ FELÜLETÉRE. «

megfelelő anyagokból. Tehát nem lehet egy hőkamerát vásárolni, majd egy optikai mikroszkóplencsét elé tenni, csak mert most éppen nagyon kis tárgyakat akarnánk mérni. De egy hosszuhullámú hőkamera lenséje sem szerelhető egy középhullámú hőkamera elé (és fordítva sem, mert mindkét esetben azt tapasztalnánk, hogy semmilyen sugárzást nem tudnánk mérni.) Hosszuhullámú hőkamerák esetén a lencseanyag tipikusan germánium, amelyet még egy speciális antireflexiós réteggel is bevonnak, így érve el az akár 99 százalékos feletti transzmissziós tényezőket. (Tehát vegyszerrel vagy koptató tisztítószerrel ne távolítsuk el a szennyeződések az optikákról!)

Viszont ha hőkamerák objektívjeiről beszélünk, nem kerülhetjük ki, hogy alapvető különbséget ne tegyünk a kis költségű (úgynevezett low cost) és a professzionális készülékek között. Míg az előzőekre jellemző a minél kisebb méretű (és ezáltal minél olcsóbb), általában bonthatatlanul beépített – és a hosszuhullámú tartományuk ellenére talán nem is germániumalapú – lencse, a profi készülékeké nagyméretű, és többnyire azzal a lehetőséget is kínálja, hogy

hogya a tárolt hőképek összeillesztésének eredménye egy nagyobb pixelméretű, de korlátok nélkül kiértékelhető hőképadatfájl (tehát nem csak egy grafikai kép).

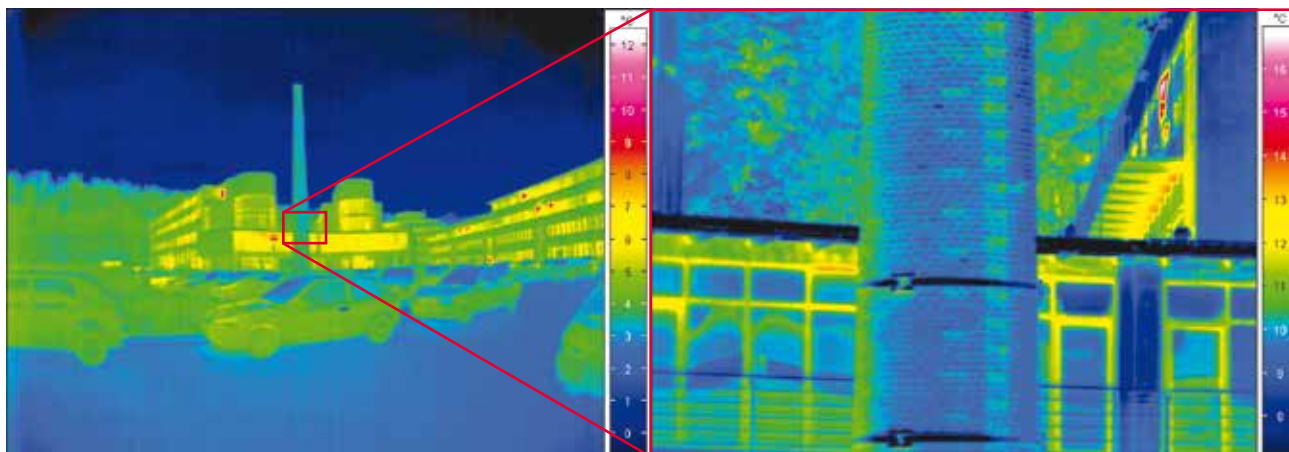
Természetesen egy ilyen automatikus összeillesztés több feltételhez kötődik: a hőképeknek megfelelően nagy átfogással kell rendelkezniük, rögzítésüknek ugyanolyan megfigyelési szögű és ugyanolyan távolságból kell történnie. Ezen túl kötelezőek az egyforma mérési körülmények és az azonos hőkamera-beállítás is. Mindez nagyon nagy fegyelmet és pontos helyszíni munkavégzést feltételez, de betartásuk többszörösen is megtérül. Például az Infratec cég IRBIS3 mosaic nevezetű szoftverével sokórás kézi hőképpkorrekció

és -összeillesztés helyett 5 perc alatt akár több tíz hőkép tökéletesen és automatikusan montírozható egyetlen, korlátok nélkül tovább kiértékelhető adatfájlba.

Az említett szoftver különleges képességei közül még kiemelendő a hőképek hőmérséklet-skálázásának egymáshoz való illesztése, a hőképek optikai (perspektivikus) deformációjának korrekciója és a többféle (választható) matematikai módszer a hőképadatok egymáshoz illesztéséhez.

### TERMOGRÁFIAI OBJEKTÍVEK, ELŐTÉLLENSÉK

A legfontosabb: a termográfiai lencsék nem készülhetnek üvegből, hanem csakis a hőkamerák hullámhossztartományának



» Teleobjektív használatával elérhető hőképfelbontás (forrás: InfraTec)

## KIEGÉSZÍTŐ MEGJEGYZÉS

Zoomobjektívek sajnos nem léteznek hőmérséklet-mérési célú hőkamerákhoz. Ennek oka egyrészt az ilyen objektívek tetemes költsége, de az igazi kizáró ok a hőkamera kalibrálási igénye: mivel ugyanis egy zoomobjektív esetén minden egyes nagyítási beállítás mellett eltérő nagyságú a virtuális apertúra mérete, így minden lehetséges (folyamatos zoom = végtelen sok) beállításhoz egy-egy külön kalibrálásra lenne szükség.

az objektívet kicserélhessük az éppen szükségesre. Megjegyzendő, hogy néhány éve léteznek már low cost készülékek is cserélhető objektívekkel. Miért is jó a nagy lencse és a cserélhetőség?

## A LENCSEÁTMÉRŐ HATÁSA A MÉRÉSI KÉPESSÉGEKRE

Minél nagyobb átmérőjű egy termokamera optikai lencséje (pontosabban apertúrája), annál több sugárzási energia jut a hőérzékelő felületére. Az optikai rendszer fényerősségének (itt az átvitt infravörös sugárzás intenzitásának) mértéke a rekeszszám, amely a fókusz-távolságnak és az apertúra lencseátmérőjének hányadosa. Értelmszerűen minél kisebb a rekeszszám, annál nagyobb a lencseátmérő, és annál nagyobb az energiabevitel az érzékelőre, ami természetesen nagyobb érzékenységet és pontosságot eredményez. De vigyázat: minél nagyobb a lencse átmérője, annál inkább eltér az ideális optikai rendszer modelljétől, a Gauss-féle optikától. Ennek hatására pedig fokozódnak a leképezési hibák (például képdeformáció), amelyek csak egyre igényesebb lencseformákkal ellensúlyozhatók.

Ha az előbbieket néhány számadattal is alá akarjuk támasztani, akkor hasonlítsuk össze a legelterjedtebb kategóriájú mikrobolométeres hőkamerákat. A low cost hőkamerák kisméretű objektívjei legfeljebb 100 mK érzékenységet tesznek lehetővé 50 Hz képfreccsítés mellett, jobb termikus felbontás (például 80 vagy 60 mK) elérése érdekében növelni kell az integrálási időt – tehát csökkenteni kell a képfreccsítési gyakoriságot 30, 25 vagy akár csupán 9 Hz-re. Professzionális hőkamerák nagyméretű objektívjei a hőkamera „tudásától” függően

50 Hz vagy akár még 240 Hz képfreccsítés mellett is 50 vagy akár 30 mK termikus felbontást tesznek lehetővé. Persze az sem mintegy, hogy egy low cost hőkamera lencséje legfeljebb néhány százezer forintba kerül, profi készülékek esetén a termográfiai optikák ára pedig az egymillió forint fölötti árszinten mozog.

## » HA KICSERÉLJÜK AZ OBJEKTÍVET, MÁK KALIBRÁLÁSI ADATFÁJL SZÜKSÉGES A SUGÁRZÁSÉRZÉKELÉS KORREKCIÓJÁHOZ. «

### CSERE OBJEKTÍVEK SZÜKSÉGESSÉGE ÉS VÁLASZTÉKA

A termográfiai mérések esetén az értékelésnek megfelelő megfigyelési látómező méretén túl a legfontosabb a korrekt hőmérséklet-érzékeléshez elengedhetetlen geometriai felbontás biztosítása. Például egy 2 mrad geometriai felbontást nyújtó „standard” objektív esetén 5 m távolságból csak minimum 30 mm méretű tárgyak (vagy tárgyreszletek) hőmérséklete érzékelhető még biztosan. Kisebb tárgyak méréséhez vagy kisebb mérési távolságot, vagy más optikát kell választanunk. (Egyébként a termográfiai felvétel nem tudná a bennünket érdeklő kis tárgy hőmérsékletét kimutatni.) Kicseréljük tehát az előbbi „standard” lencsét egy teleobjektívra, ekkor 1 mrad geometriai felbontás mellett 5 m távolságból 15 mm méretű tárgyak hőmérsékletét is mérhetjük.

(Megjegyzés: a hőkamerákba beépített zoom csak digitális nagyítás, amely a fenti problémát nem oldja meg – sőt, a drágán

megvásárolt hőképpixelék nagy részét ilyenkor még ki is iktatjuk a mérésünkből. Tehát soha ne használjuk!)

Elsősorban a professzionális hőkamerák esetén létezik nagy választék csereobjektívekből, amelyek a könnyed cserélhetőség érdekében sok esetben nem is menetesen, hanem bajonettzárral csatlakoznak a hőkamerához. Ezek a lencsék lehetőleg elektronikus kódolással is rendelkeznek, hogy a hőkamera magától észrevegye, hogy éppen melyik objektívvel dolgozunk, és automatikusan betöltse az objektívhez tartozó kalibrálási adatfájl. Az utóbbi azért szükséges, mert valamennyi hőkamera esetén annak kalibrálása mindig az éppen felszerelt lencsével együtt történik meg a lencse és a hőkamera karak-

terisztikájának együttes meghatározása és korrekciója érdekében. Tehát ha kicseréljük az objektívet, más kalibrálási adatfájl szükséges a sugárzásérzékelés korrekciójához. (Ebből természetesen az is következik, hogy egy utólagosan vásárolt objektív ezzel együtt történő gyártói hőkamera-újralibrálást von maga után. Valamint az is, hogy azonos hőkamerák között sem cserélhetünk ki még „egyforma” objektíveket sem „büntetlenül”.)

» Rahne Eric



[www.pim-kft.hu](http://www.pim-kft.hu)  
[www.termokamera.hu](http://www.termokamera.hu)



[pim@pim-kft.hu](mailto:pim@pim-kft.hu)

#### HATÉKONYSÁGMUTATÓ

Anyagfelhasználás	■	Energiaigény	■
Üzemfenntartás	■	Kezelhetőség	■
Időráfordítás	■	Élettartam	■