HŐKAMERA ALAPOK

ÉS

GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK

2015. november 3.

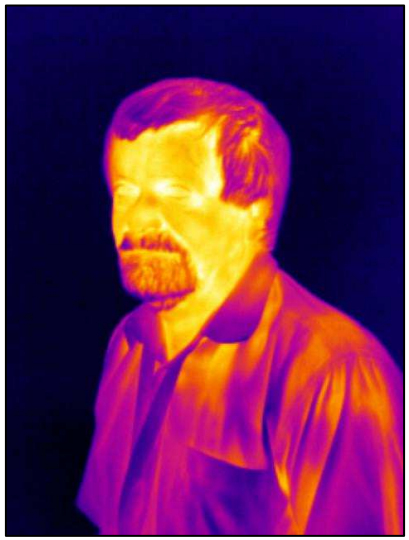
LÁTHATÓ KÉP

- a (látható) fény szemünkkel érzékelhető elektromágneses hullám,
- a látható képet környezetünk tárgyairól visszaverődő elektromágneses hullámok alkotják

HŐFÉNYKÉP

- a tárgyak a nem látható tartományban elektromágneses sugarakat bocsátanak ki,

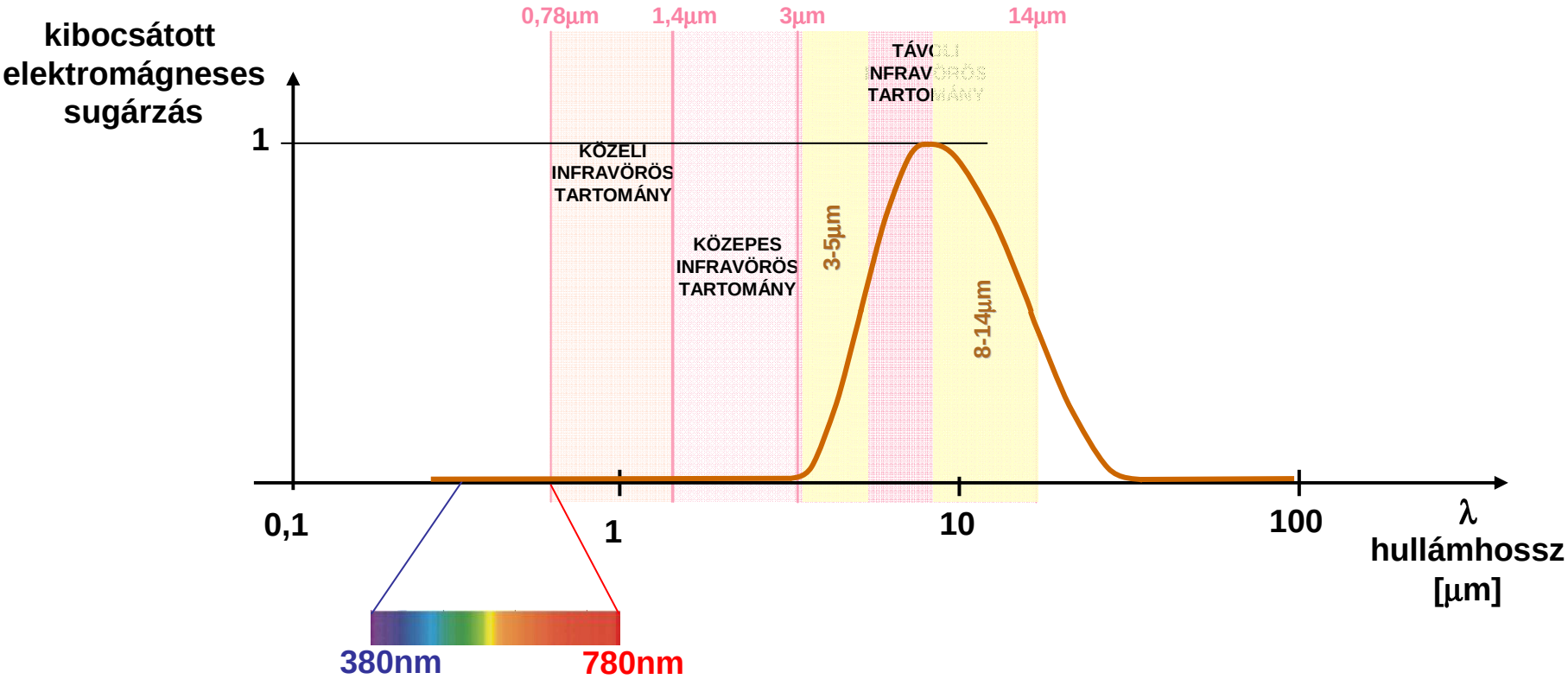
- érzékelők villamos jelekké alakítják ezeket a sugarakat,
- elektronika digitális jellé alakítja a villamos jeleket,
- a digitális értékekhez látható színeket rendel,
- a színeket megjeleníti.



AZ INFRAKÉP - sugárzáson alapuló hőmérséklet mérés

- a testek által kibocsátott elektromágneses sugárzást függ:
  - a test hőmérsékletétől,
  - a test anyagától,
  - felületének minőségétől.

Pl.: az emberi test elektromágneses sugárzása:



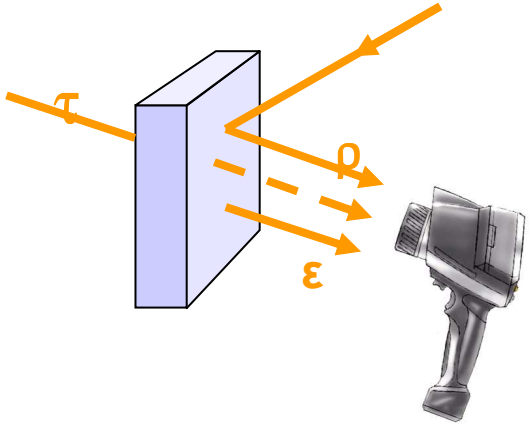
infrakép készítés : két tartományban : 3µm-5µm (magasabb hőmérsékleten) és
8µm-14µm (alacsonyabb hőmérsékleten)

oka: - a levegő kedvező áteresztési tulajdonsága, „atmoszferikus ablak”,
- a maximális intenzitás eltolódás

A MÉRÉS ELVE

Három tényező határozza meg a felület sugárzását:

- az emisszió: **sugárzás kibocsátási képesség, jellemzi: emissziós tényező (ε)**
- a reflexió: **sugárzás visszaverési képesség, jellemzi: reflexiós tényező (ρ)**
- a transzmisszió: **sugárzás átengedési képesség, jellemzi: transzmissziós tényező (τ)**



A három tényező összege minden hullámhosszon kiadja a testet ért teljes intenzitást:

$$\varepsilon + \rho + \tau = 1$$

a gyakorlatban a legtöbb anyagnál a transzmisszió (τ) igen csekély, $\tau \approx 0$,

így:

$$\varepsilon + \rho = 1$$

azaz: magas emisszió $\Rightarrow$ alacsony reflexió,
és fordítva: magas reflexió $\Rightarrow$ alacsony emisszió

A MÉRÉS ELVE (folytatás)

Az ideális sugárzó az „abszolút fekete test”,

nem fekete test sugárzás kibocsátó képessége, azaz emissziós tényezője (ε) - a hullámhossz-tartománytól függetlenül - mindig kisebb mint 1.

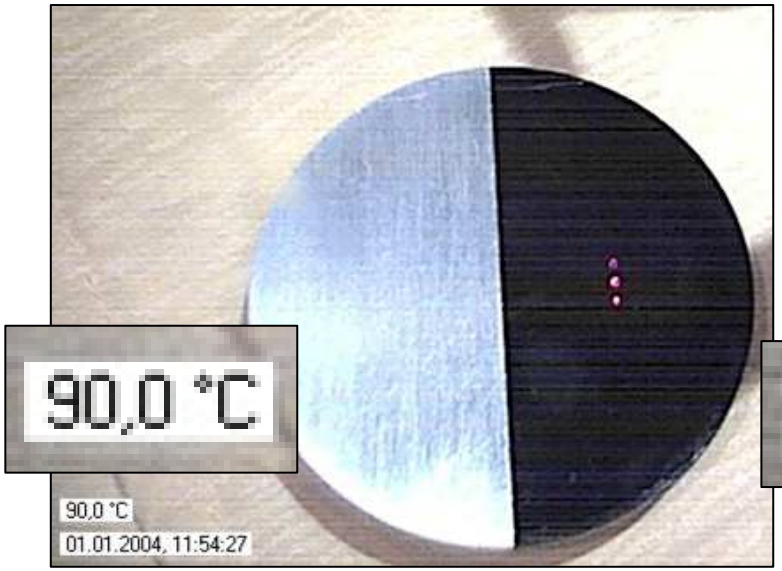
Példa néhány anyag emissziós tényezőjére:

anyag	felület	emissziós tényező
aluminium	oxidált	0,2- 0,4
	csiszolt	0,1- 0,3
sárgaréz	polírozott	0,3
	oxidált	0,5
vas	oxidált	0,5- 0,9
	rozsdás	0,5- 0,7
	polírozott	0,1
ólom	nyers	0,4
	oxidált	0,2- 0,6

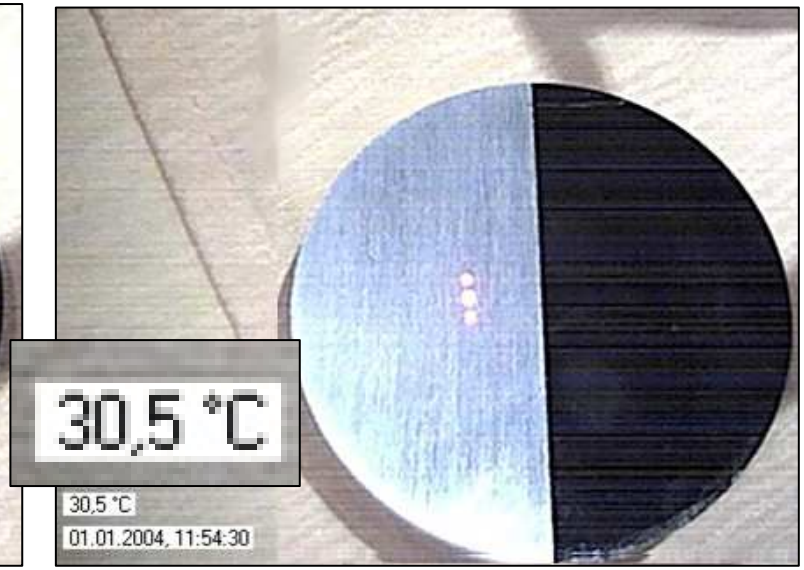
anyag	emissziós tényező
azbeszt	0,95
aszfalt	0,95
bazalt	0,7
kerámia	0,95
agyag	0,95
beton	0,95
mészkő	0,98
papír	0,4
fa	0,9- 0,95

A MÉRÉS ELVE (folytatás)

Az emissziós tényező hatását szemléltetve:



magas emissziós tényező



alacsony emissziós tényező

Az emissziós tényező (ε)

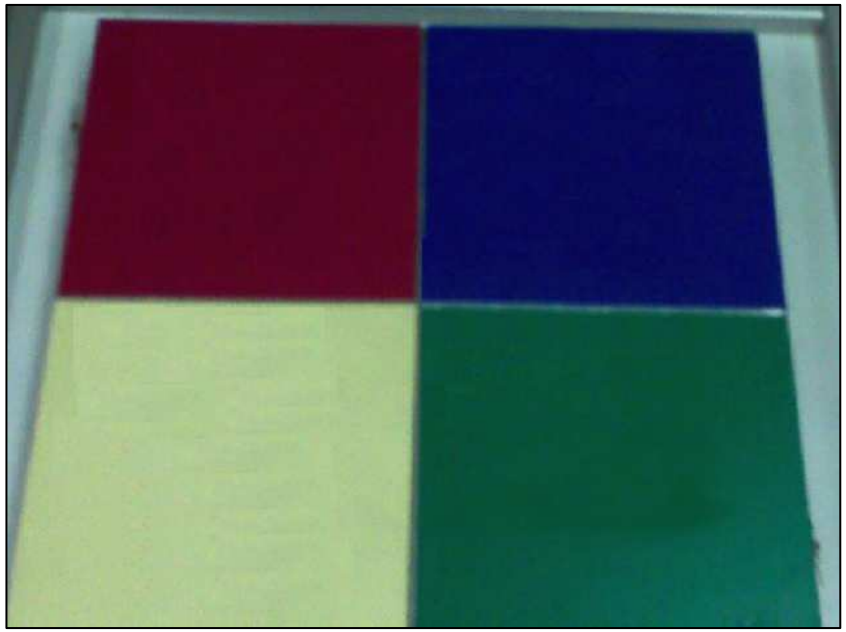
- **a mérőeszközön (pl.:kamerán) állítható,**
- **a kiértékelő programban utólag módosítható,**
- **eltérő érték adható meg felületrészekre (pixelekre)**

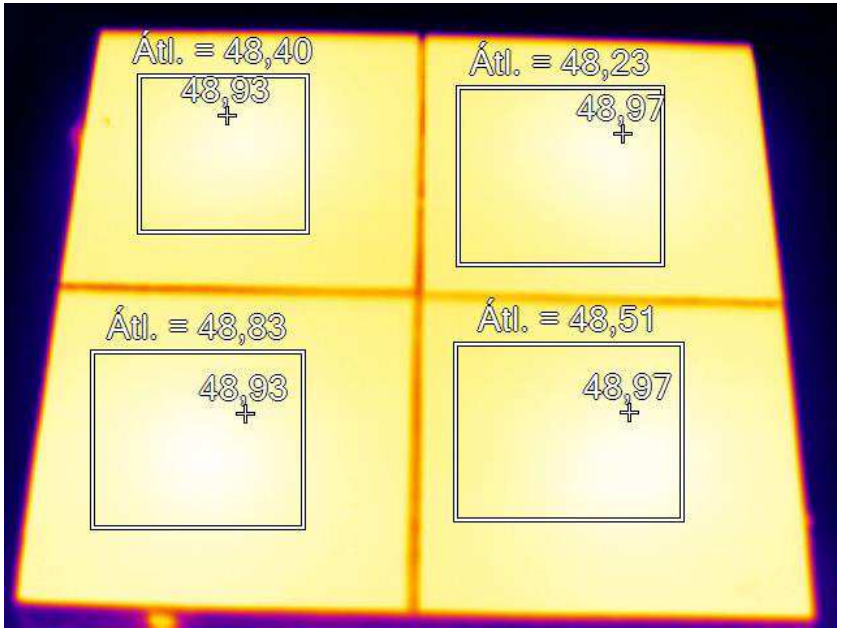
A reflexiós tényező (ρ)

- **függ a felület kialakítástól, az anyagtól , a hőmérséklettől,**

A MÉRÉS ELVE (folytatás)

A tárgy színe nem befolyásolja a mérést:





A módszer nagy előnye, hogy a méréshez nincs szükség közvetlen kapcsolatra a mért anyaggal.

A MÉRÉS LEHET:

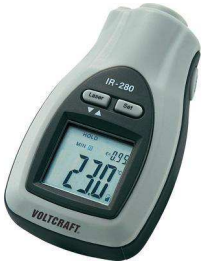
- ÉRTÉKMEGHATÁROZÓ: infravörös hőmérő
- KÉPALKOTÓ: hőkamera

ÉRTÉKMEGHATÁROZÓ: infravörös hőmérő

- a testek felszínéről érkező hősugárzást érzékeli,
(optikájával összegyűjti a tárgyból kisugárzott infravörös energiát és az érzékelőjére fókuszálja)
- villamos jellé alakítja,
- digitális átalakítást végez,
- az eredményt kijelzi.

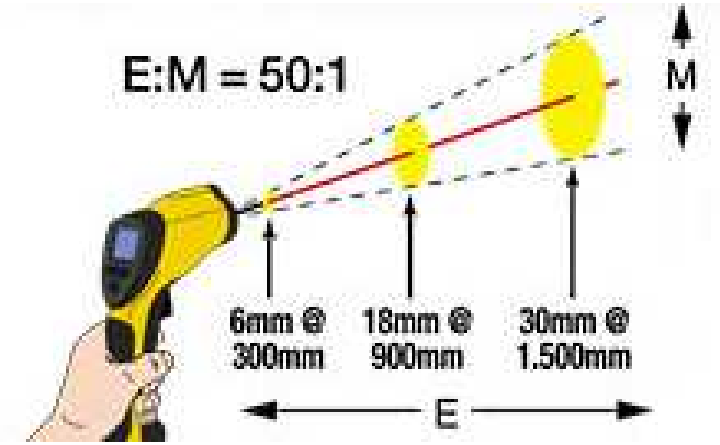
Célravezető, mikor a hagyományos hőmérséklet érzékelők nem alkalmazhatók, például :

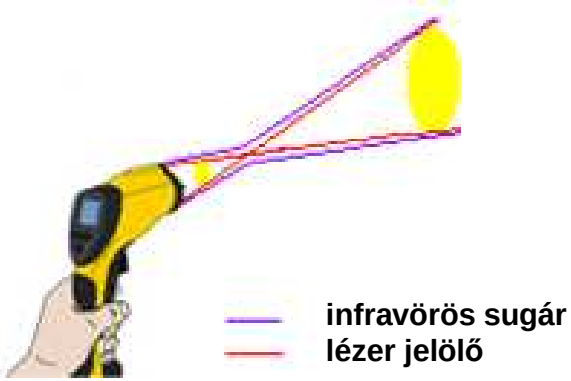
- mozgó gépek, forgó alkatrészek
- magas hőmérsékletű felületek
- nagyfeszültségű vezetékek esetén



ÉRTÉKMEGHATÁROZÓ (folytatás):

A műszer optikájára jellemző:
a távolság és a mérendő kör alakú felület átmérőjének aránya,E:M.



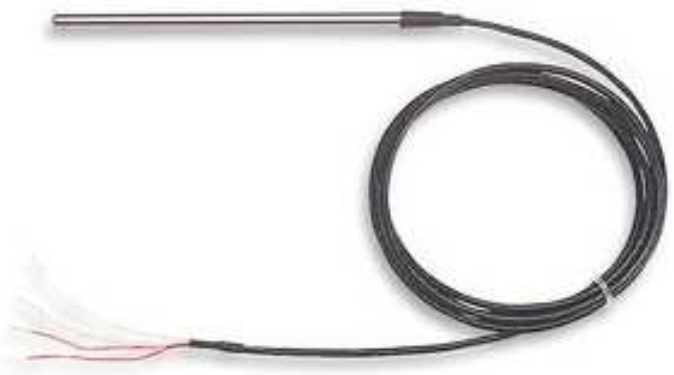


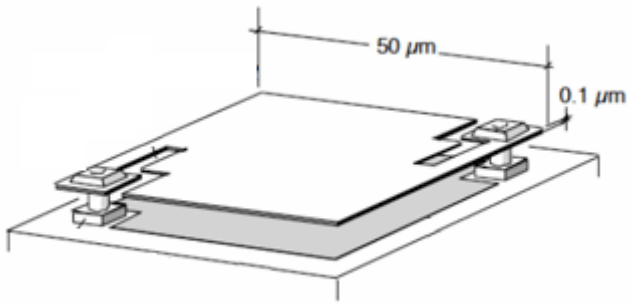
KÉPALKOTÓ: hőkamera

A hőkamera:

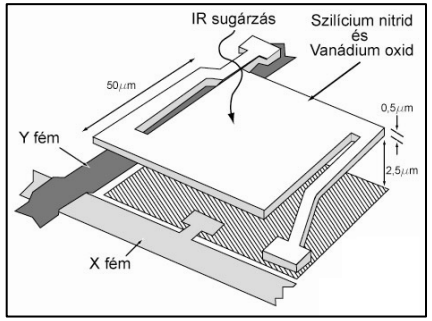
- a testek felszínéről érkező hősugárzást érzékeli
  (optikájával összegyűjti a tárgyból kisugárzott infravörös energiát és az érzékelőjére fókuszálja),
- villamos jellé alakítja,
- digitalizálja,
- a számadatokhoz mesterséges színskálákat rendel,
- grafikus képként megjeleníti kijelzőjén,

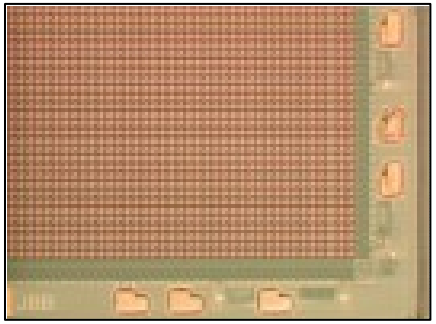
A hőkamera érzékelője: ellenállás-változásos hőmérséklet érzékelő

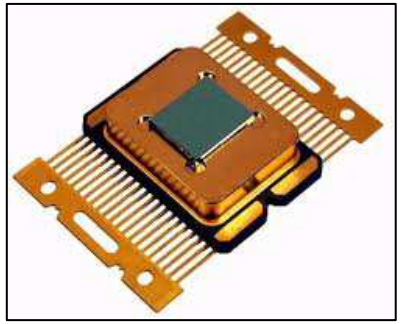


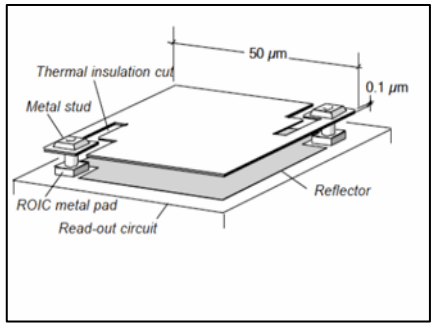


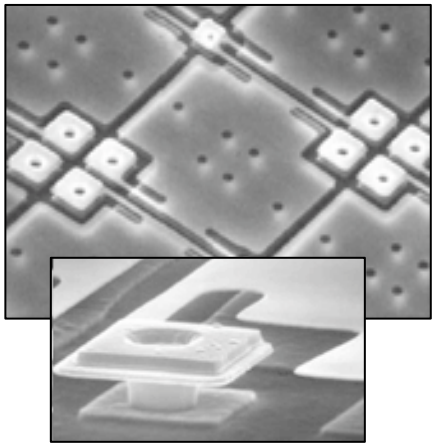
A hőkamera érzékelője: a mikrobolométer

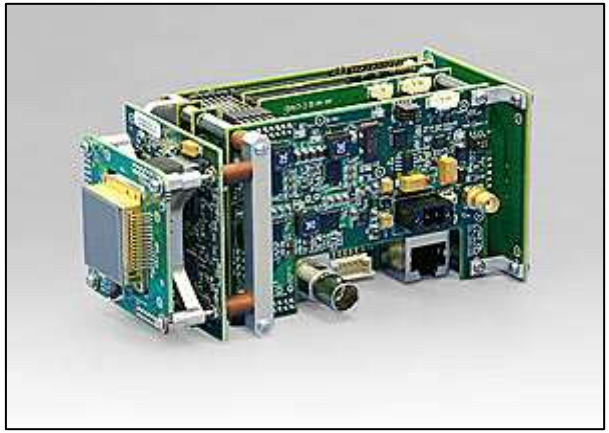












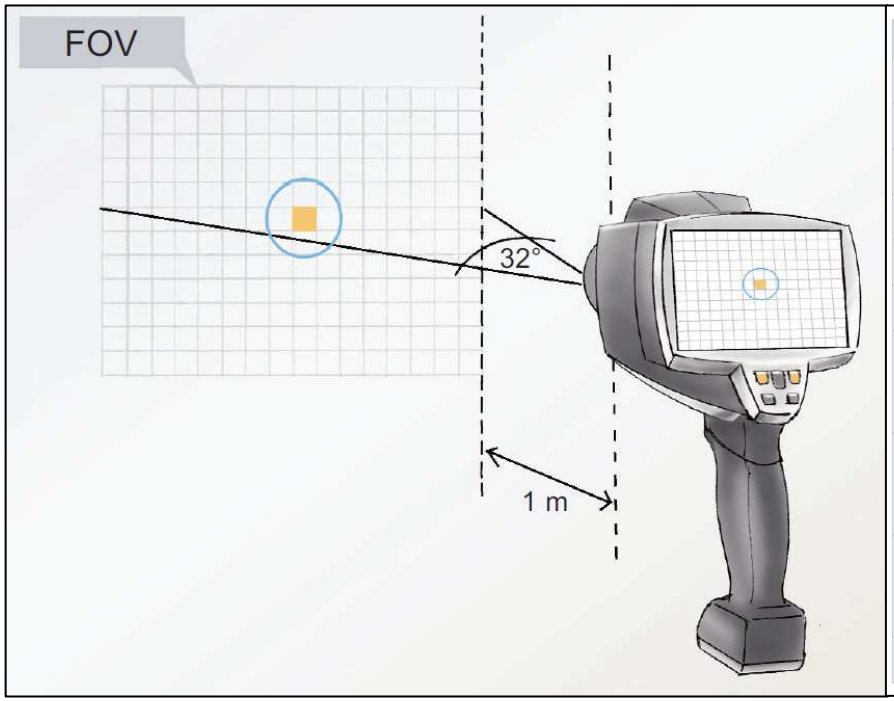
Sokféle, különböző kialakítású hőkamera kapható. Melyiket válasszam?

A HŐKAMERÁK FŐBB MŰSZAKI JELLEMZŐI:

Felbontás: az érzékelő mátrix mérete,
nagyobb pixelszám esetén a kép megjelenítése részletesebb,
a gyakorlatban 160 x 120 vagy 320 x 240

Látómező: az a képrészlet, ami a lencseméretettől függően megjeleníthető.
Adott objektívvel adott távolságról látható felület.

Fluke TiR32



Imaging performance	
Detector type	320 X 240 Focal Plane Array, uncooled microbolometer
Thermal sensitivity (NETD)	≤ 0.04 degrees C and 40 mK
Total Pixels	76,800
Infrared spectral band	7.5 µm to 14 µm (long wave)
Visual (visible light) camera	Industrial performance 2.0 megapixel
Minimum focus distance	46 cm (approx. 18 in)
Standard infrared lens type	• Field of view : 23 ° x 17 ° • Spatial resolution (IFOV) : 1.25 mRad • Minimum focus distance : 15 cm (approx. 6 in)
Optional telephoto infrared lens type	• Field of view : 11.5 ° x 8.7 ° • Spatial resolution (IFOV) : 0.63 mRad • Minimum focus distance : 45 cm (approx. 18 in)
Optional wide-angle infrared lens type	• Field of view : 46 ° x 34 ° • Spatial resolution (IFOV) : 2.50 mRad • Minimum focus distance : 7.5 cm (approx. 3 in)
Focus mechanism	Manual, one-handed Smart Focus capability

A HŐKAMERÁK FŐBB MŰSZAKI JELLEMZŐI (folytatás):

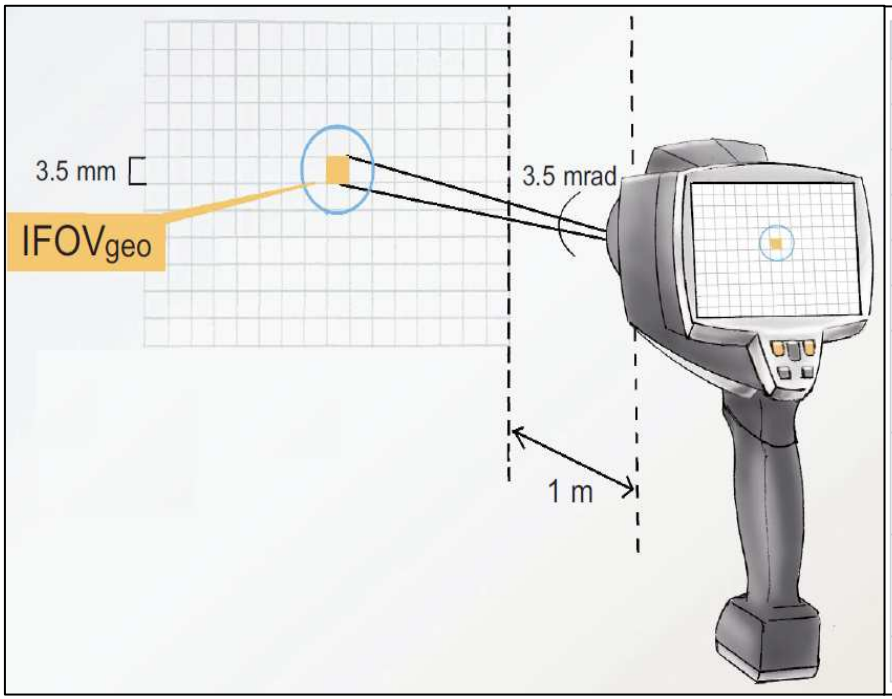
Termikus érzékenység

az a legkisebb hőmérsékletkülönbség,
amit a detektor egy megfelelő lencsével megjeleníteni képes(<30 mK).

Geometrikus elemi látómező

egy képpont látószögének mérete, függ a használt objektívtől.

Fluke TiR32

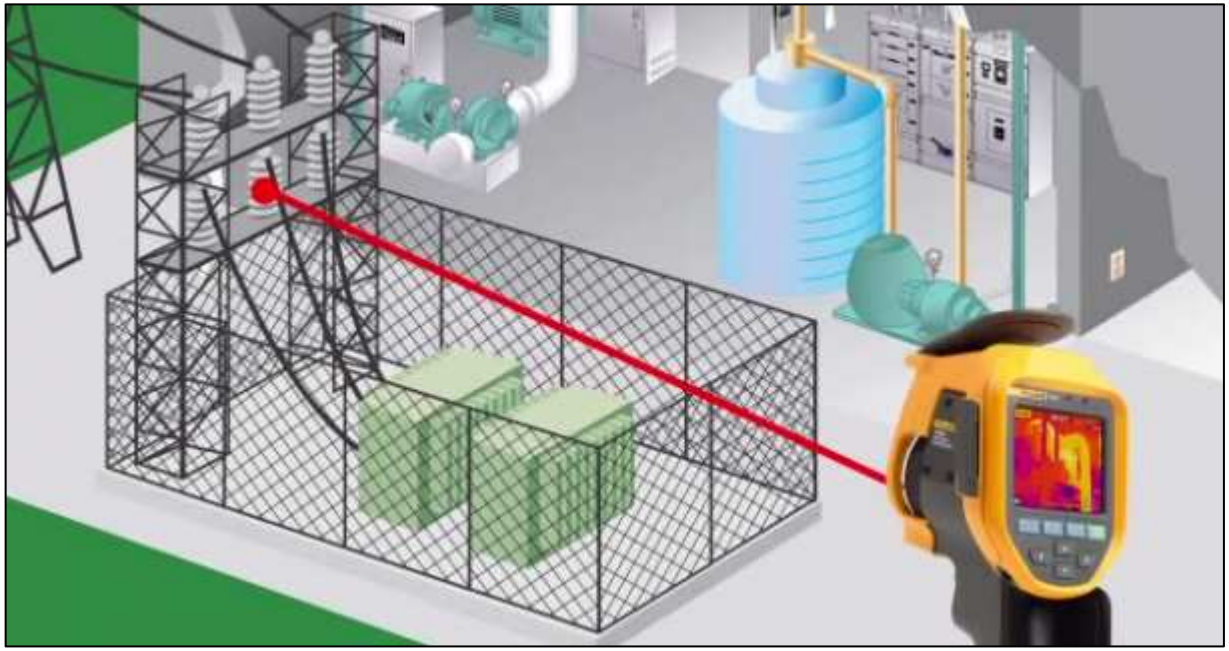


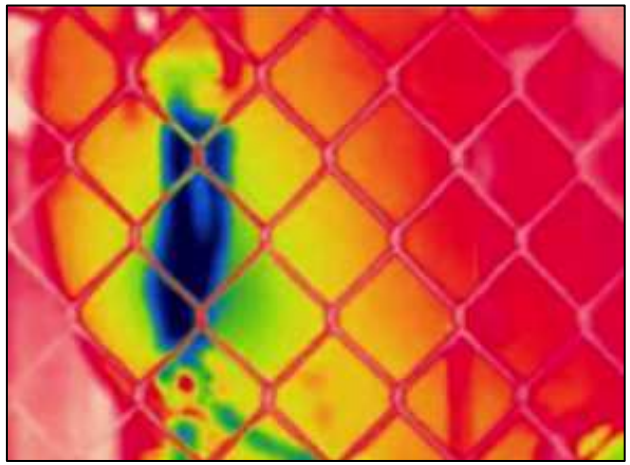
Imaging performance	
Detector type	320 X 240 Focal Plane Array, uncooled microbolometer
Thermal sensitivity (NETD)	≤ 0.04 degrees C and 40 mK
Total Pixels	76,800
Infrared spectral band	7.5 µm to 14 µm (long wave)
Visual (visible light) camera	Industrial performance 2.0 megapixel
Minimum focus distance	46 cm (approx. 18 in)
Standard infrared lens type	• Field of view : 23 ° x 17 ° • Spatial resolution (IFOV) : 1.25 mRad • Minimum focus distance : 15 cm (approx. 6 in)
Optional telephoto infrared lens type	• Field of view : 11.5 ° x 8.7 ° • Spatial resolution (IFOV) : 0.63 mRad • Minimum focus distance : 45 cm (approx. 18 in)
Optional wide-angle infrared lens type	• Field of view : 46 ° x 34 ° • Spatial resolution (IFOV) : 2.50 mRad • Minimum focus distance : 7.5 cm (approx. 3 in)
Focus mechanism	Manual, one-handed Smart Focus capability

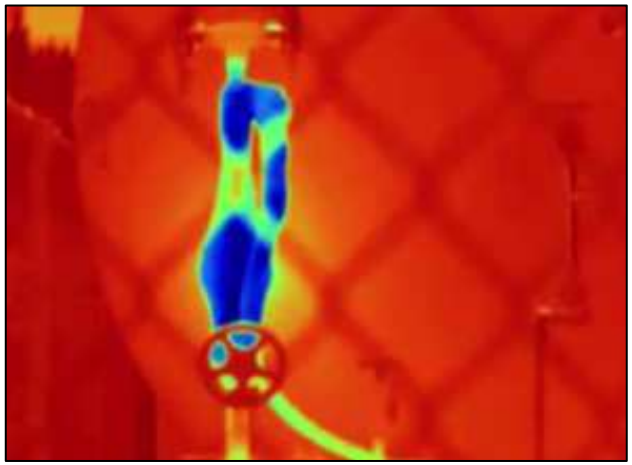
A HŐKAMERÁK FŐBB MŰSZAKI JELLEMZŐI (folytatás):

Szolgáltatások: **mérési tartomány,**
rögzíthető képek száma,
kép a képben funkció,
képkészítés sebessége, ismétlés,
hangjegyzet készítés,
lézermutató,
sérülékenység,
kijelző mérete,
mechanikai konstrukció (pl.: forgatható objektív),
páratartalom, hőmérséklet mérés,
tömege,
képfeldolgozás lehetősége,
jegyzőkönyv sablon,
stb.

Auto focus

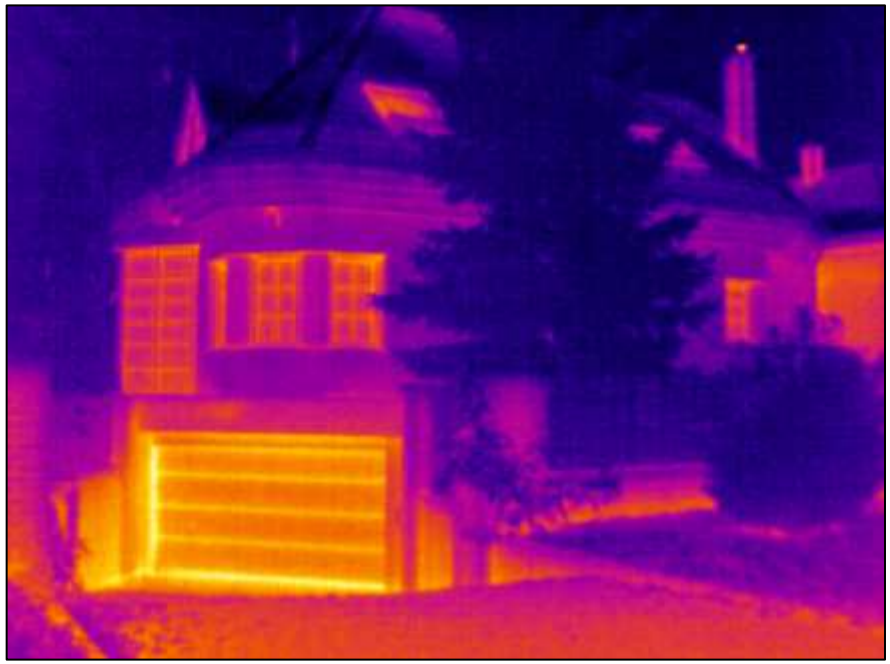




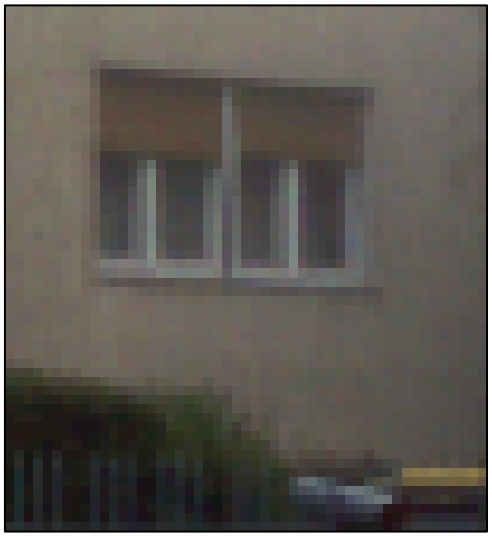


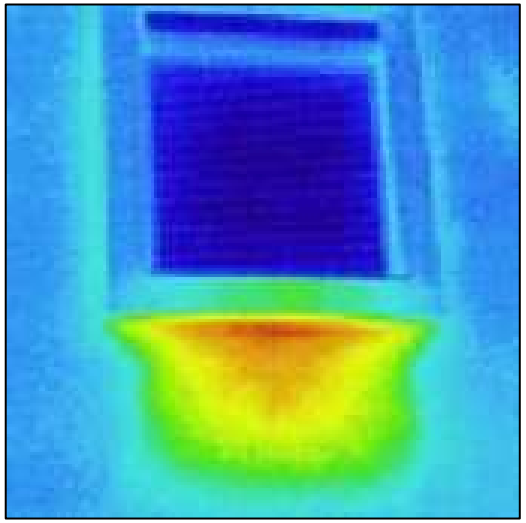
A látható kép, a hőkép passzív auto focus-szal... ...és LaserSharp™ auto focus-szal

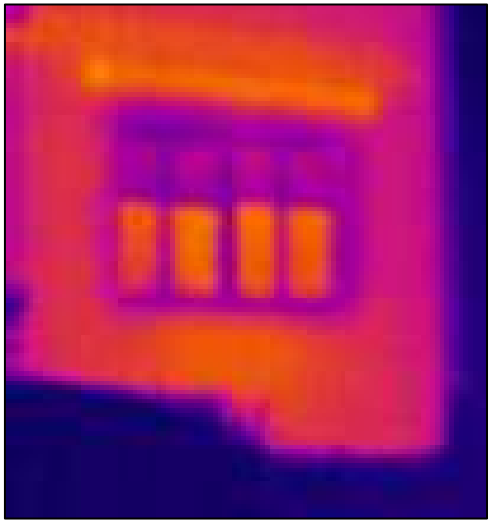
Falazat, nyílászárók hőszigetelésének, hőveszteségeinek ellenőrzése,



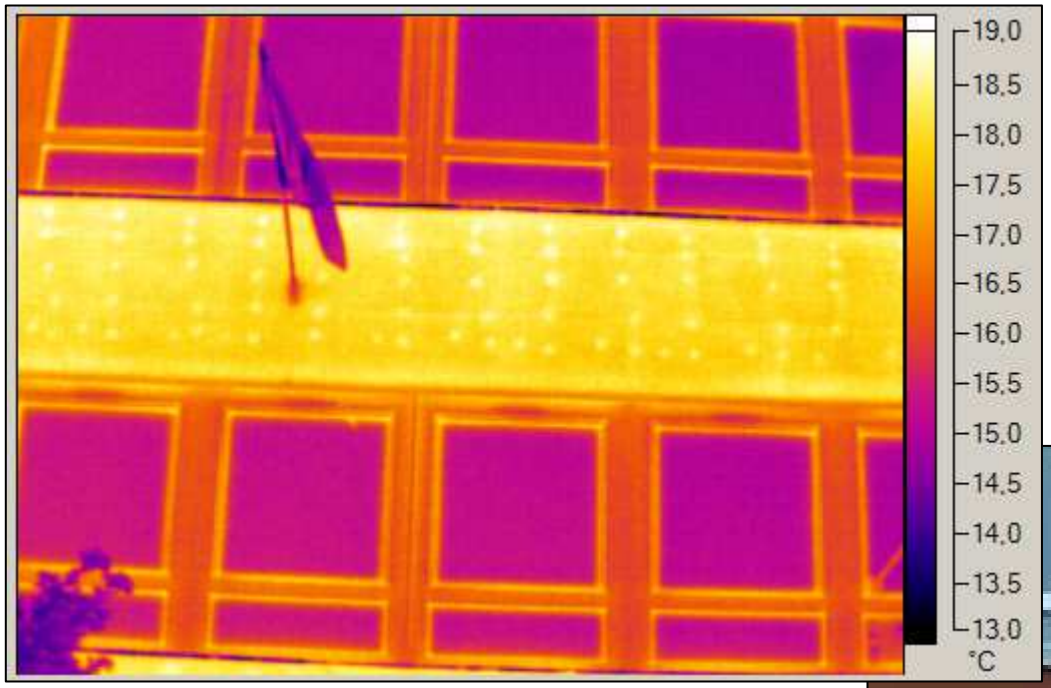
A radiátor az utcát fűti…



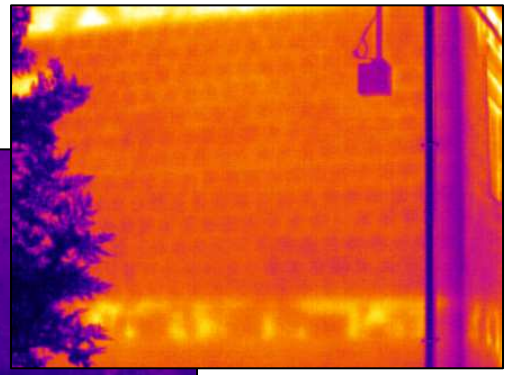




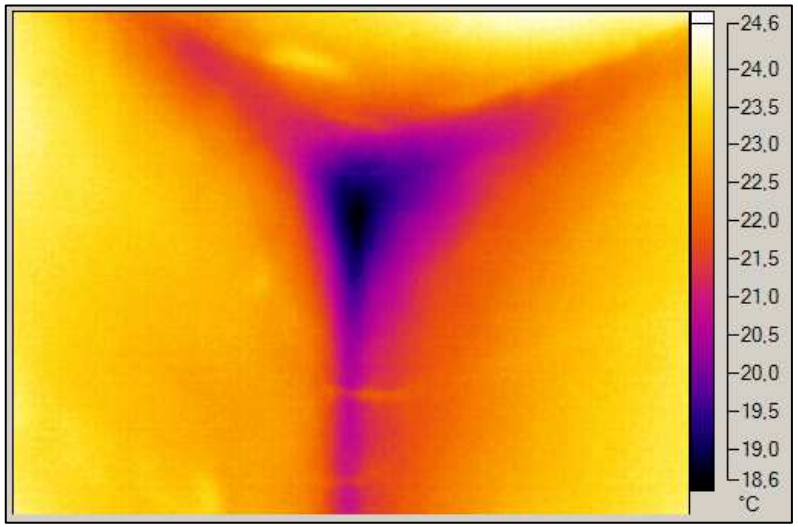
Egy hőszigetelt épület…



Anyagváltásból adódó hőhíd



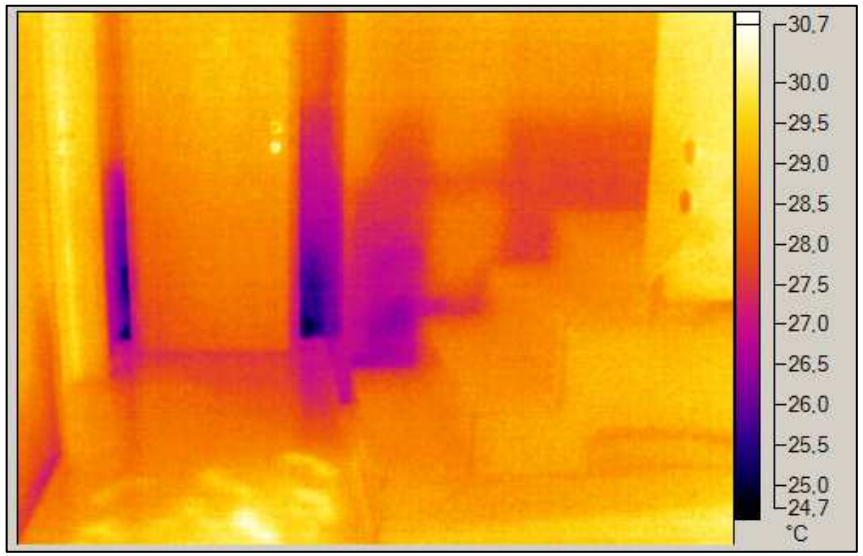
Geometriai hőhíd



Egy korszerű, hőszigetelt garázskapu:

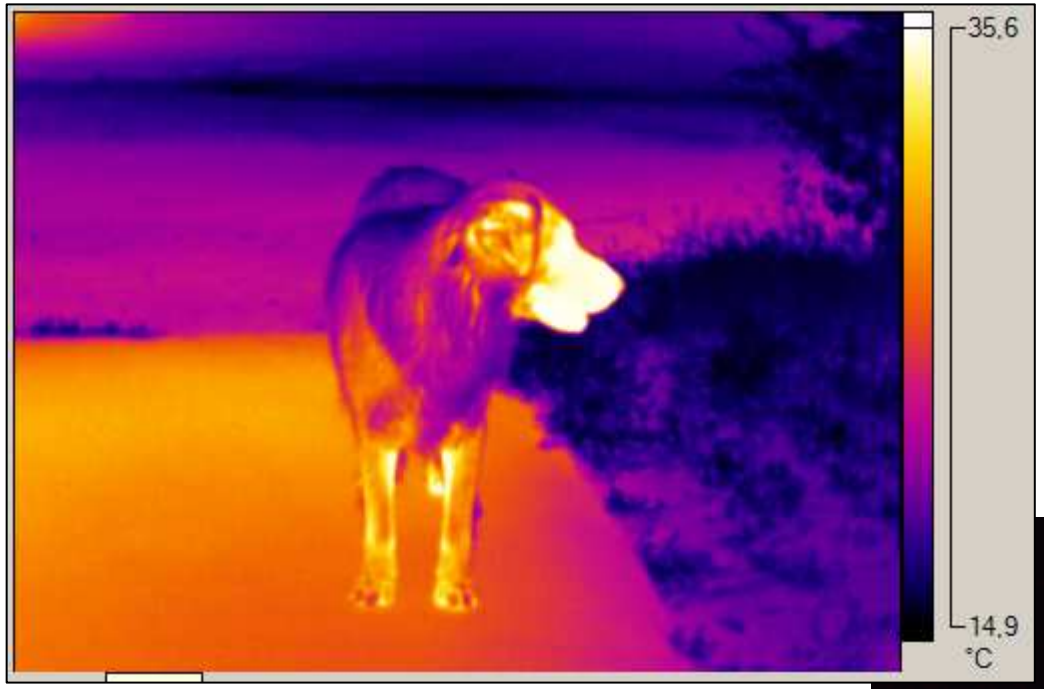
Vizesedések feltárása:

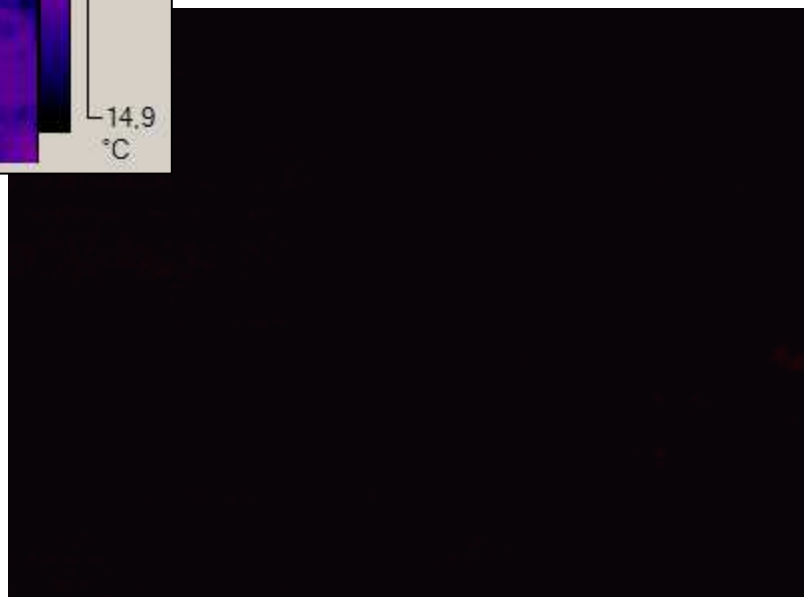
fal vizesedés



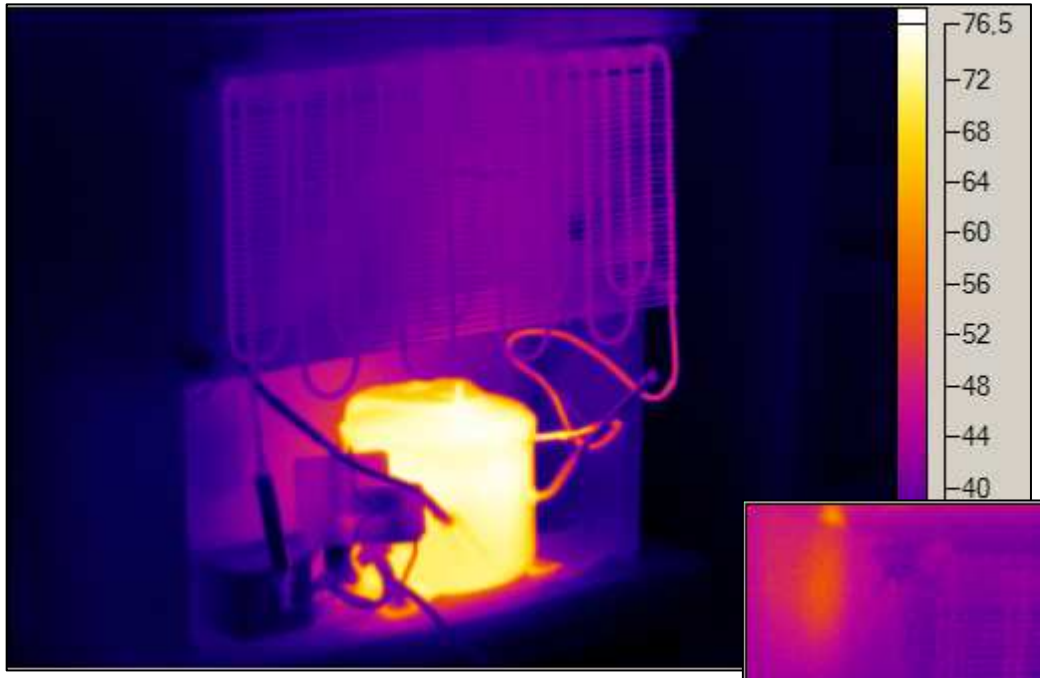
Dió tolvajok…

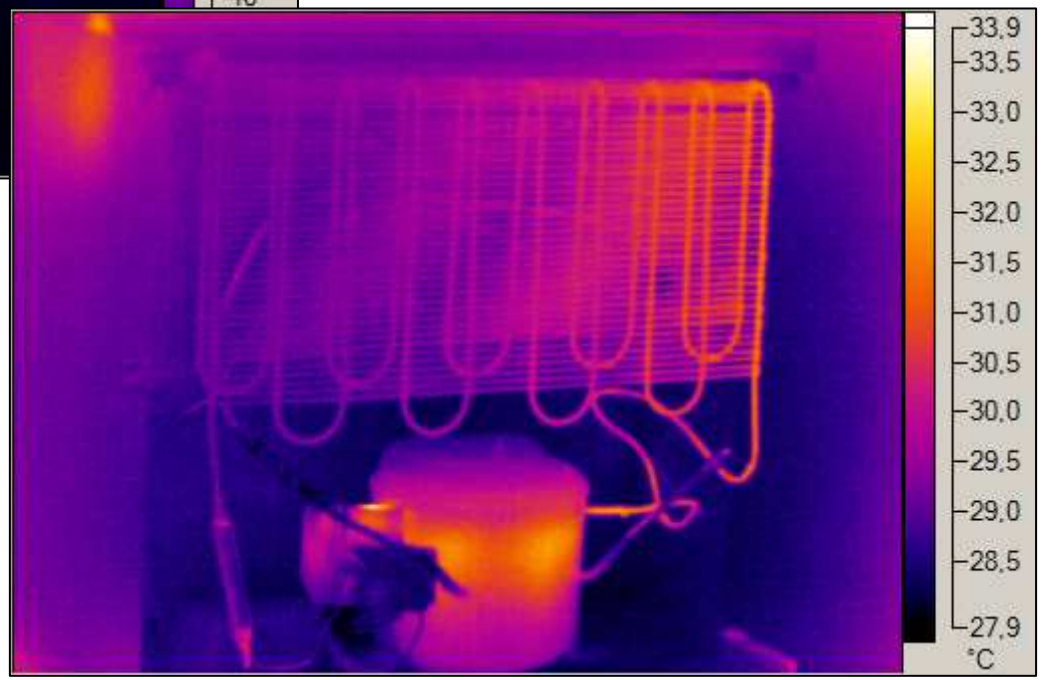
Egy kutya az éjszakában…



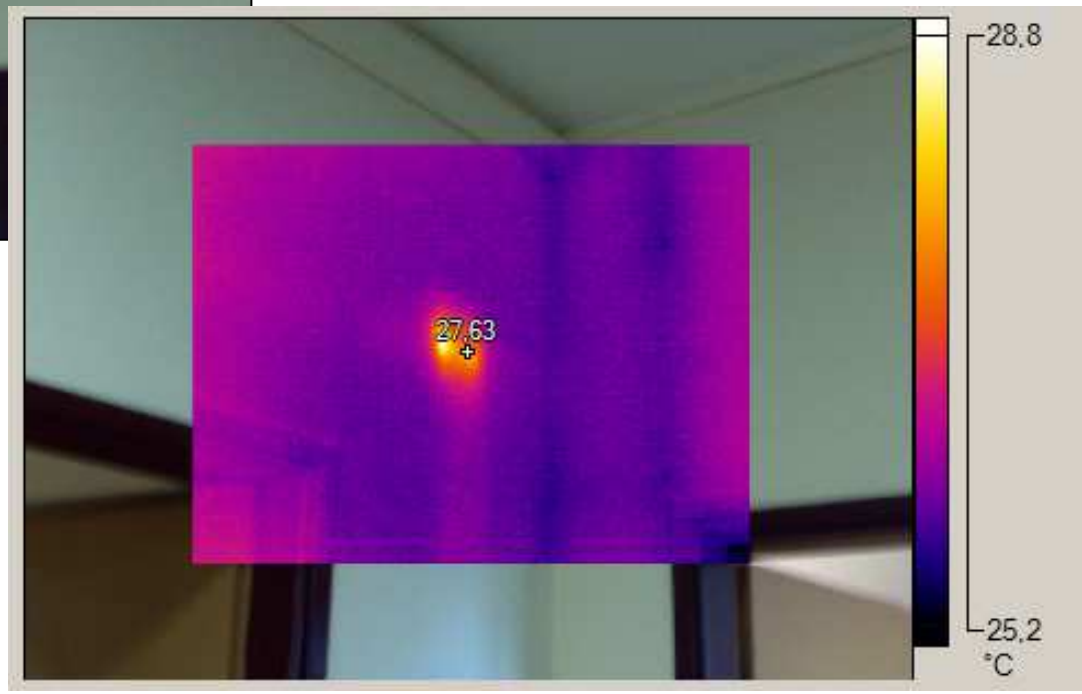


… két hűtőszekrény… hátulról:

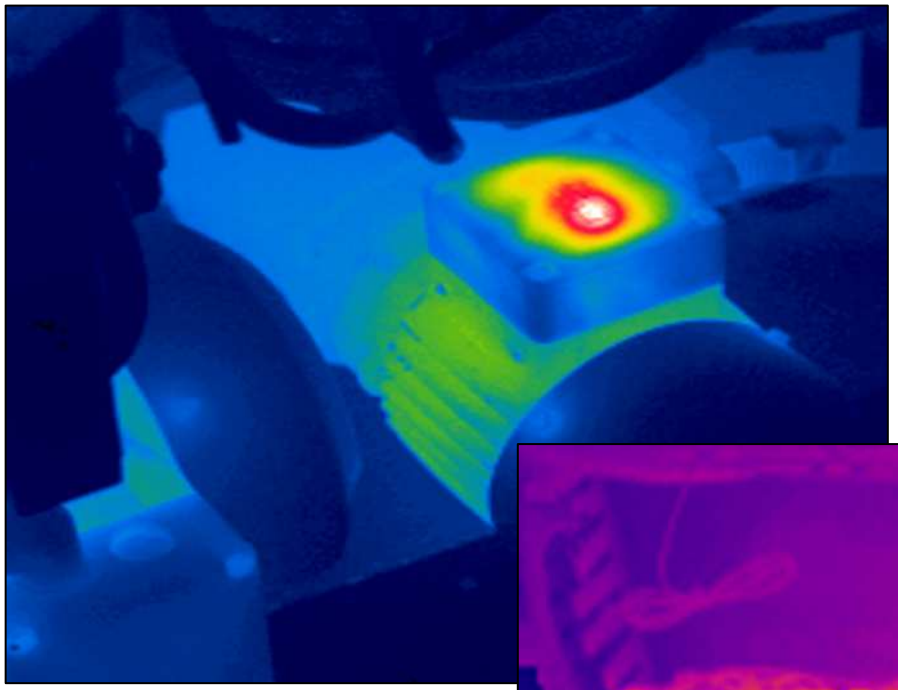


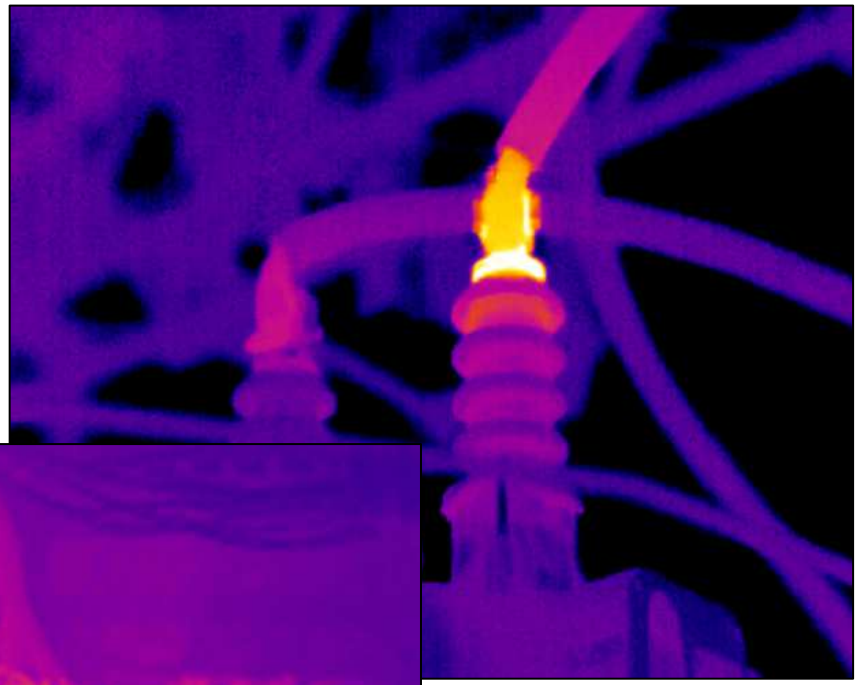


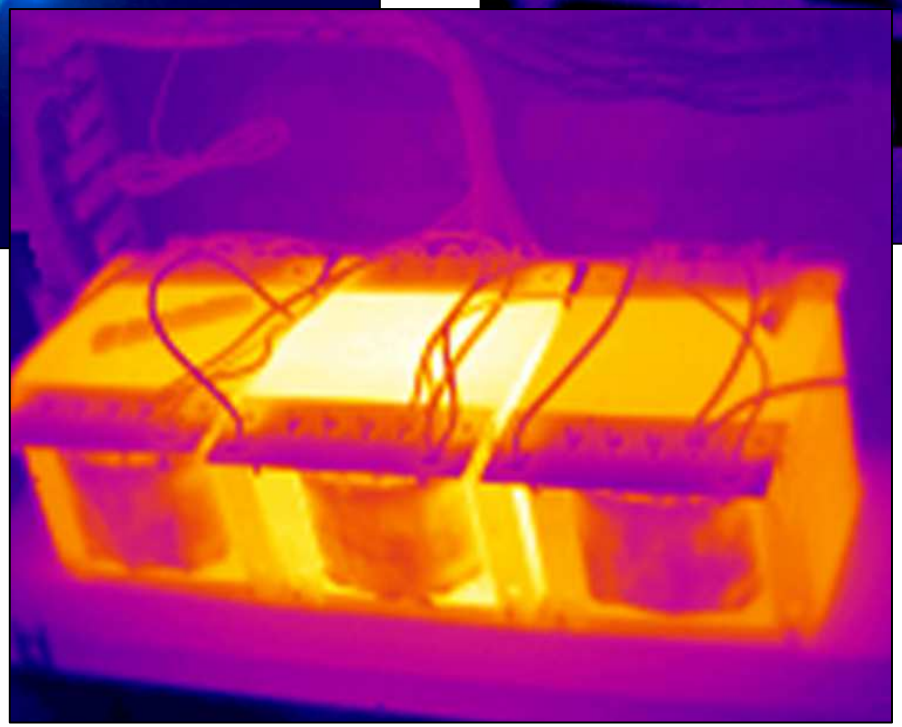
Villanyszerelési hibák feltárása:



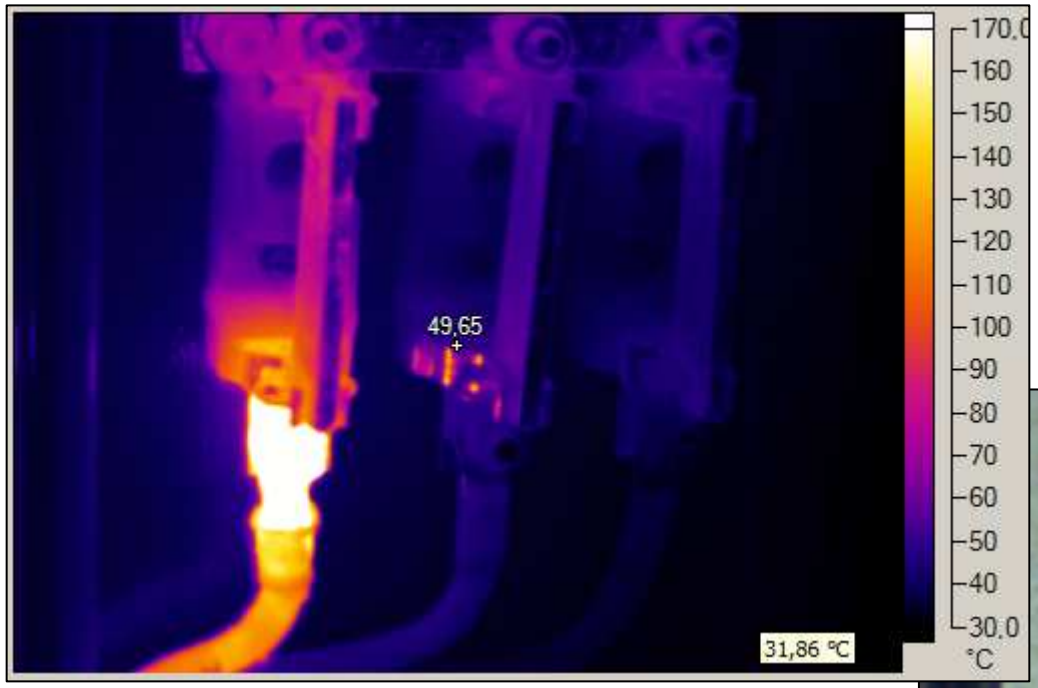
Villamos hibák feltárása:

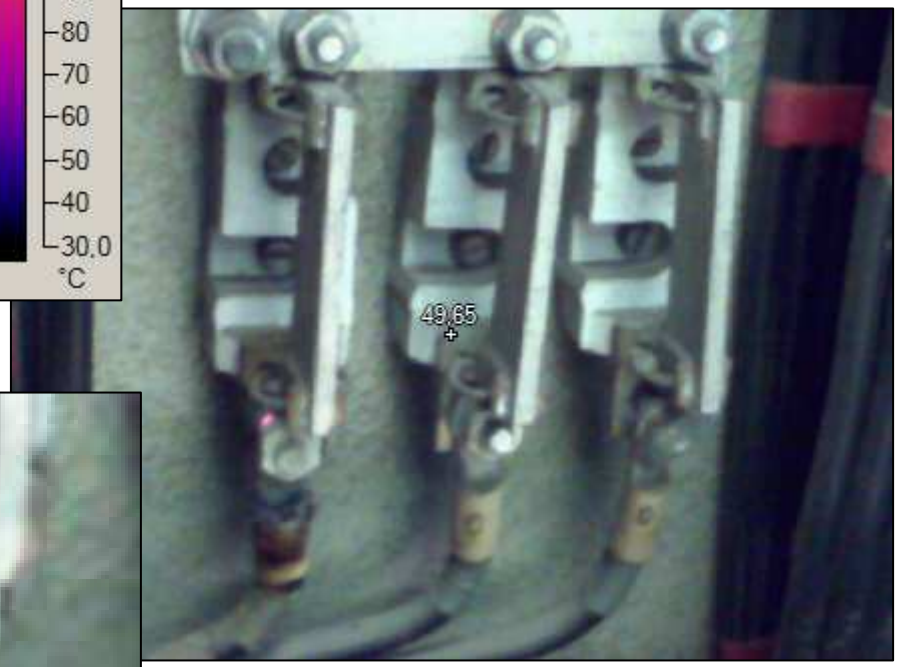


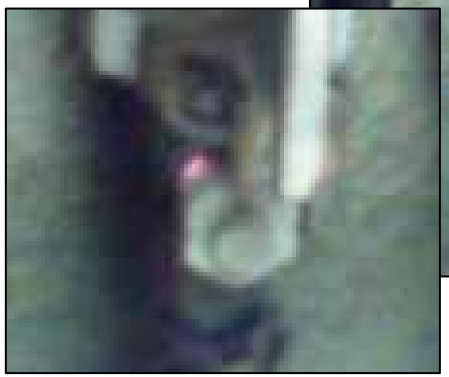




Villamos hibák feltárása:

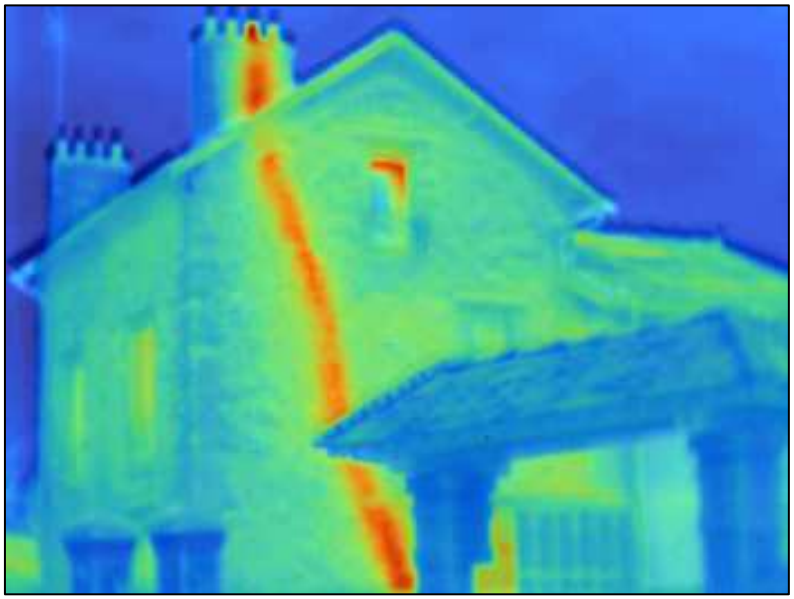






Épületgépészeti meglepetések feltárása:

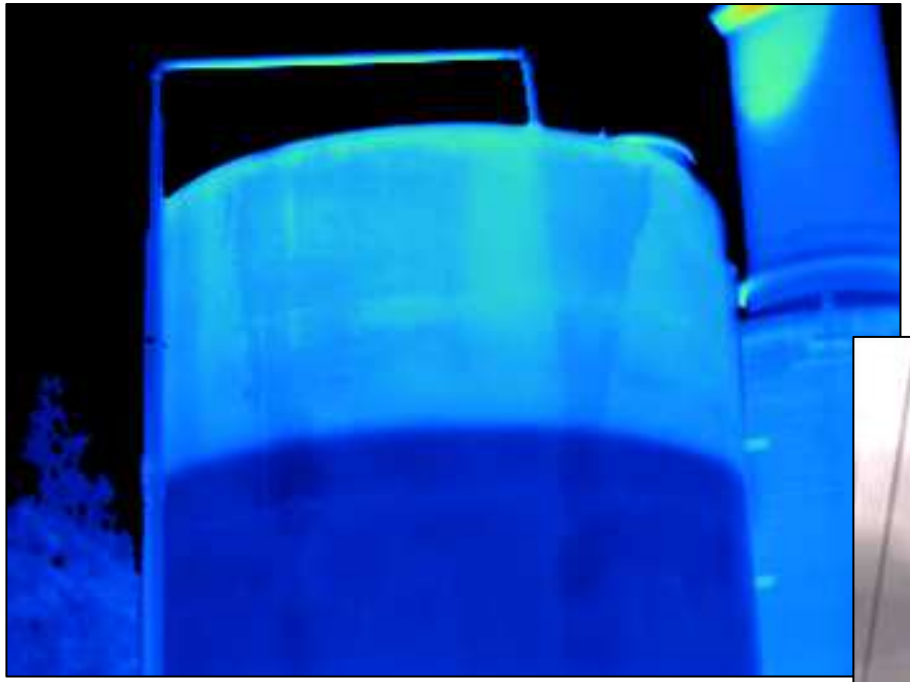
Kémények...



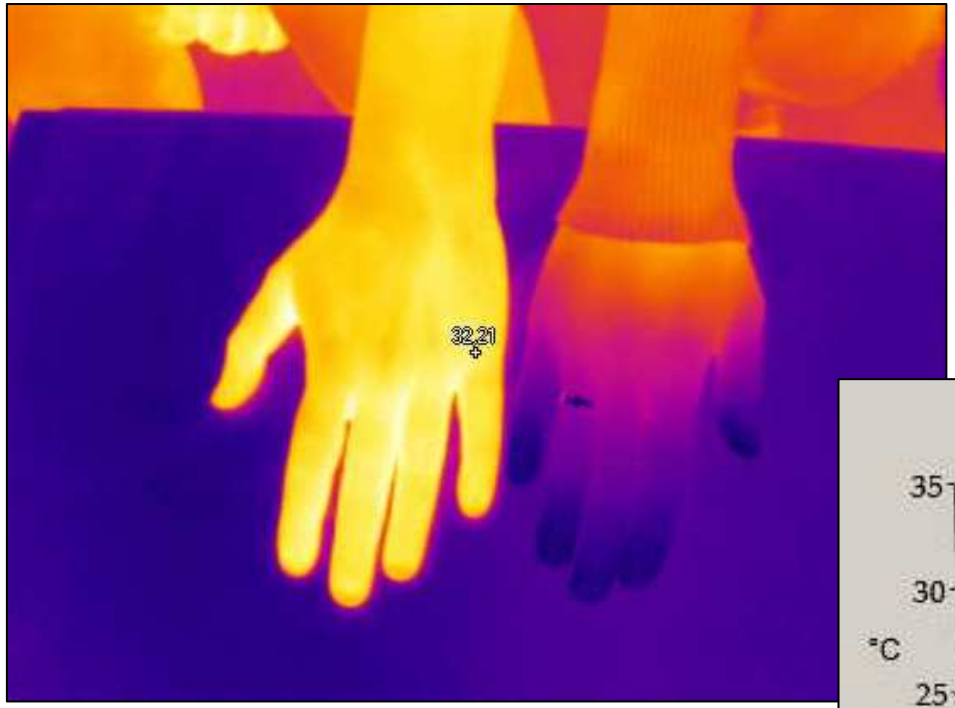
Most is legyünk óvatosak: a képkészítés körülményeinek hatásai becsaphatnak

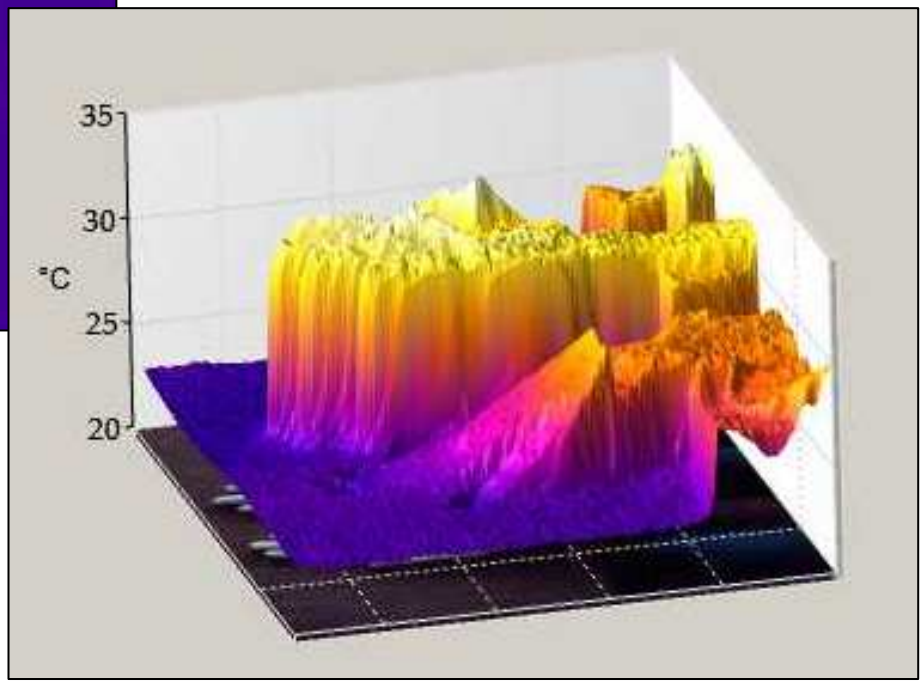
A napsütés hatása a kép készítésére:

Tartály szint ellenőrzése:

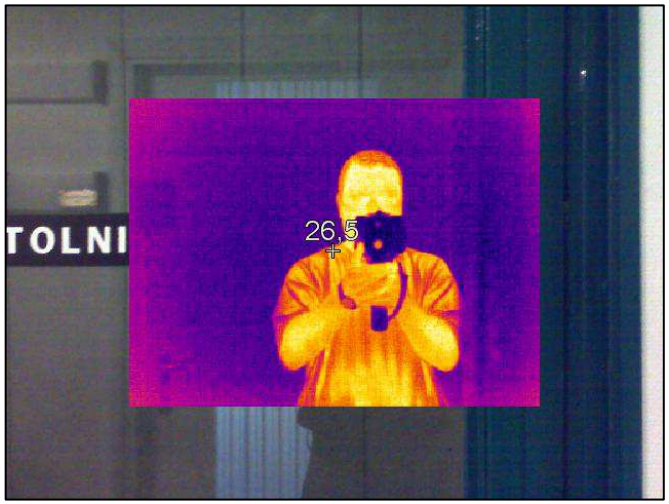


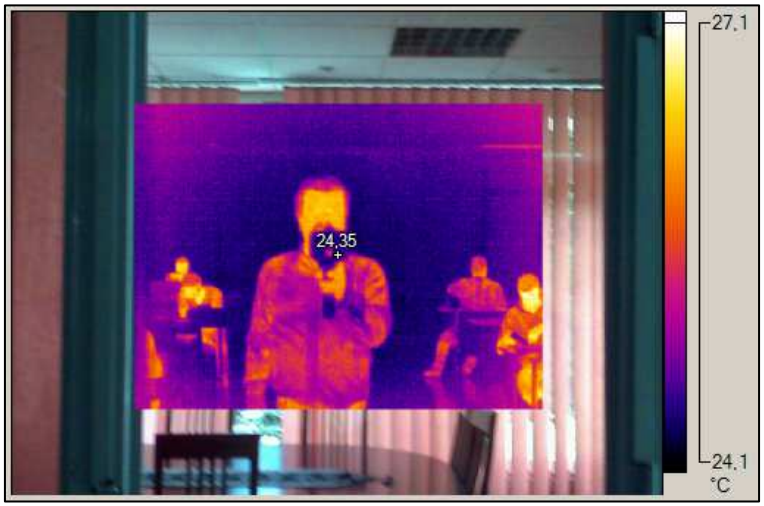
Egy vélhetően beteg kéz:

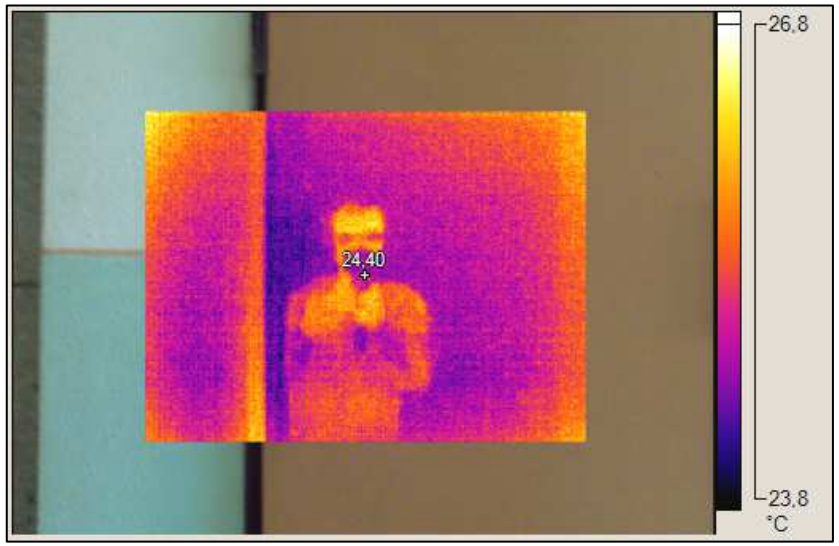




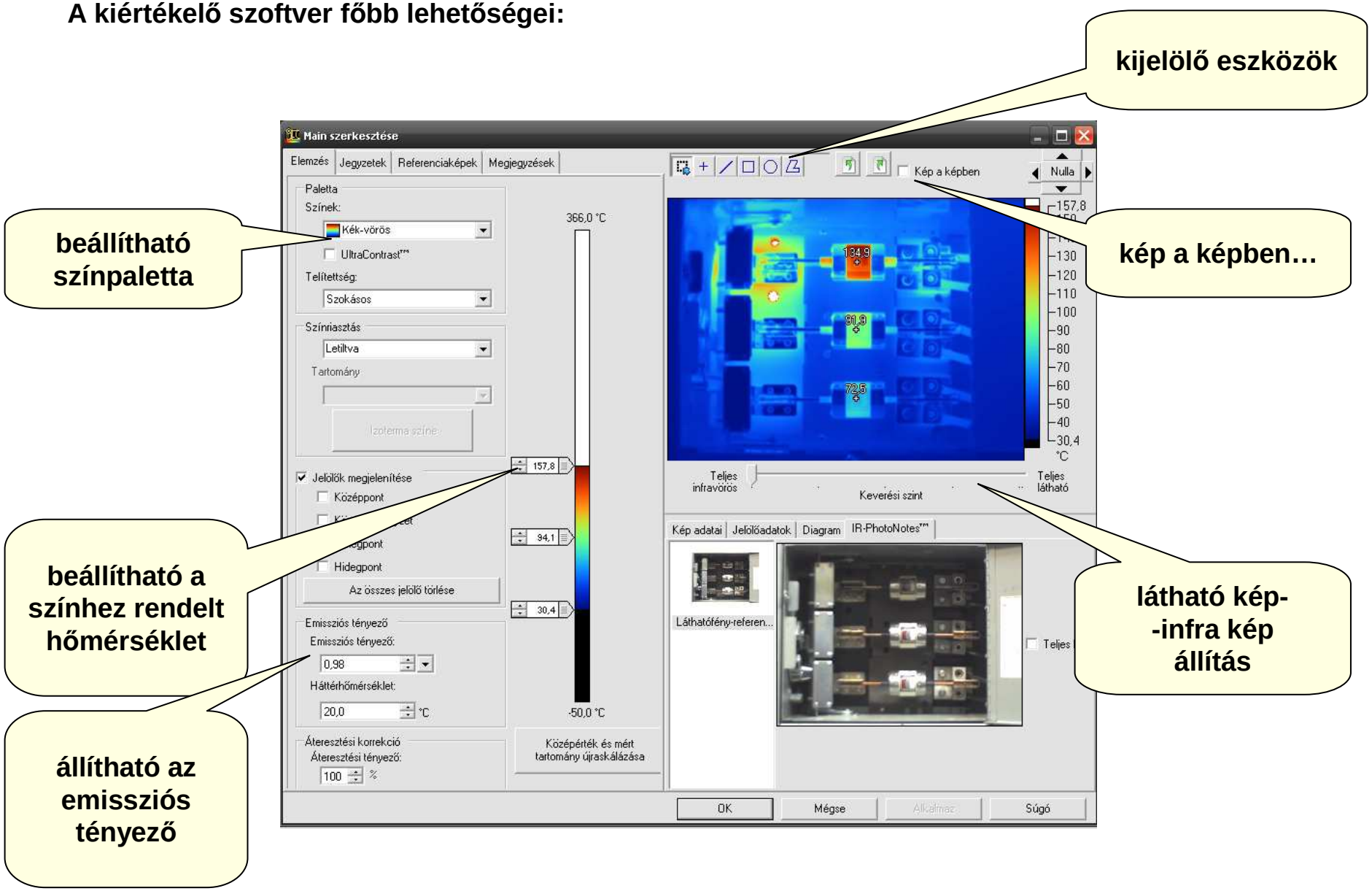
kerülni kell a hősugárzás reflexiót:



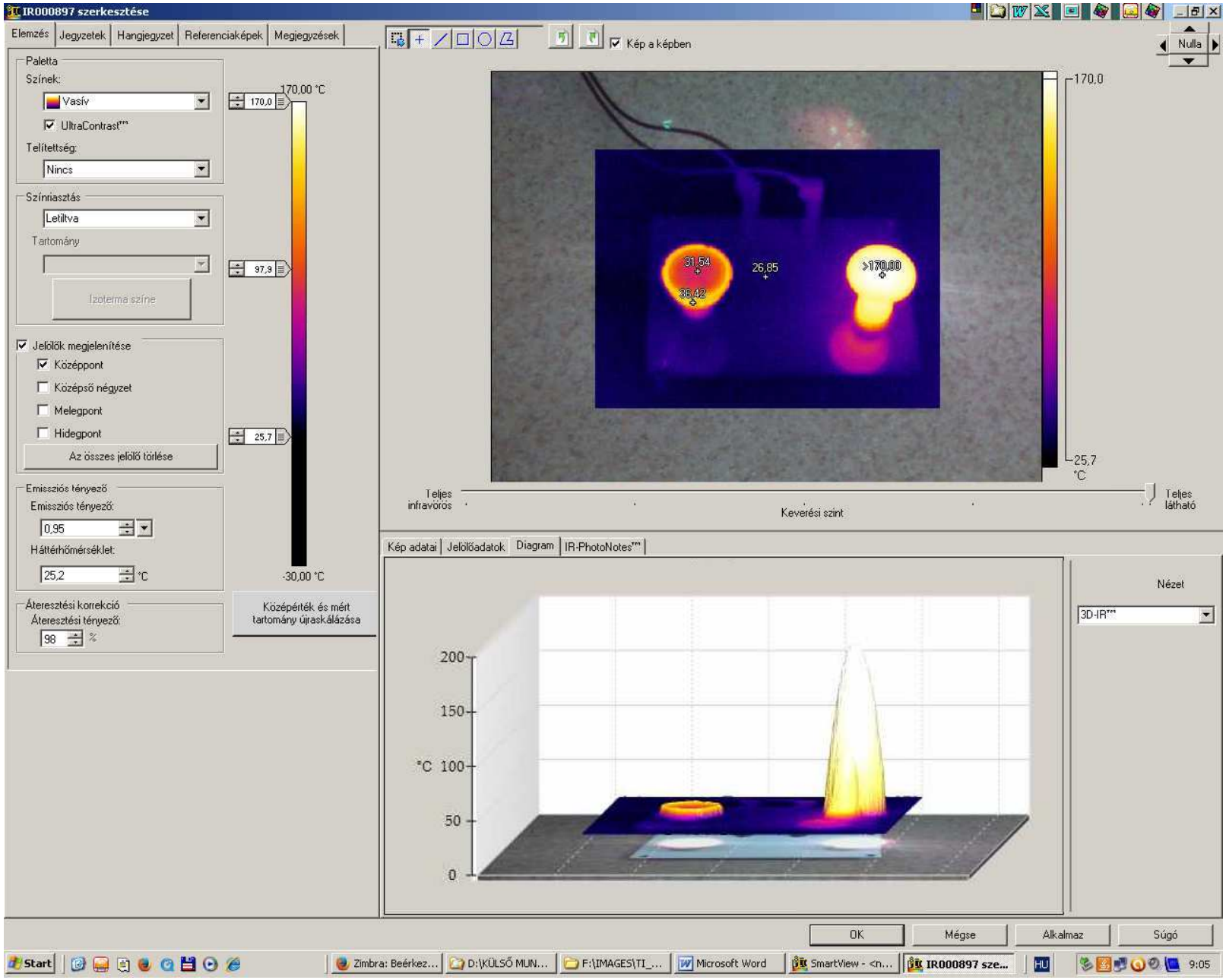




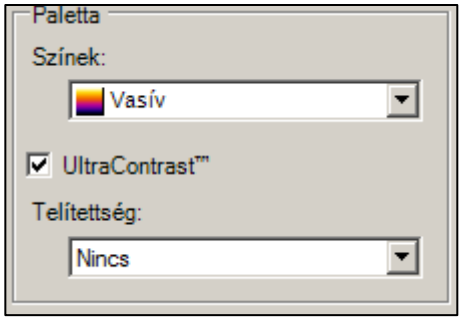
A kiértékelő szoftver főbb lehetőségei:

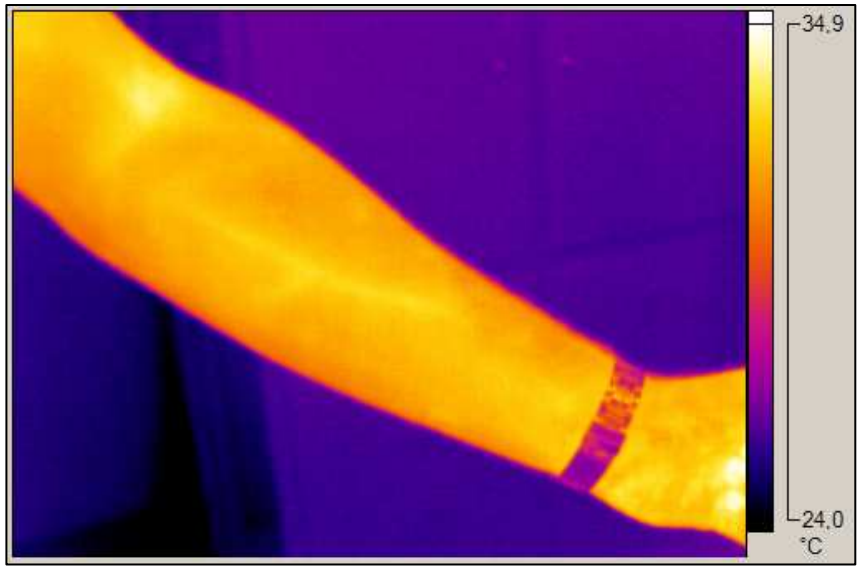


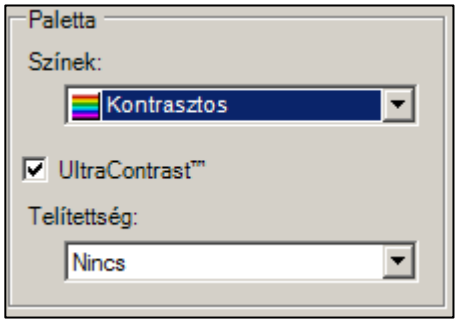
Példaként egy mérés kiértékelése:



A színpaletta váltása a jobb kiértékelés érdekében…:





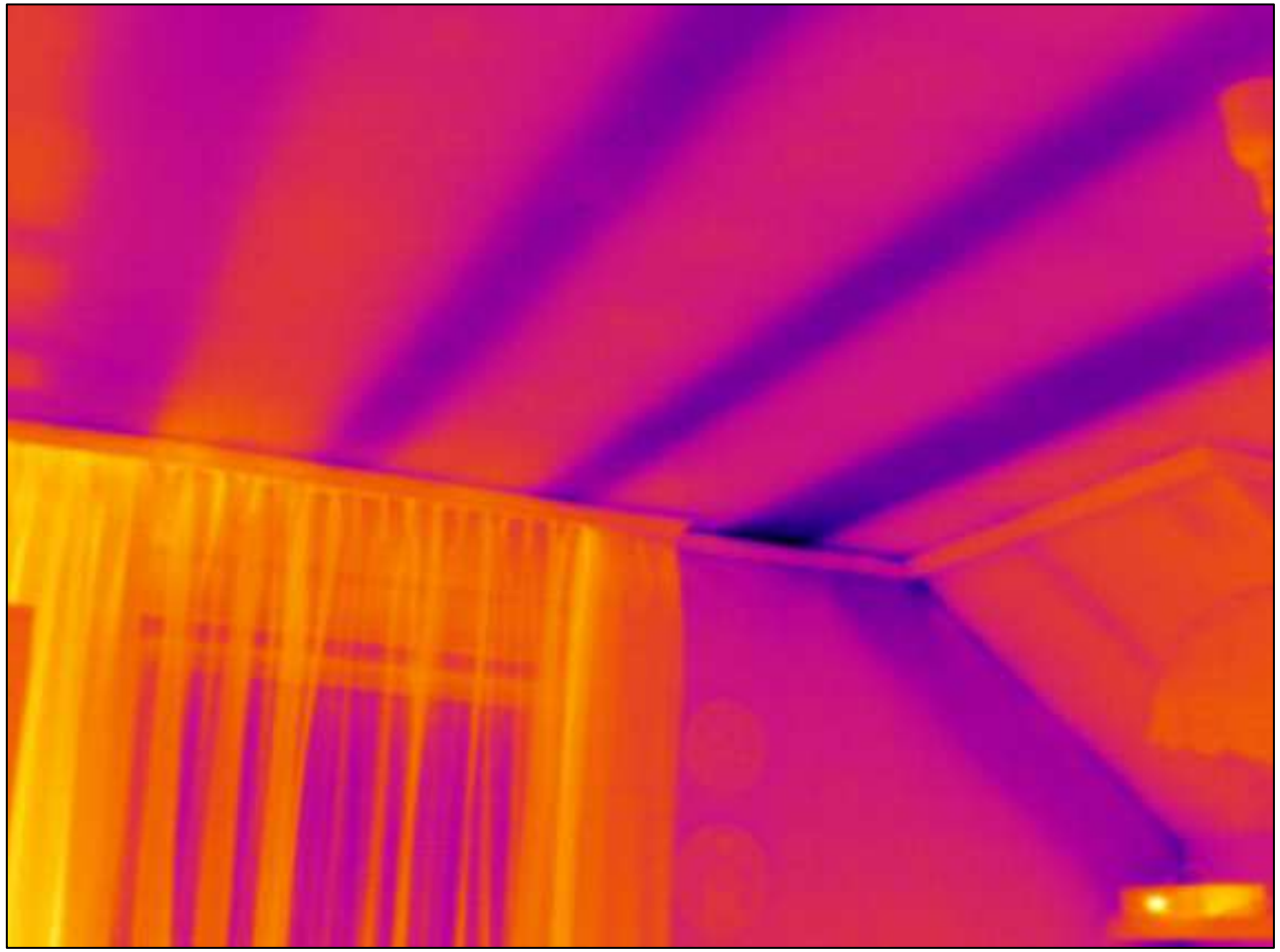


SmartView® Mobile
SZOFTVER MOBIL ALKALMAZÁSOKRA

- Komplett analizálás és jegyzőkönyvkészítés a helyszínen
- Azonnal elküldhető jegyzőkönyv
- E-mailen továbbítható képek
- iPhone® and iPad® kompatibilitás
- Optimális felhasználói interfész mobileszközökre

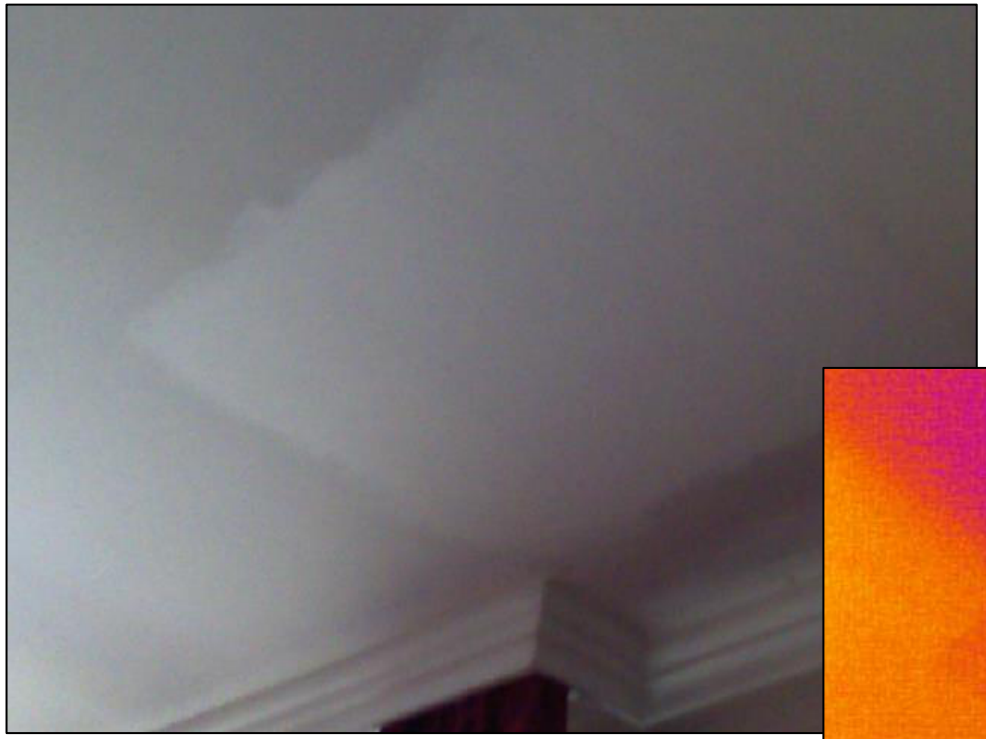
Példaként egy tanulságos eset:

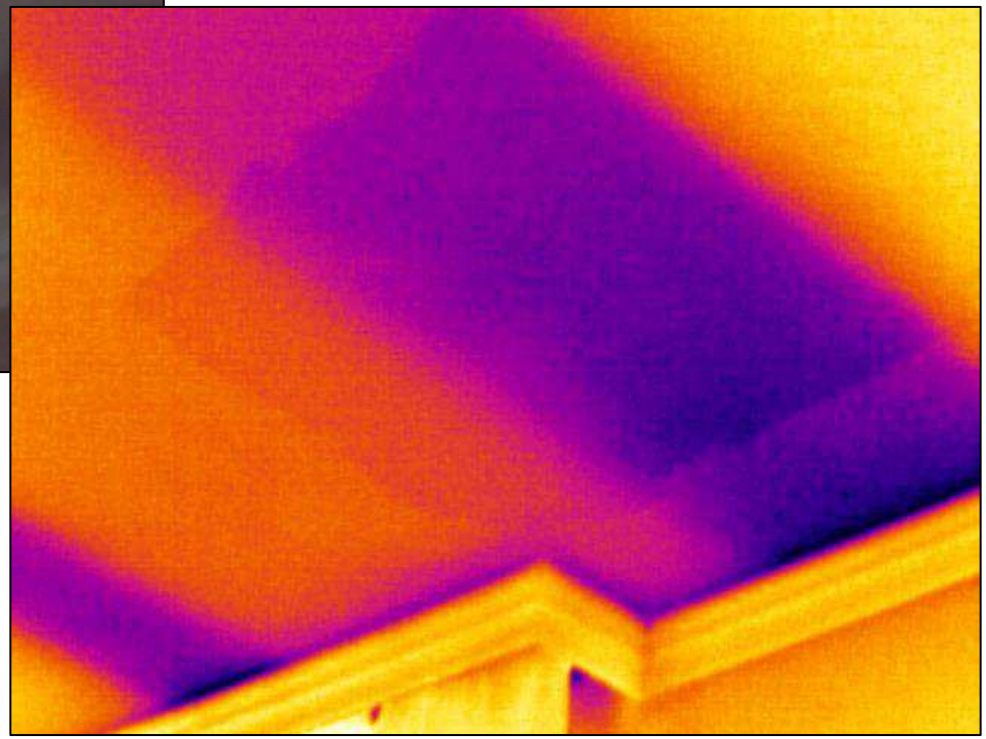
Egy nappali szoba….



Példaként egy tanulságos eset:

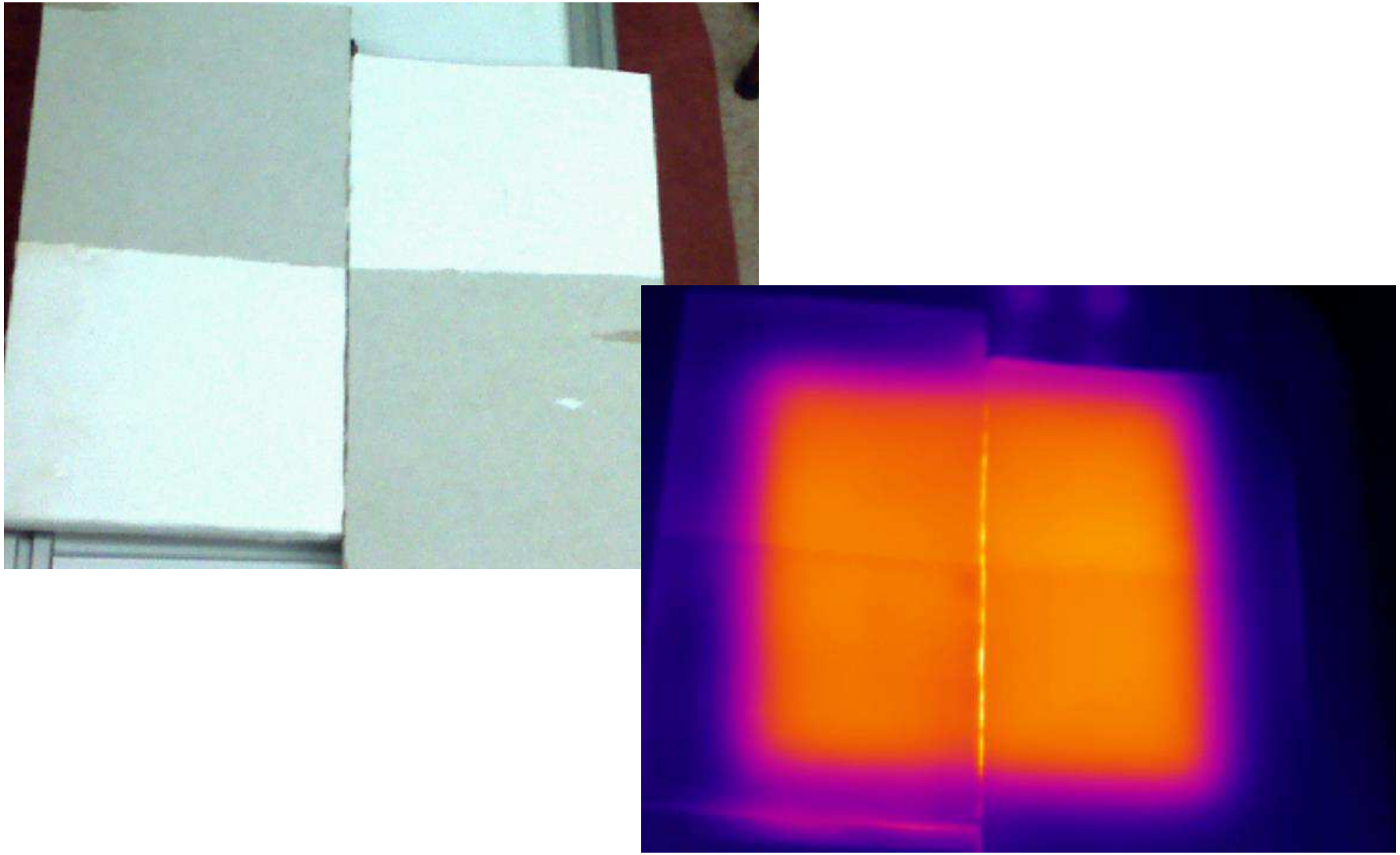
… próba egy ajánlott „hőszigetelő festék” -kel:





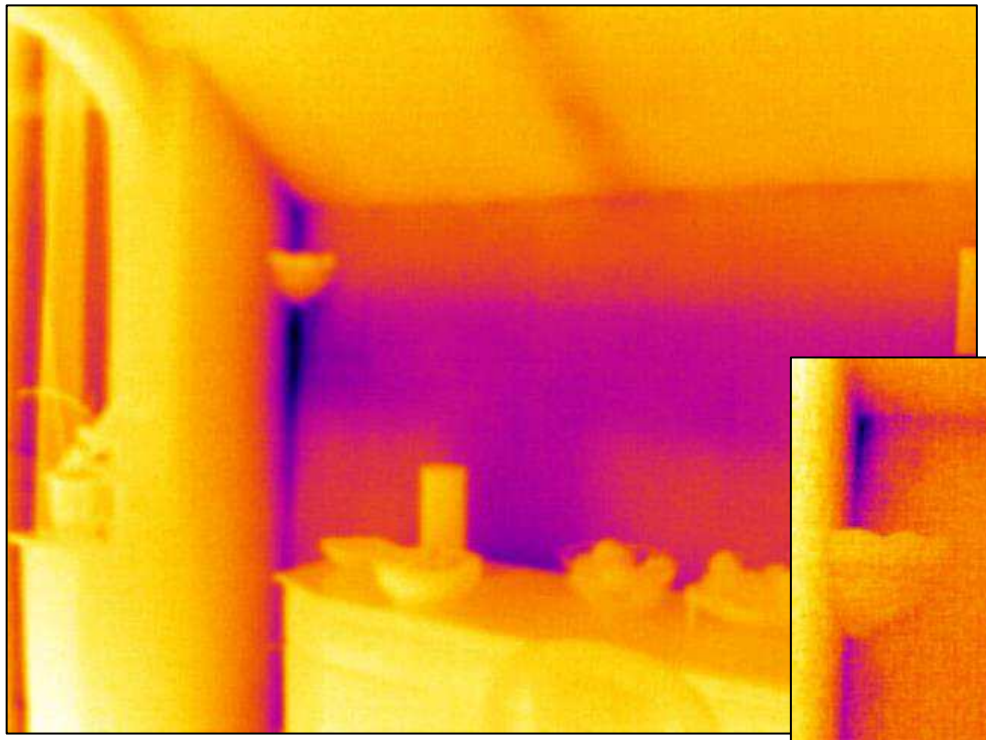
Példaként egy tanulságos eset:

…és a festék további vizsgálata:

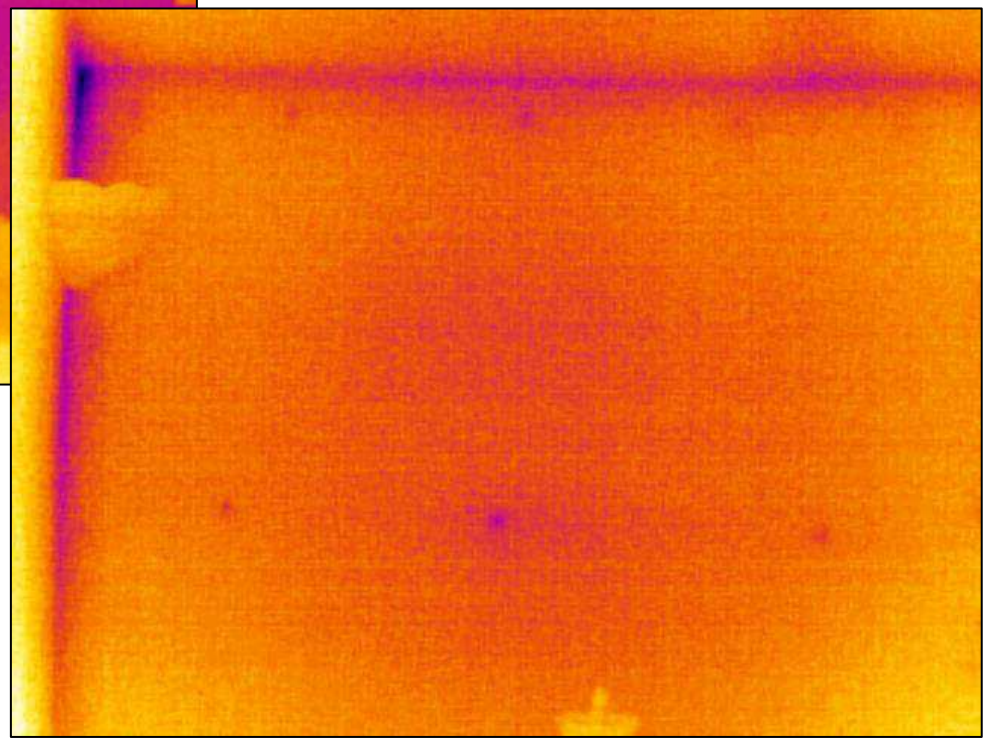


Példaként egy tanulságos eset:

Ugyanaz a lakás:



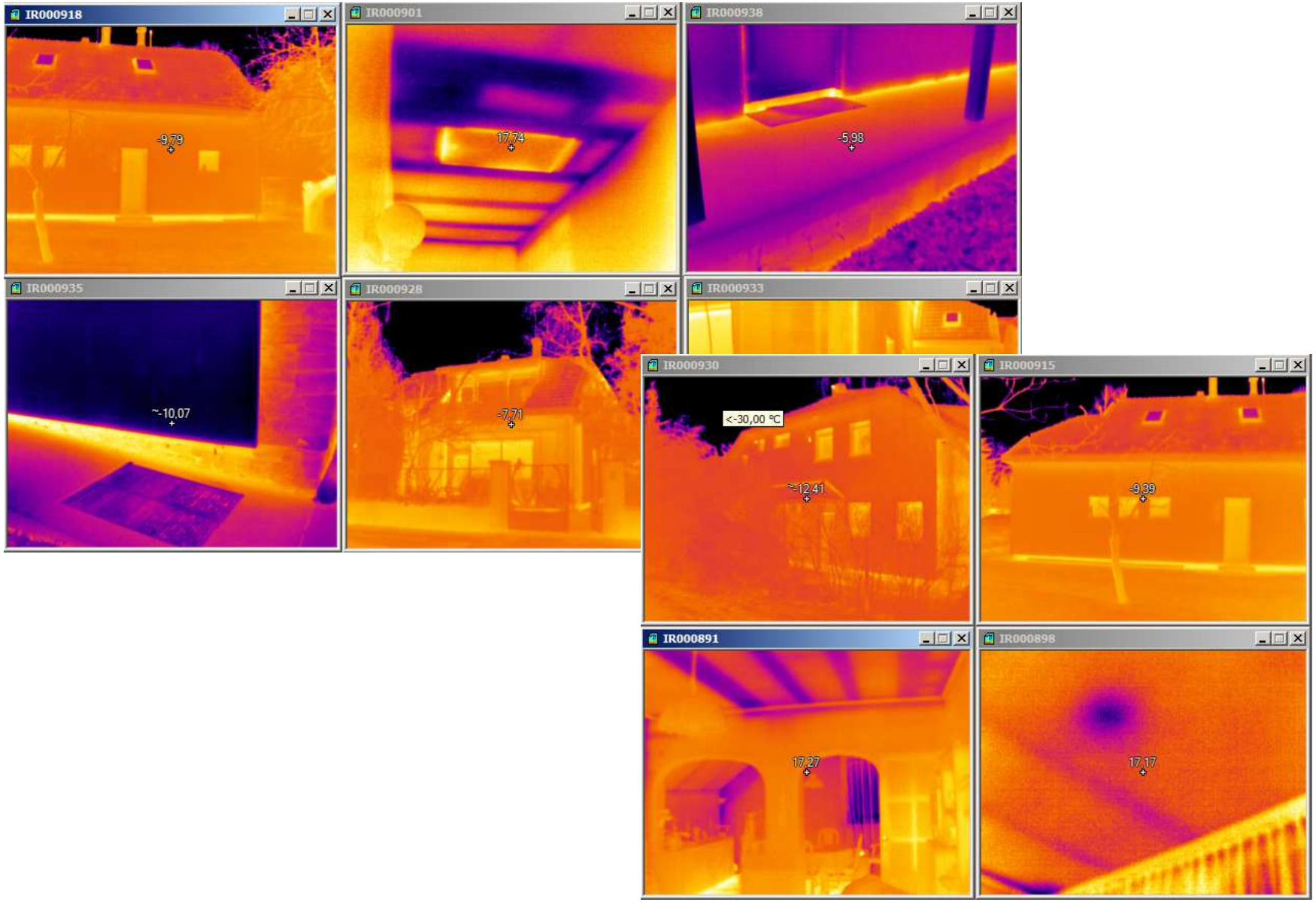
belső hőszigetelés előtt...



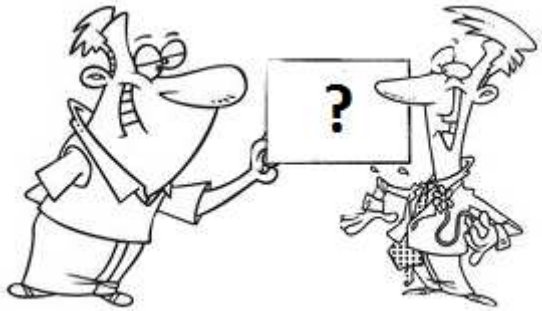
...és belső hőszigetelés után

ELKÉSZÜLNEK A KÉPEK…

JAVASLAT: készüljön hangjegyzet…



MIT KAPHAT AZ ÜGYFÉL?



- ÁTADJUK A HŐKÉP FELVÉTELEKET KÉPKÉNT (.jpg)
  NYOMTATVA VAGY ADATHORDOZÓN

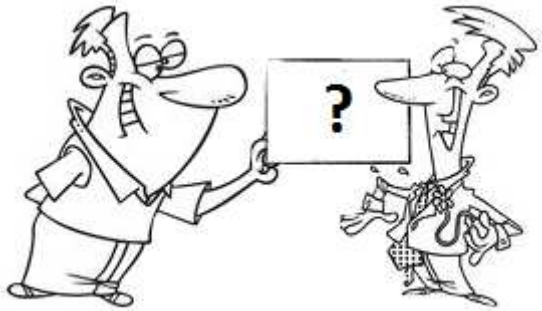
- JEGYZŐKÖNYV KERÜL ÁTADÁSRA, MELY LEHET:

  SZŰKSZAVÚ:
  AZ ÉPÜLET PROBLÉMÁS RÉSZEI LÁTHATÓK A KÉPEKEN,
  KÉPEK JELÖLÉSEKKEL ELLÁTVA LÁTHATÓK,

  LÉNYEGRETÖRŐ:
  AZ ÉPÜLET PROBLÉMÁS RÉSZEI LÁTHATÓK A KÉPEKEN,
  KÉPEK JELÖLÉSEKKEL ELLÁTVA LÁTHATÓK,
  A PROBLÉMÁK JAVÍTÁSÁRA JAVASLATOT TARTALMAZ

  ÁTFOGÓ MŰSZAKI:
  AZ ÉPÜLET VALAMENNYI LÉNYEGES RÉSZE LÁTHATÓ A KÉPEKEN,
  KÉPEK JELÖLÉSEKKEL ELLÁTVA LÁTHATÓK,
  A KÉPEK MELLETT MŰSZAKI SZAKVÉLEMÉNYT TARTALMAZ

MIT KAPHAT AZ ÜGYFÉL?



- ÁTADJUK A HŐKÉP FELVÉTELEKET KÉPKÉNT (.jpg)
  NYOMTATVA VAGY ADATHORDOZÓN

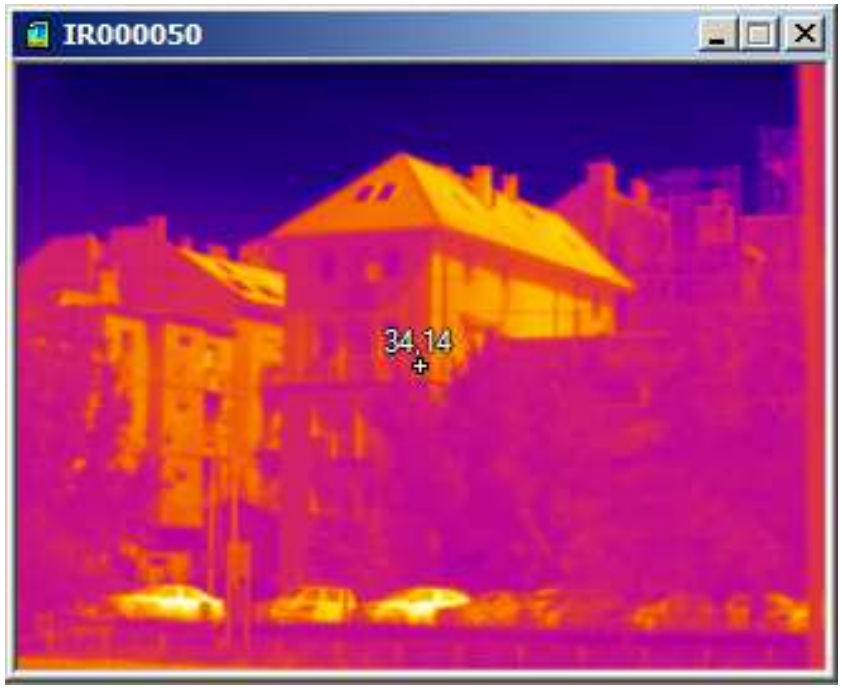
- JEGYZŐKÖNYV KERÜL ÁTADÁSRA, MELY LEHET:

  SZŰKSZAVÚ:
  AZ ÉPÜLET PROBLÉMÁS RÉSZEI LÁTHATÓK A KÉPEKEN,
  KÉPEK JELÖLÉSEKKEL ELLÁTVA LÁTHATÓK,

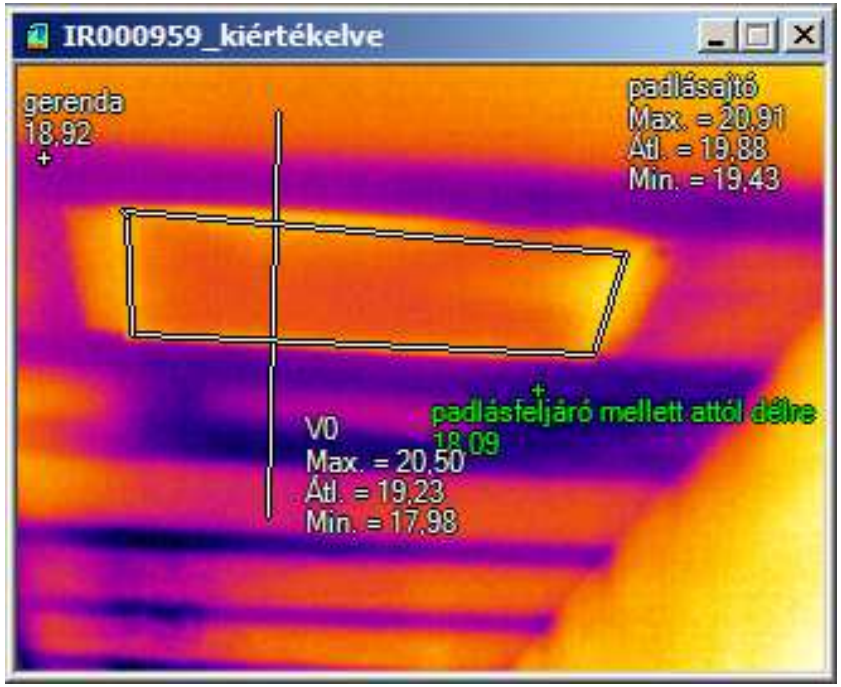
  LÉNYEGRETÖRŐ:
  AZ ÉPÜLET PROBLÉMÁS RÉSZEI LÁTHATÓK A KÉPEKEN,
  KÉPEK JELÖLÉSEKKEL ELLÁTVA LÁTHATÓK,
  A PROBLÉMÁK JAVÍTÁSÁRA JAVASLATOT TARTALMAZ

  ÁTFOGÓ MŰSZAKI:
  AZ ÉPÜLET VALAMENNYI LÉNYEGES RÉSZE LÁTHATÓ A KÉPEKEN,
  KÉPEK JELÖLÉSEKKEL ELLÁTVA LÁTHATÓK,
  A KÉPEK MELLETT MŰSZAKI SZAKVÉLEMÉNYT TARTALMAZ

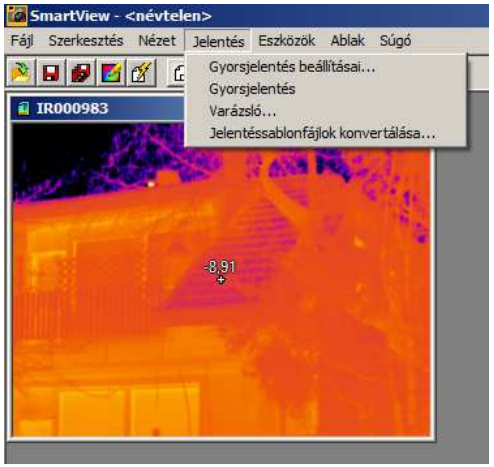
A KÉPEK KIÉRTÉKELÉSE:

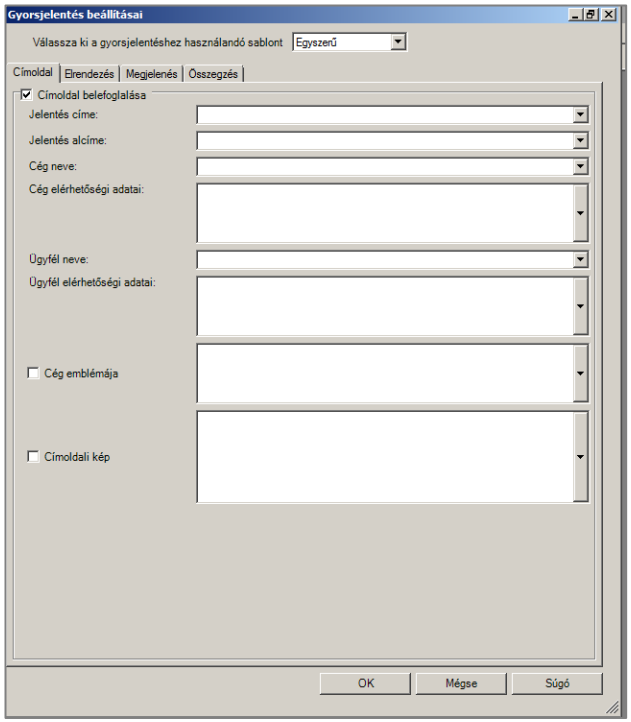


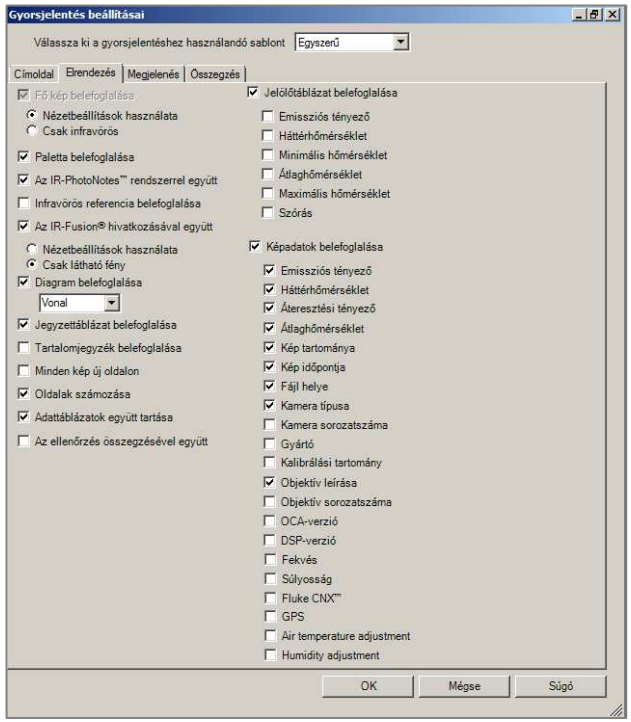
A KÉPEK KIÉRTÉKELÉSE:

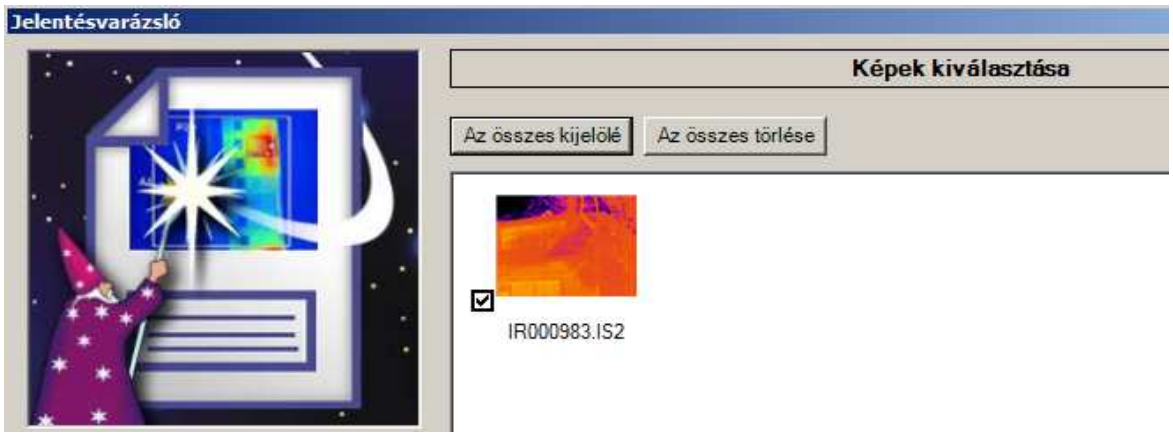


A JEGYZŐKÖNYV ELKÉSZÍTÉSE:







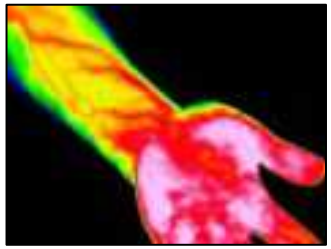


Köszönöm megtisztelő figyelmüket.

Kérem,

nézzék meg az eszközöket a gyakorlatban is….

ÖSSZEFOGLALVA: A HŐKAMERA SOKOLDALÚAN HASZNÁLHATÓ….

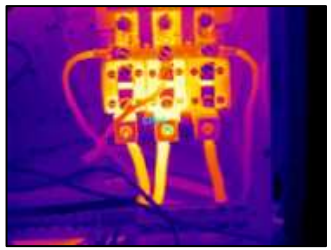


- az orvostudomány, gyógyászat, orvosi felhasználás, állatgyógyászat területén

- **Betegség felismerése - mellrák, ízületi gyulladás**
- **Sport sérülés mértékének becslése, és a terápia eredményességének ellenőrzése**

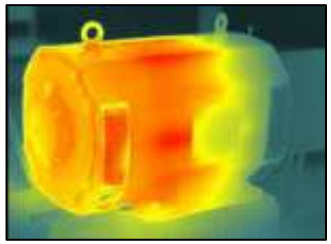
- közlekedésnél, áruszállításnál

- **Közlekedési csomópontok felügyelete**
- **Kivilágítatlan járművek lokalizálása**
- **Járművek és a gyalogosok, biciklisek észlelése**



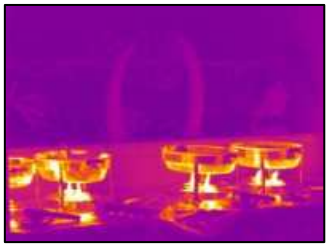
- a villamosiparban

- **Generátorok, áramfejlesztők ellenőrzése**
- **Villamos motorok vizsgálata**
- **Üzemi, városi vagy vidéki villamos elosztók felügyelete**
- **Érintkezési problémák feltárása**



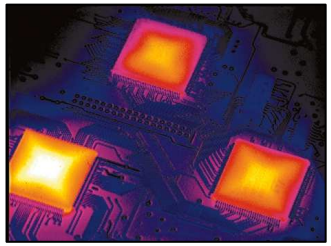
- mechanikai rendszerek, kalorikus gépek vizgálatánál

- **Égőfejek, láng visszaverődés vizsgálata**
- **Tüzelőanyag égésének megfigyelése**
- **Csapágyak vizsgálata**
- **Fűtő ventillátorok/légkondicionálók hatékonysága**
- **Hűtőkamrák veszteséges**



- gyártási folyamat felügyeleténél

- **Elektronika**
- **Petrolkémiai iparágak**
- **Élelmiszeripar**
- **Üveggyártás**
- **Acélgyártás**



- kutatásban és fejlesztéseknél

- **Tervezés megerősítése**
- **Működő prototípus értékelése**
- **Állatok megfigyelése**

Köszönöm megtisztelő figyelmüket.

Kérem,

nézzék meg az eszközöket a gyakorlatban is….