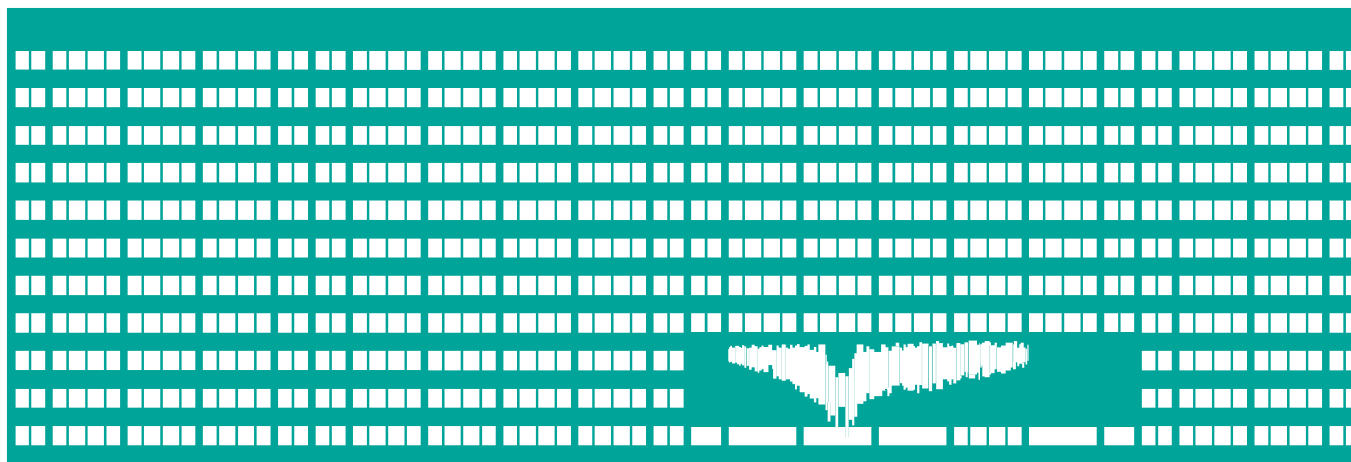


VŠB TECHNICKÁ  
UNIVERZITA  
OSTRAVA

VSB TECHNICAL  
UNIVERSITY  
OF OSTRAVA



[www.vsb.cz](http://www.vsb.cz)

# Termodiagnostika

## Praktické příklady

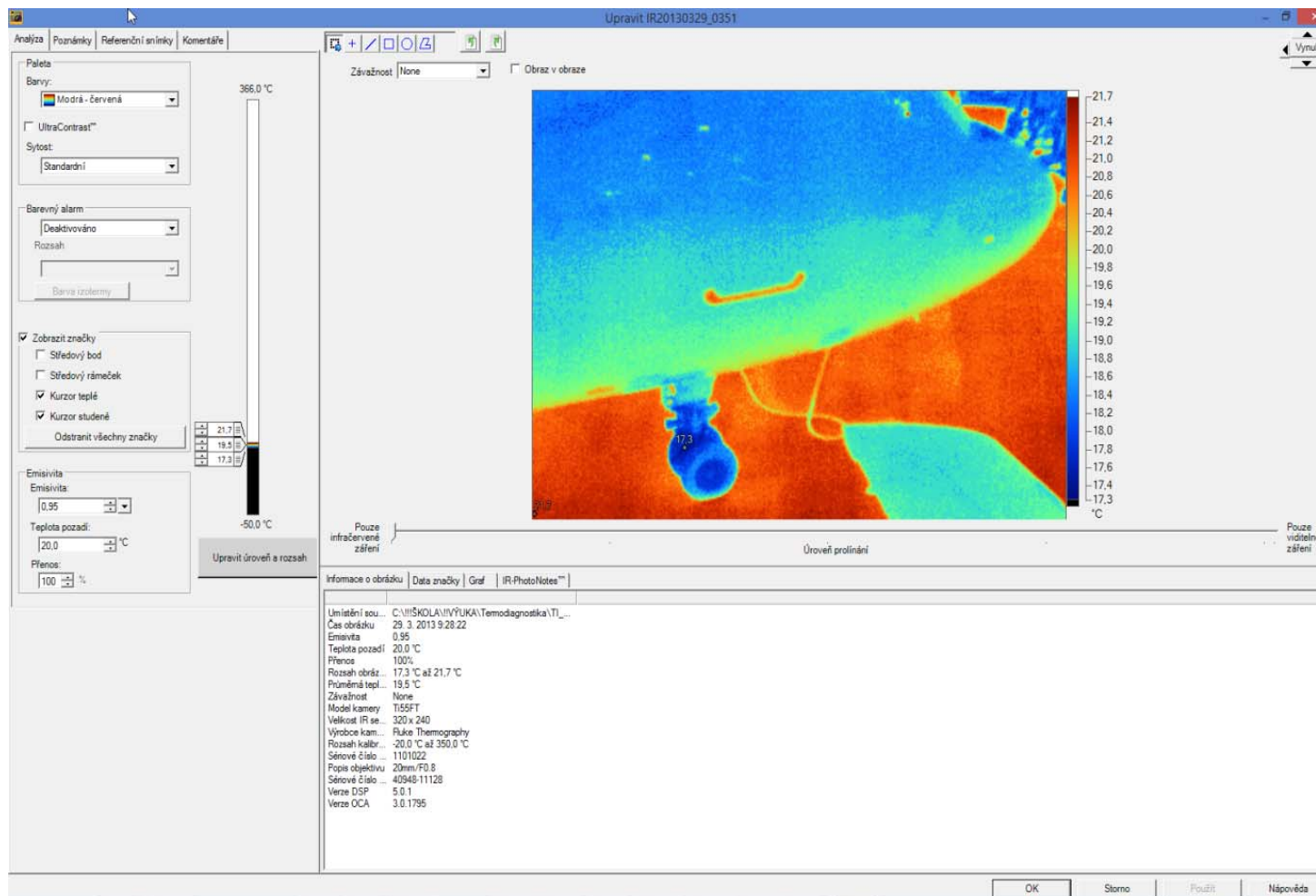
*Ing. Jan BLATA, Ph.D.*

*Kat. 340, VŠB-TU Ostrava*

## Přístrojová technika










Paleta

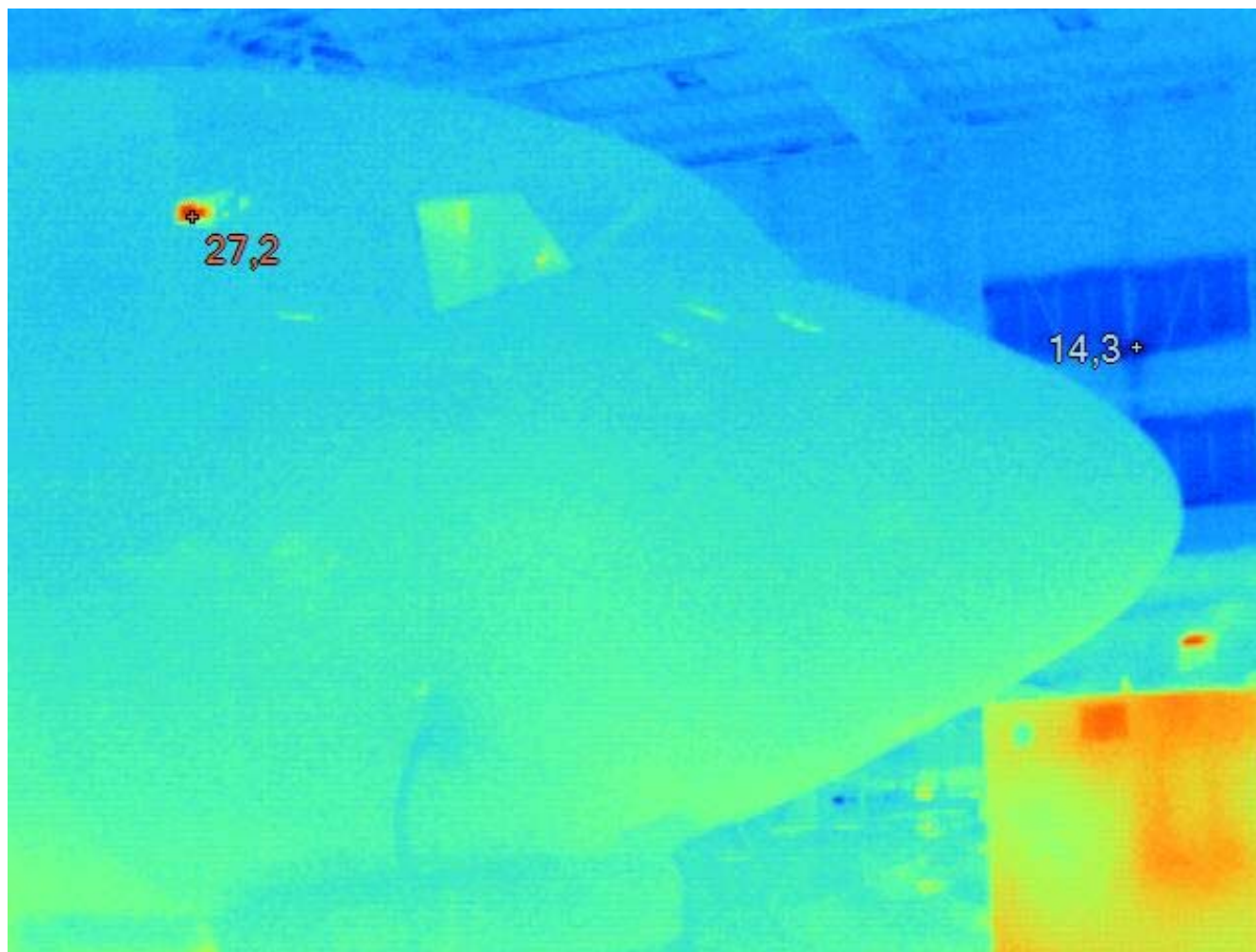
Barvy:

 Modrá - červená ▼

UltraContrast™

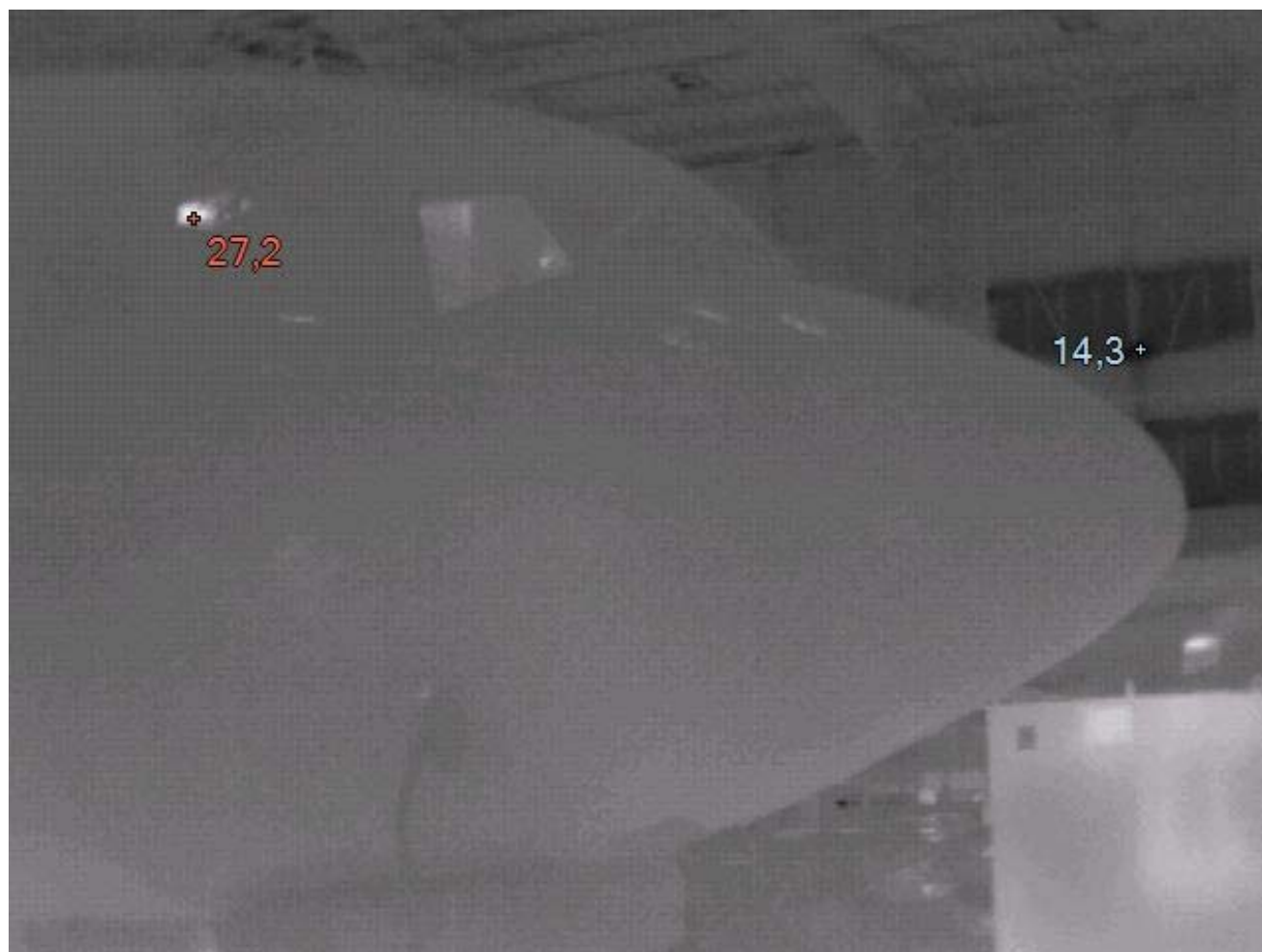
Sytost:

Standardní ▼



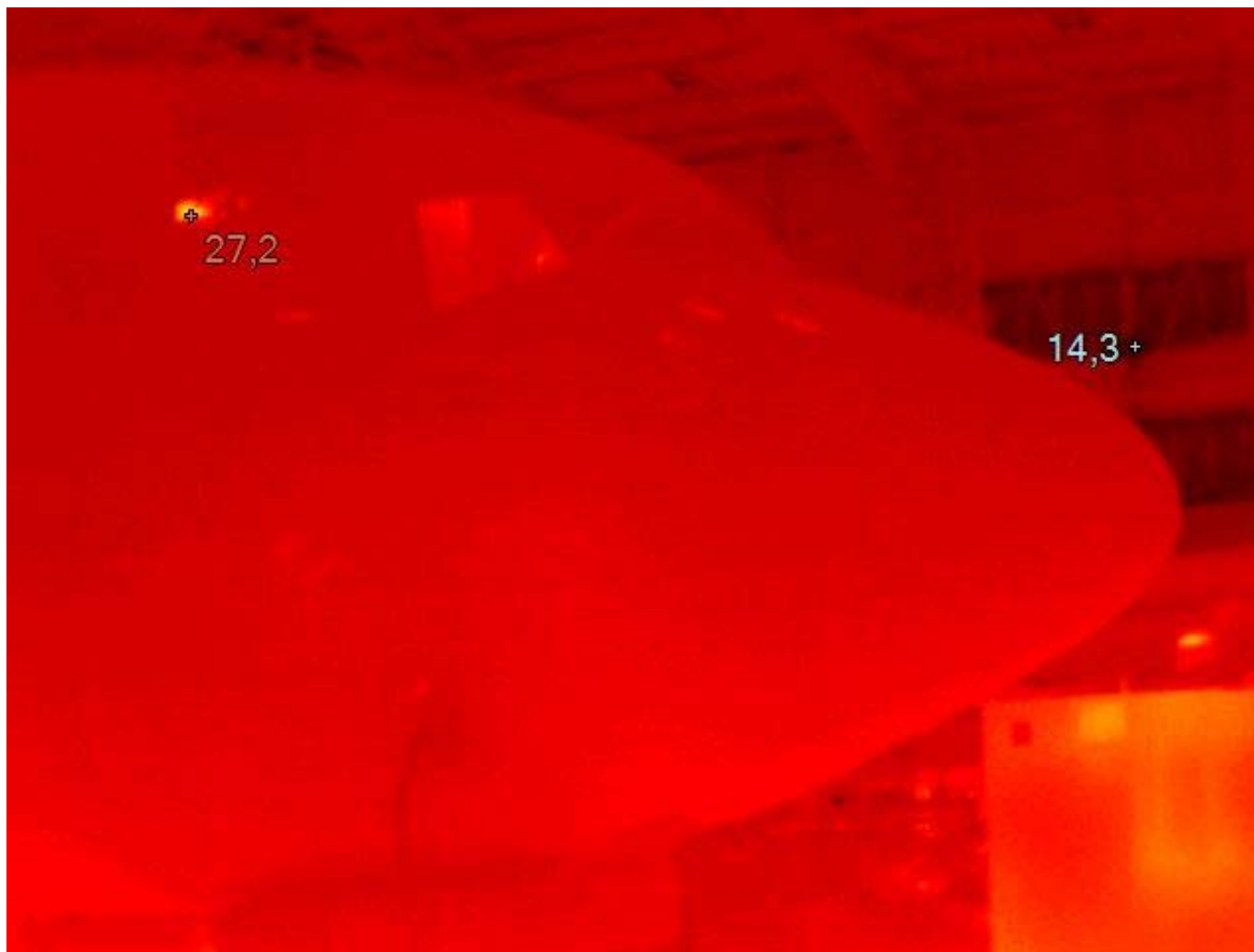


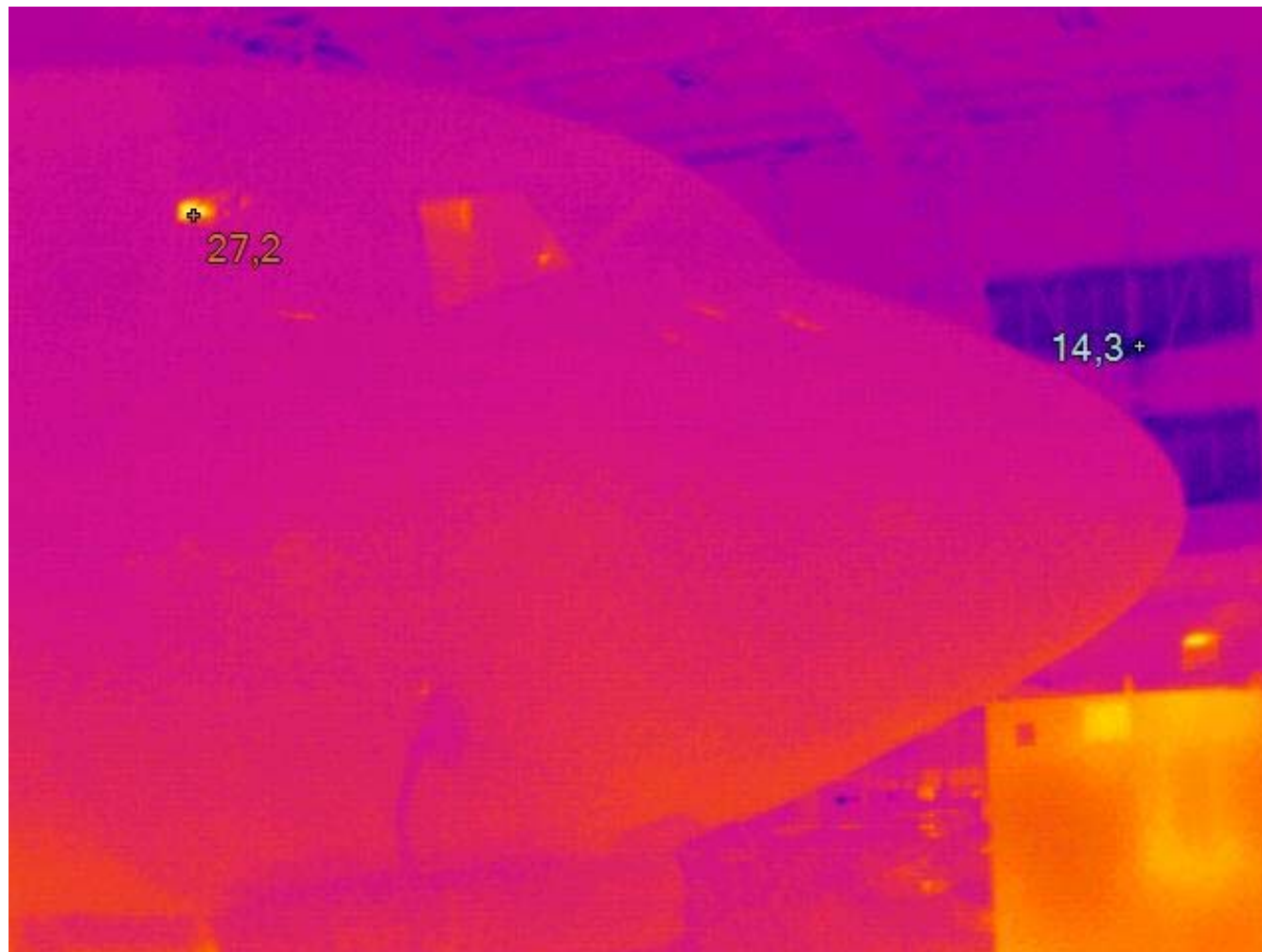


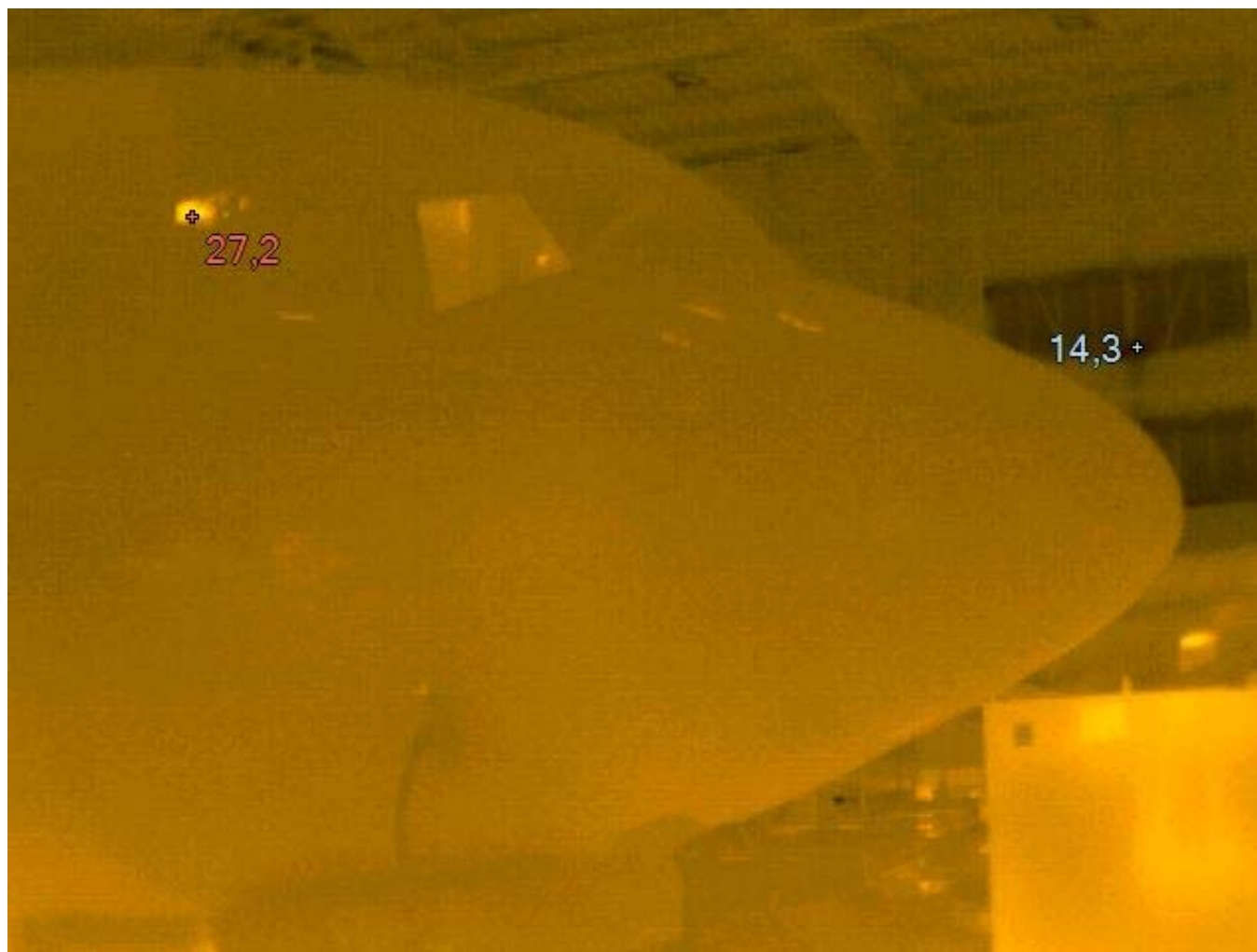


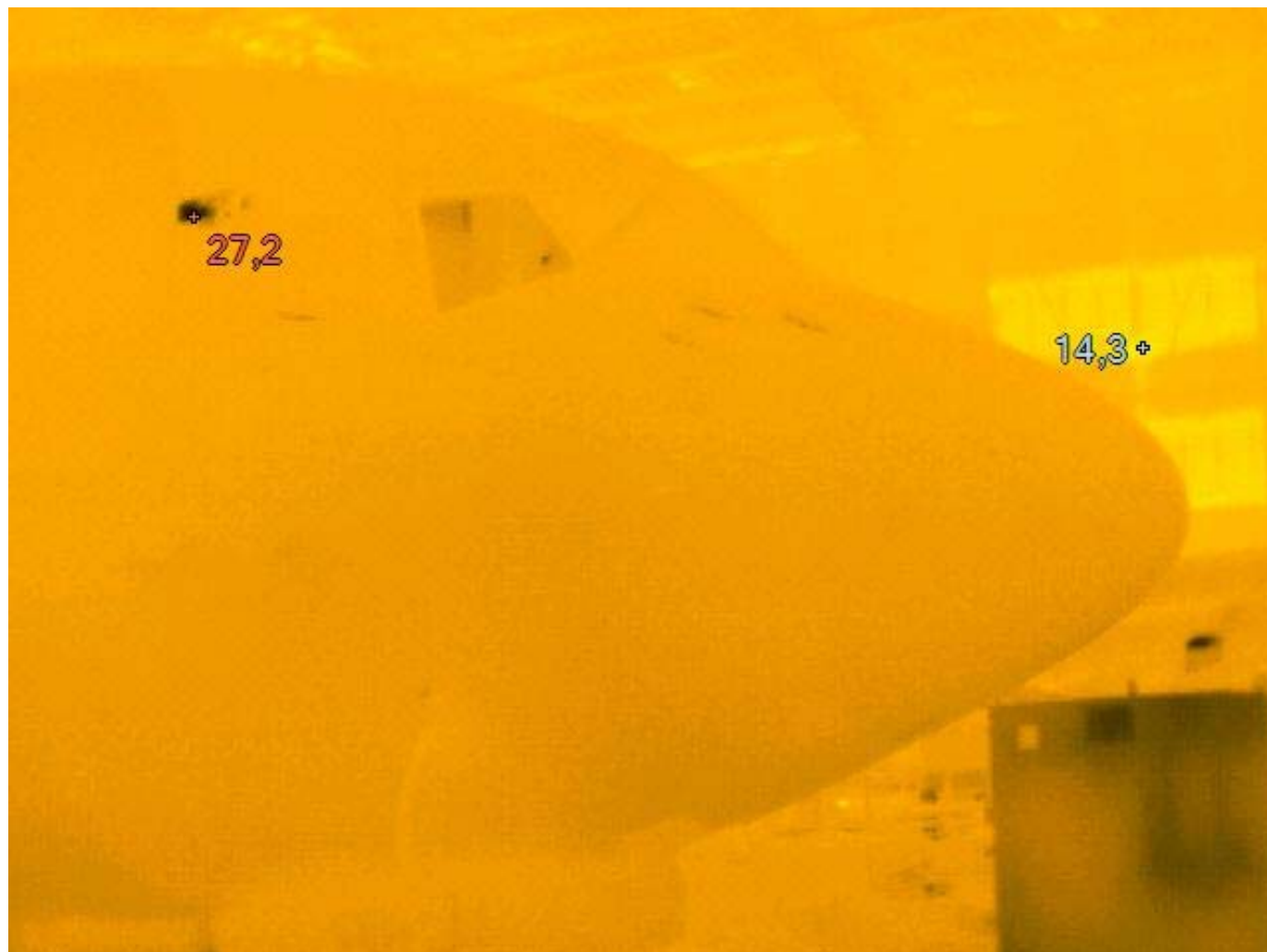




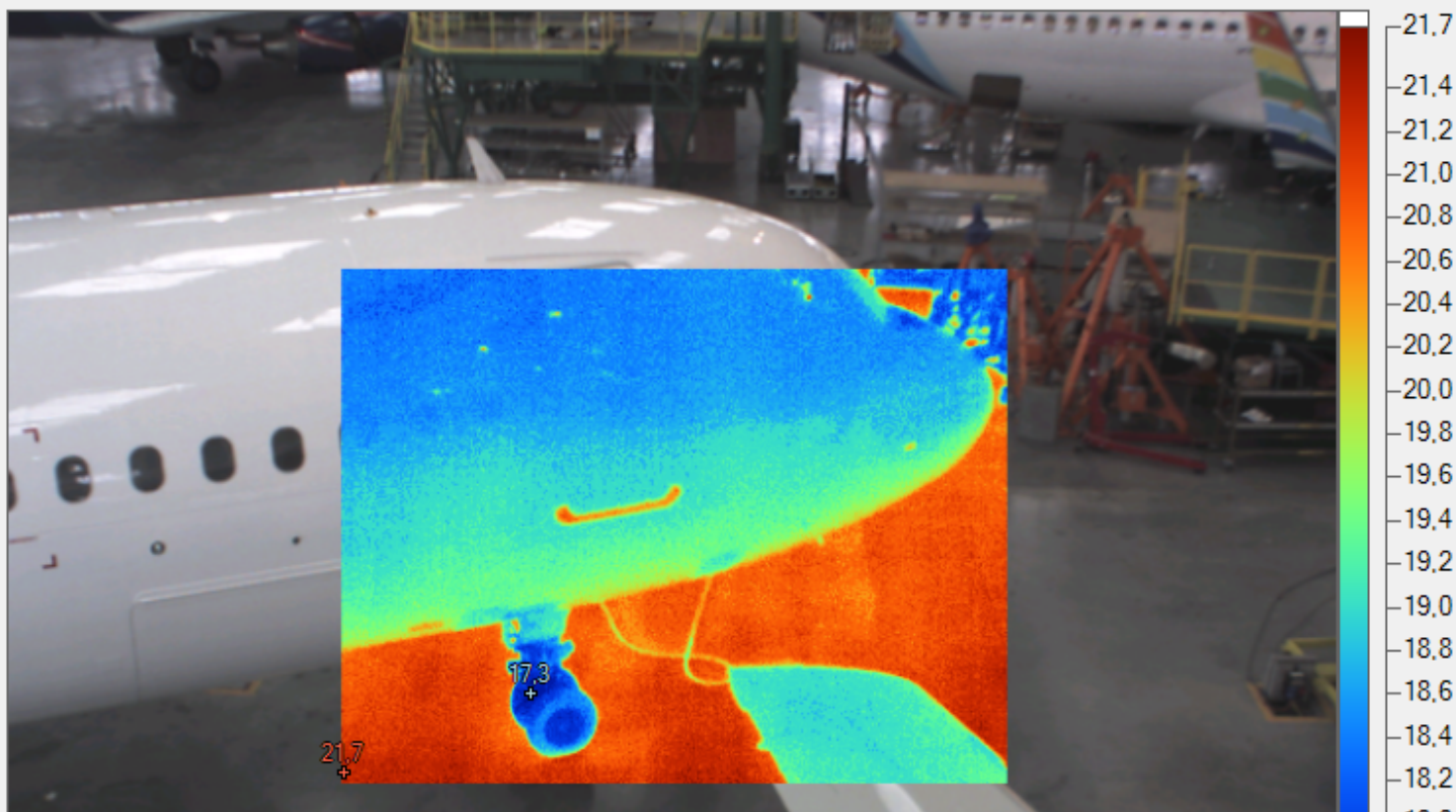




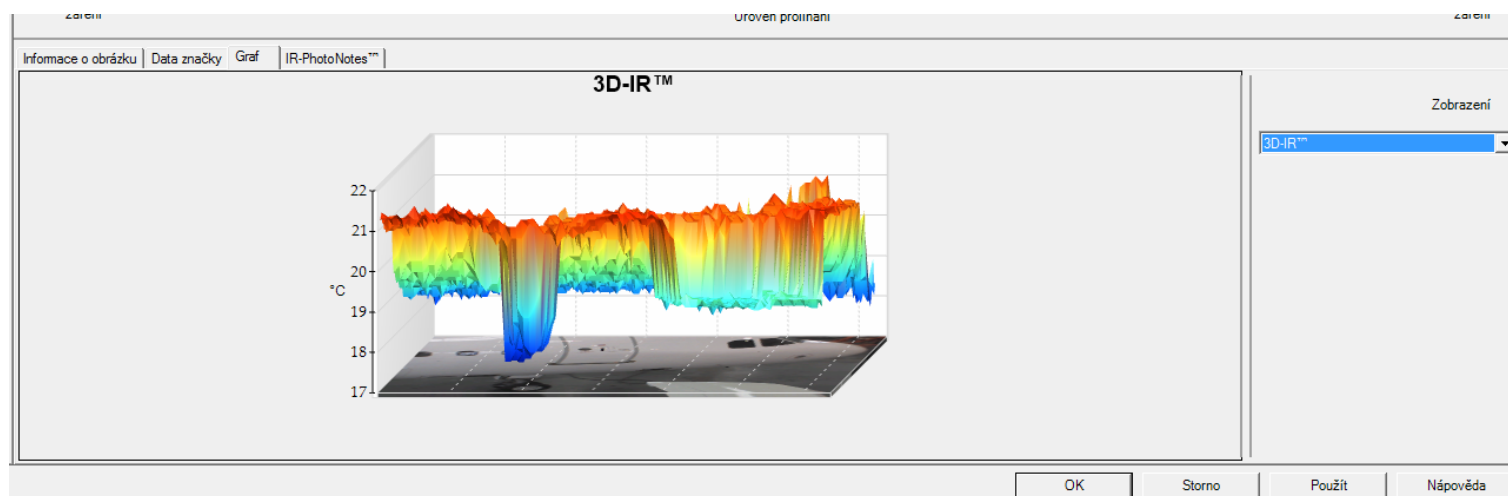




Obraz v obraze

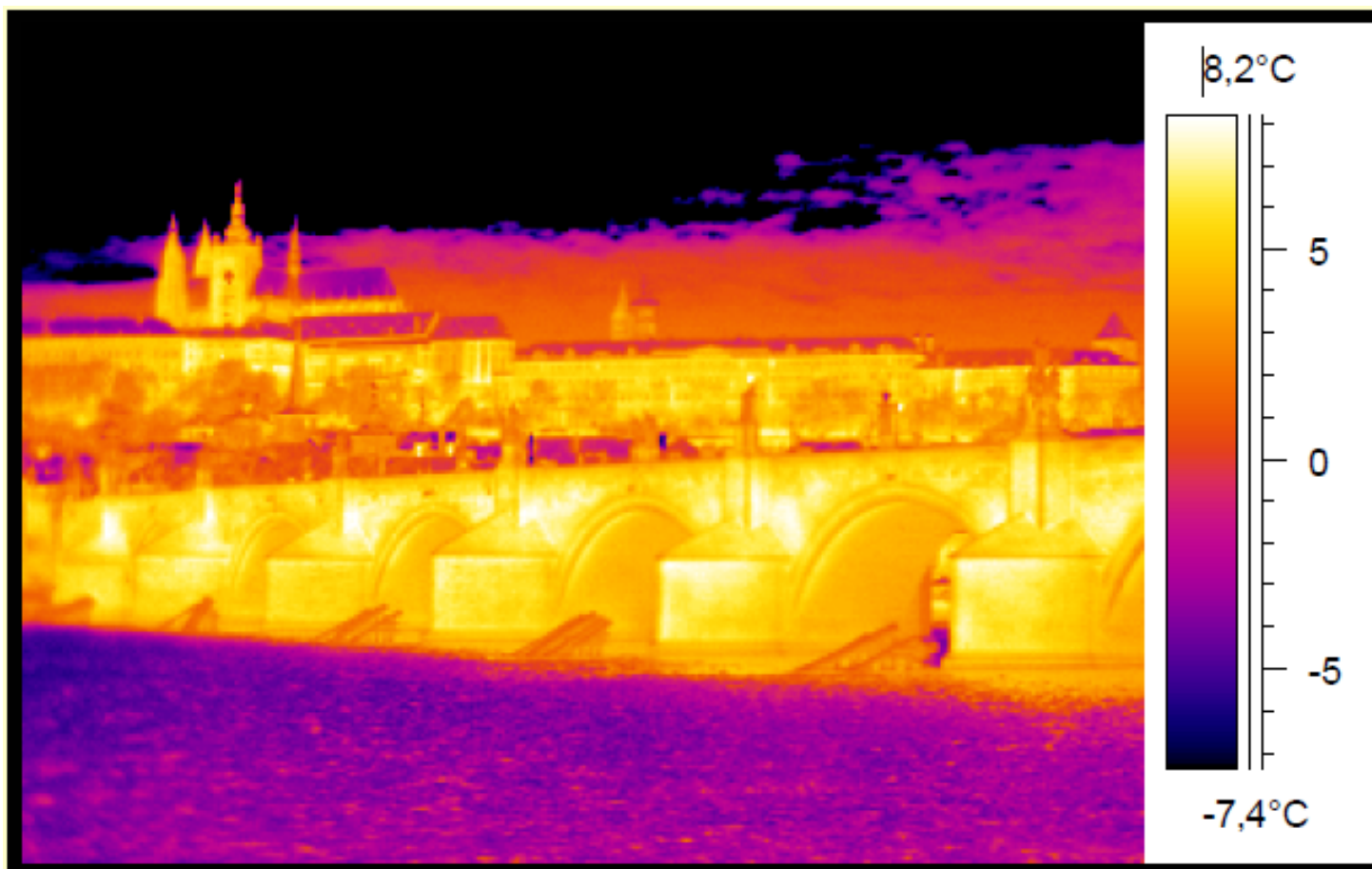






## Stavební diagnostika



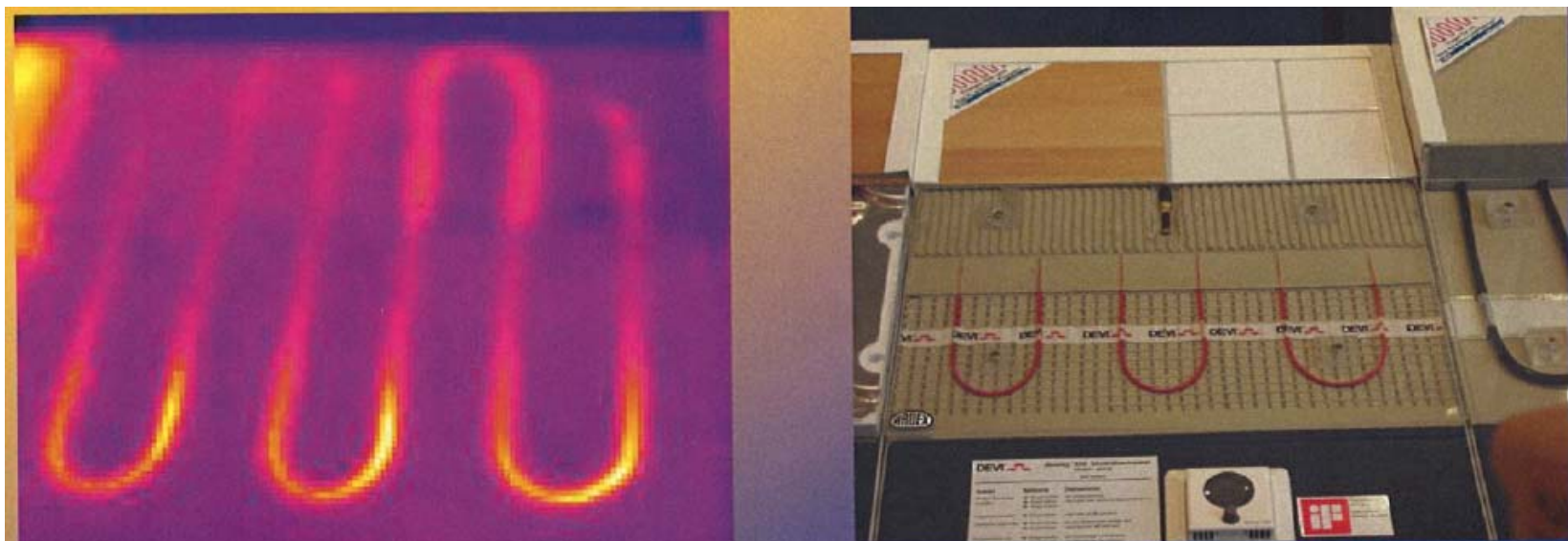


Interiérová teplota vzduchu	Interiérová relativní vlhkost vzduchu	Teplota rosného bodu vzduchu
20 °C	40 %	6,03 °C
20 °C	50 %	9,29 °C
20 °C	60 %	12,02 °C
20 °C	70 %	14,37 °C
25 °C	40 %	10,49 °C
25 °C	50 %	13,87 °C
25 °C	60 %	16,70 °C
25 °C	70 %	19,15 °C



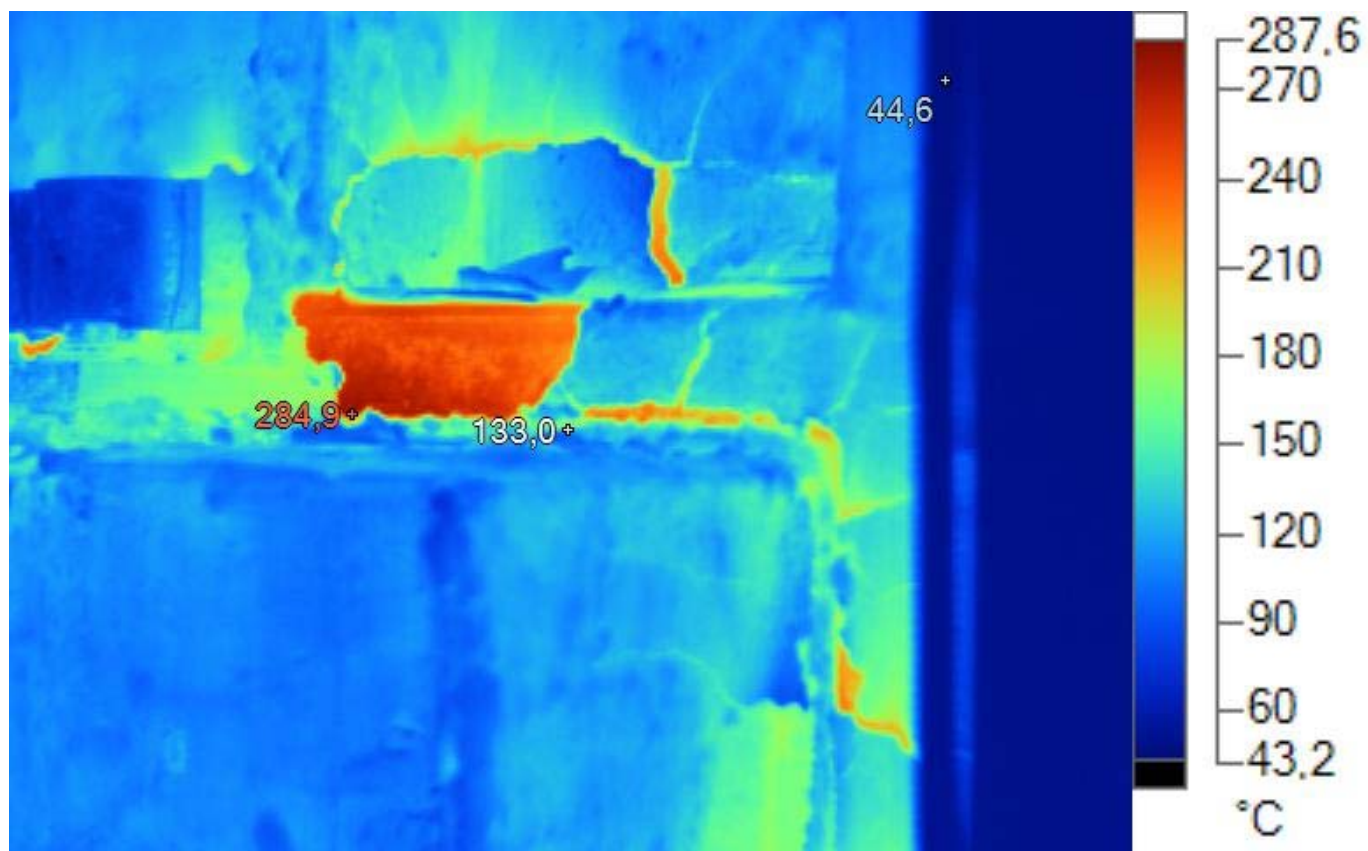
## Měření relativní vlhkosti a rosného bodu







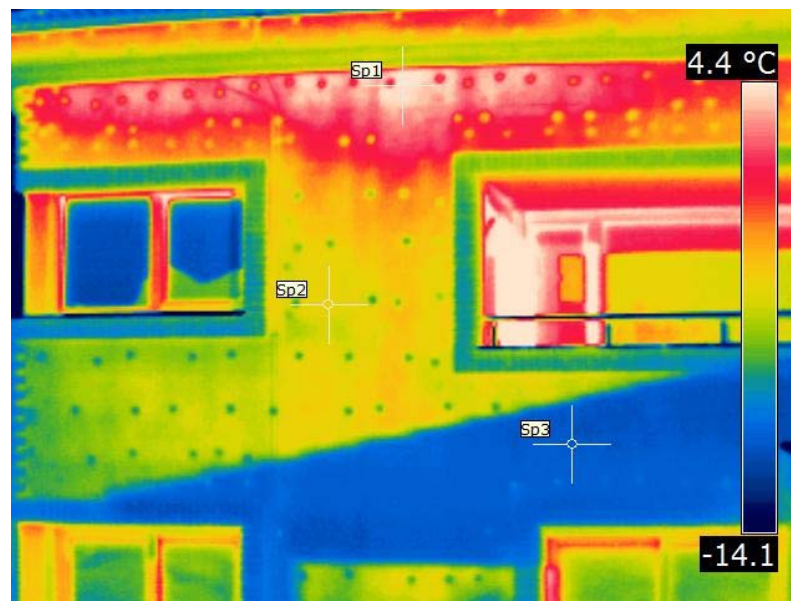


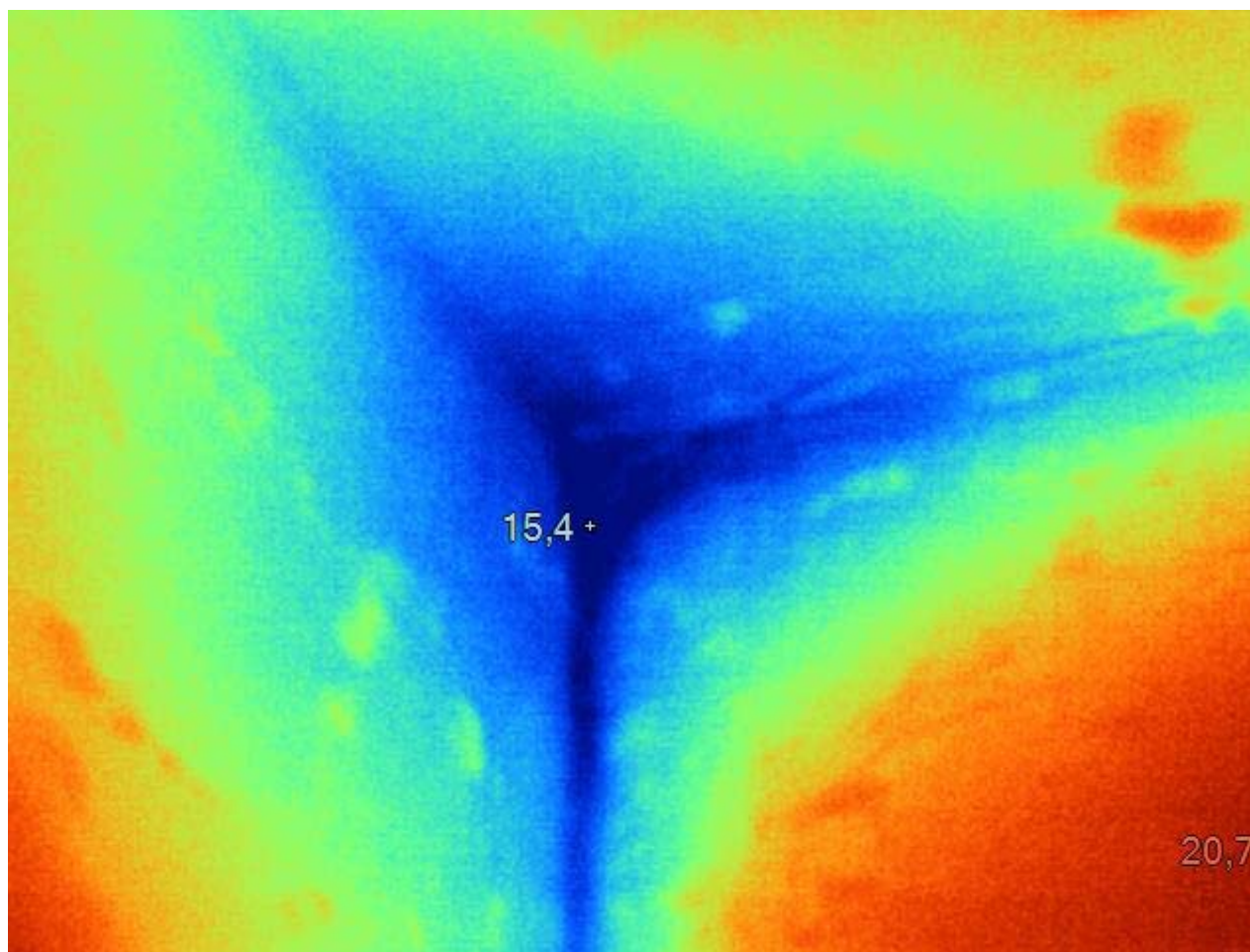


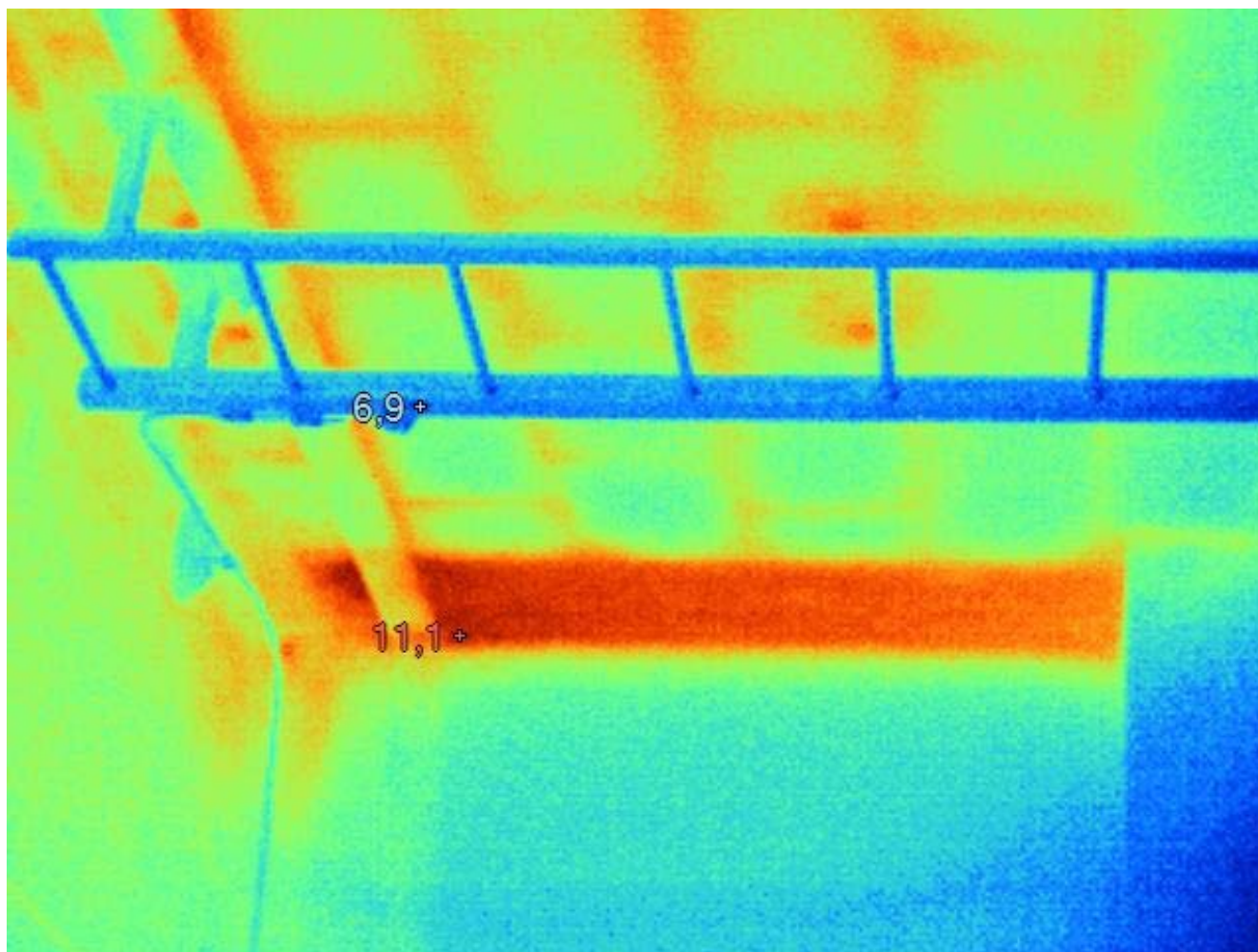


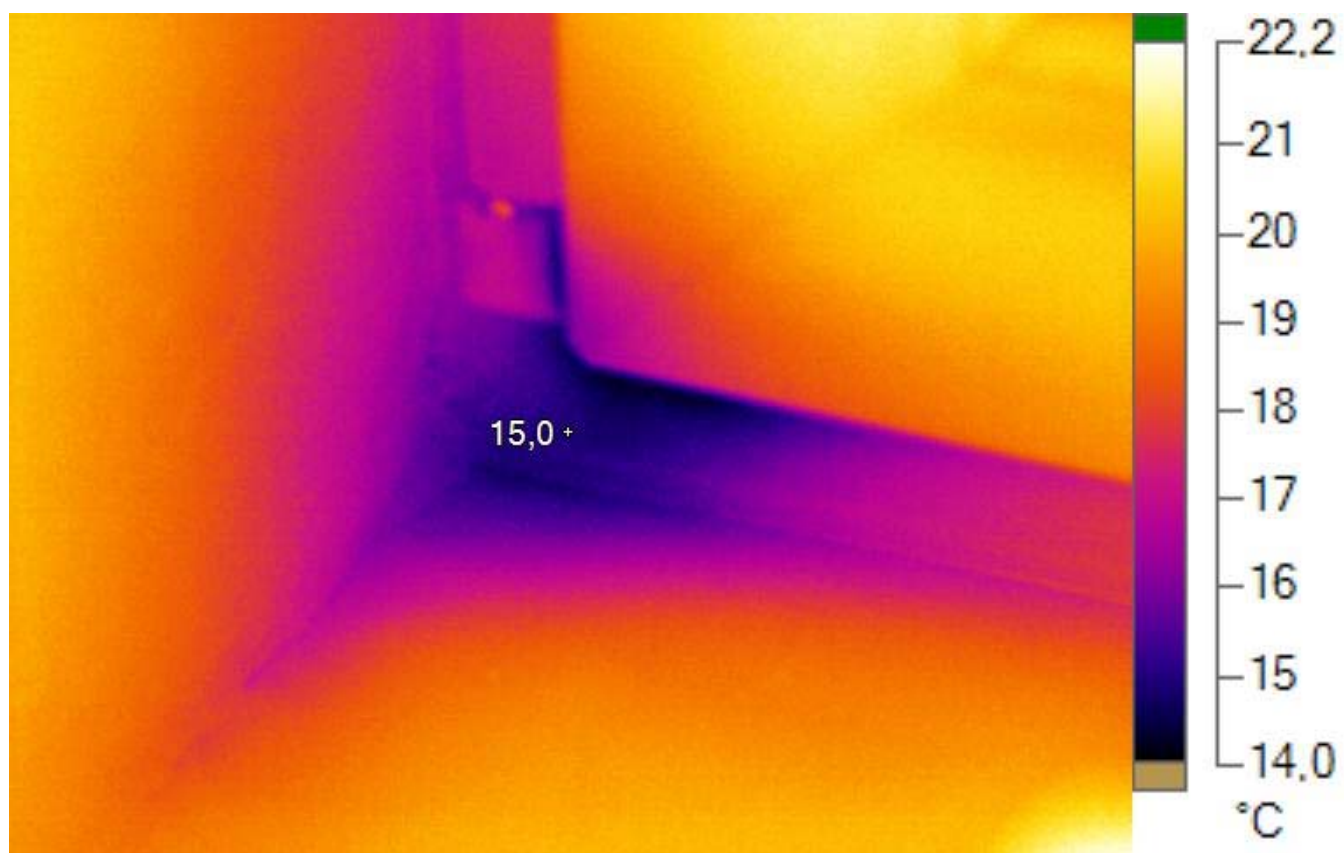


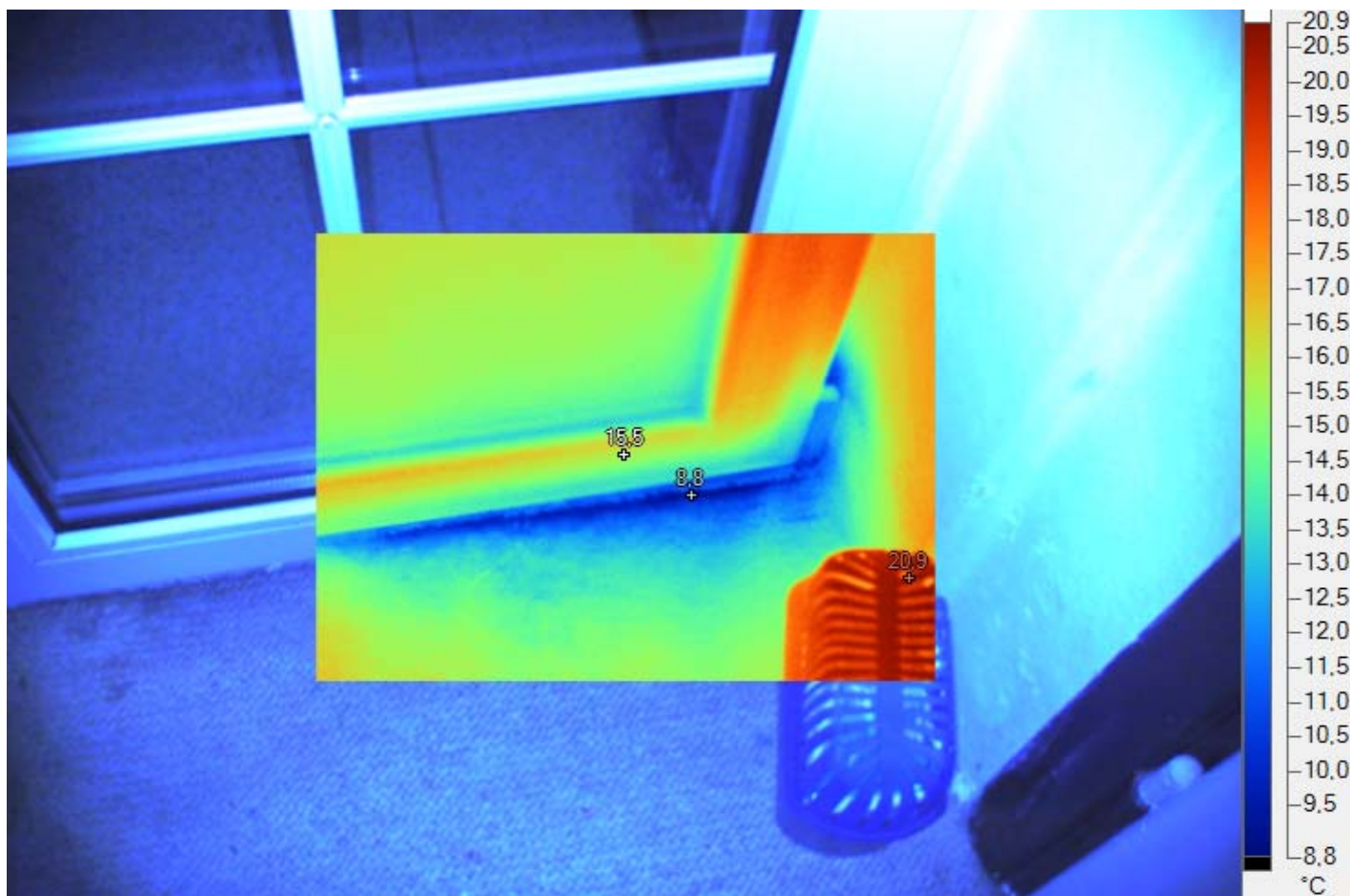
## Ovlivnění měření



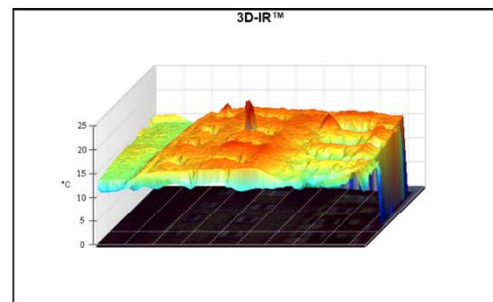
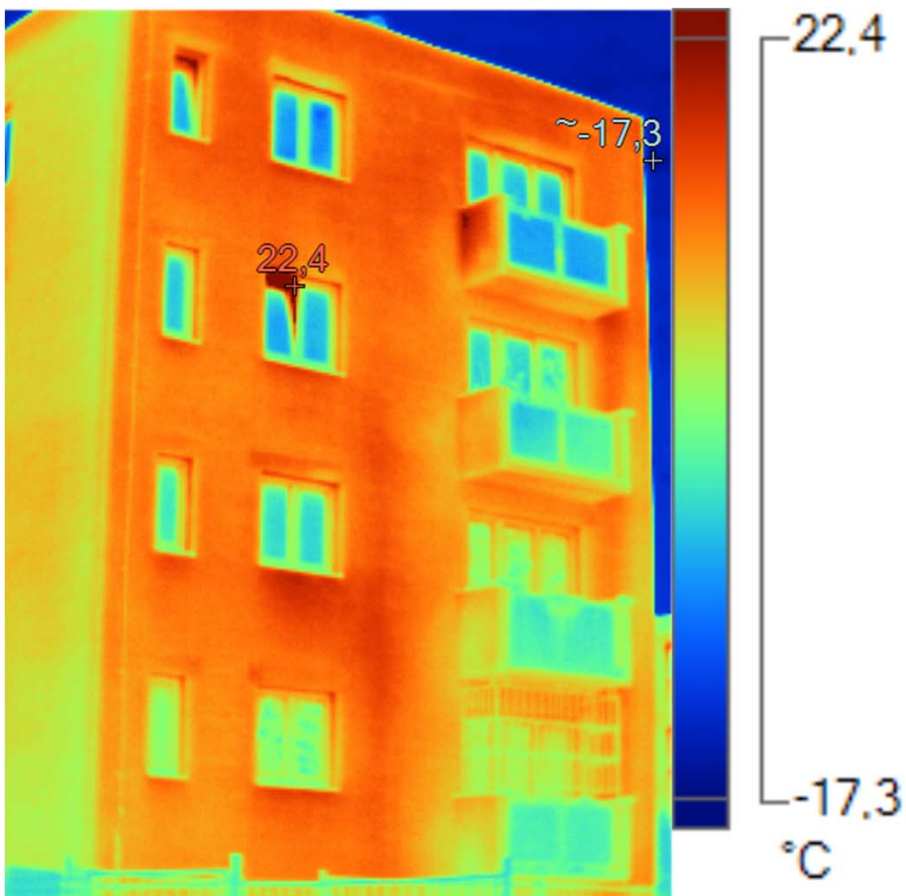


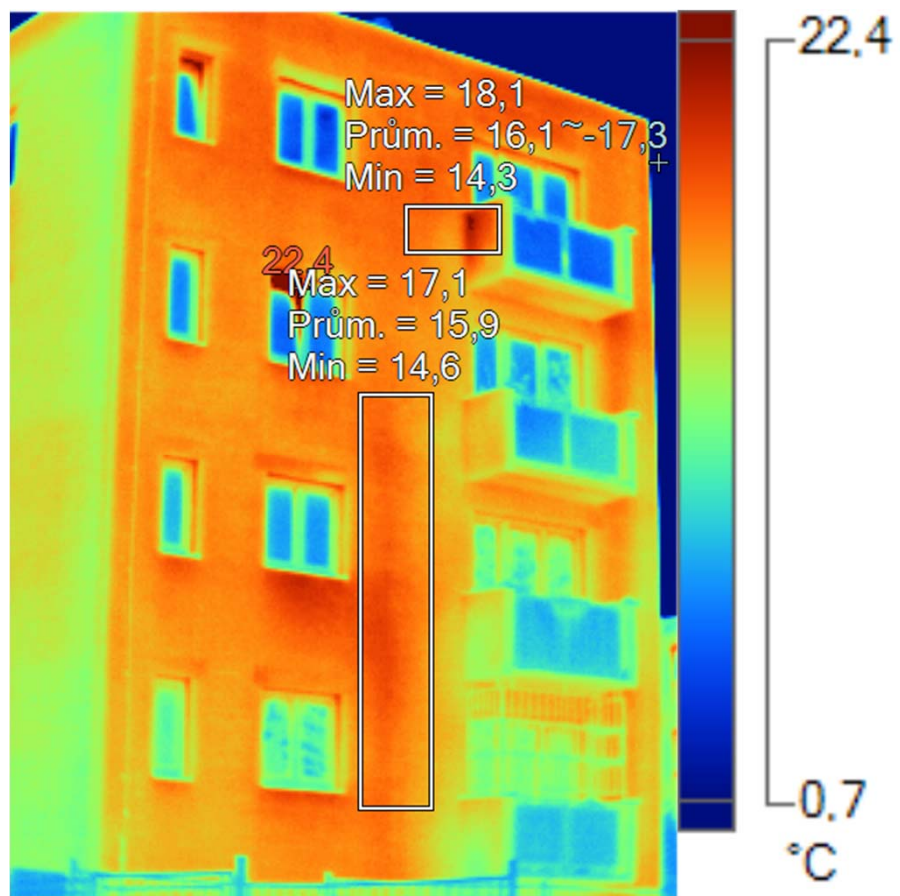


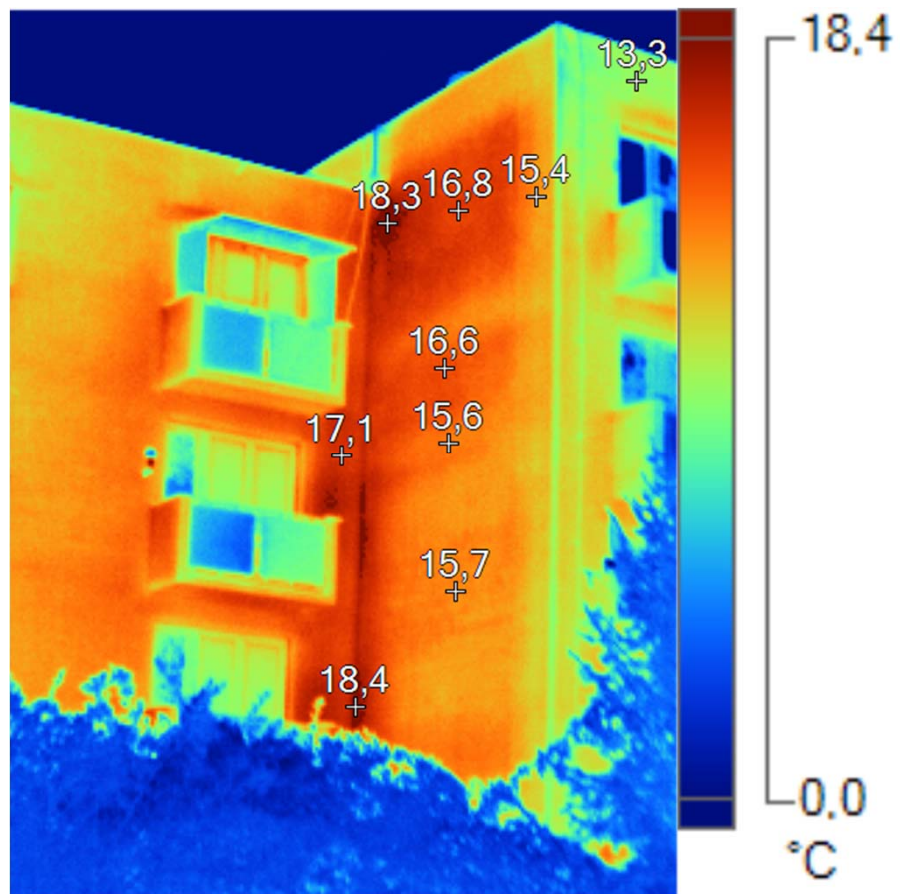


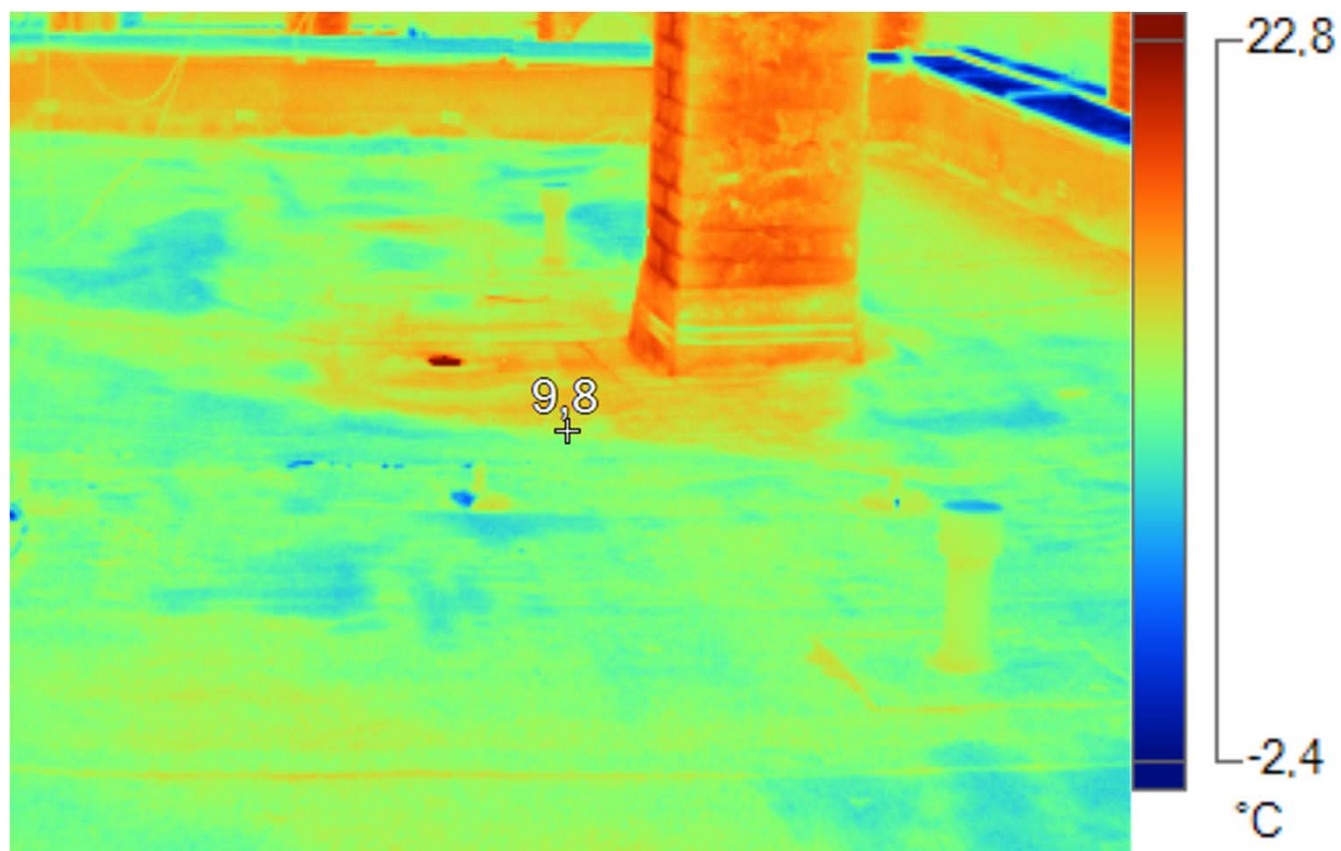


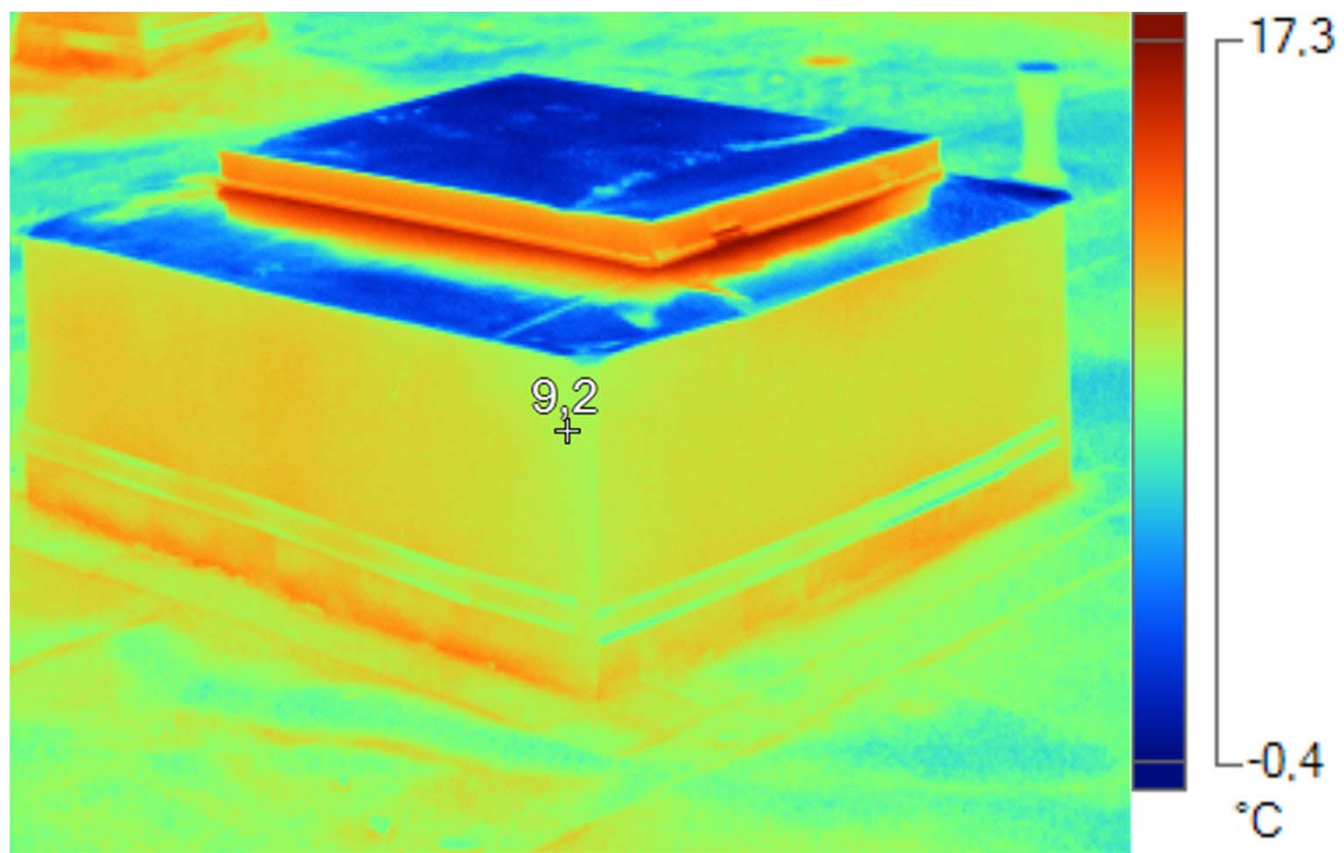


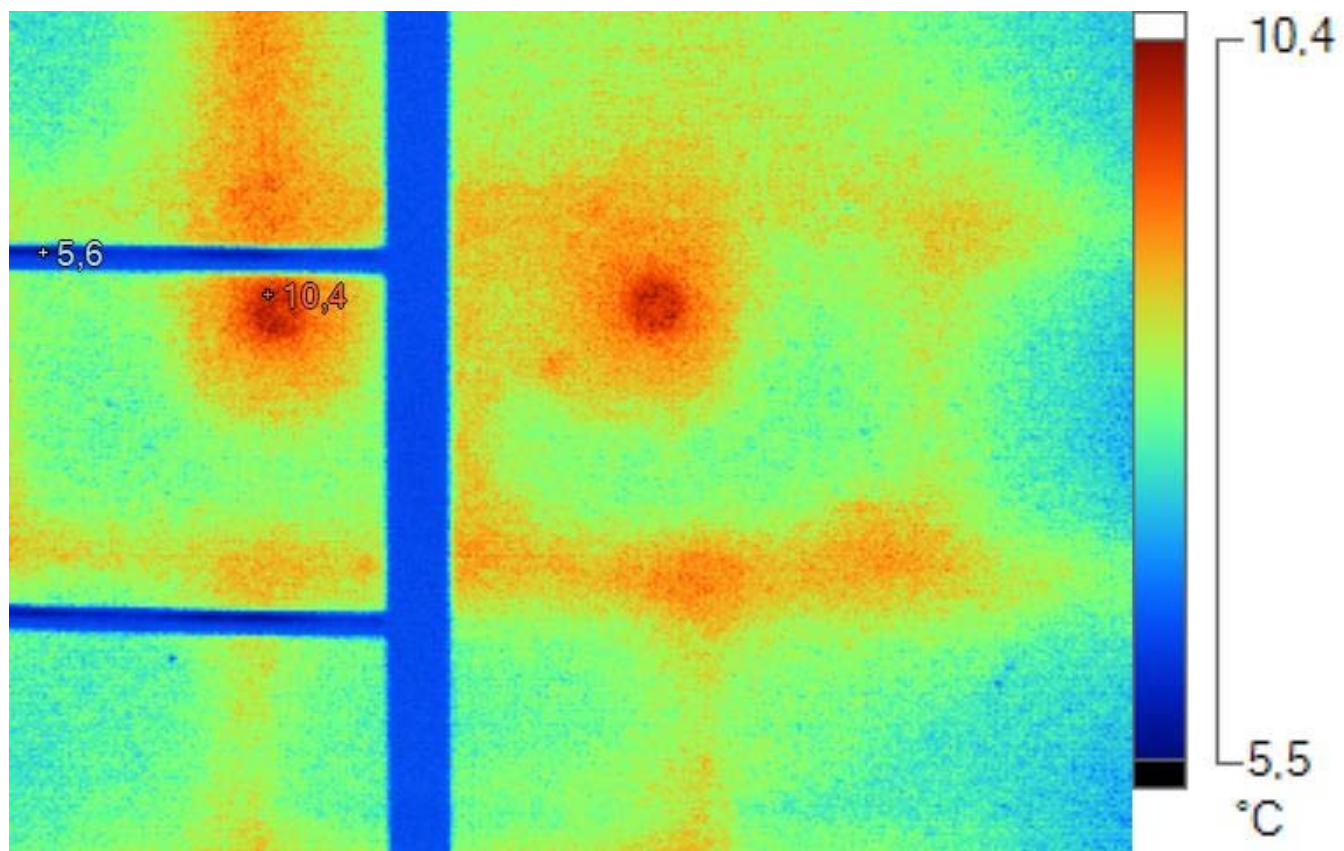


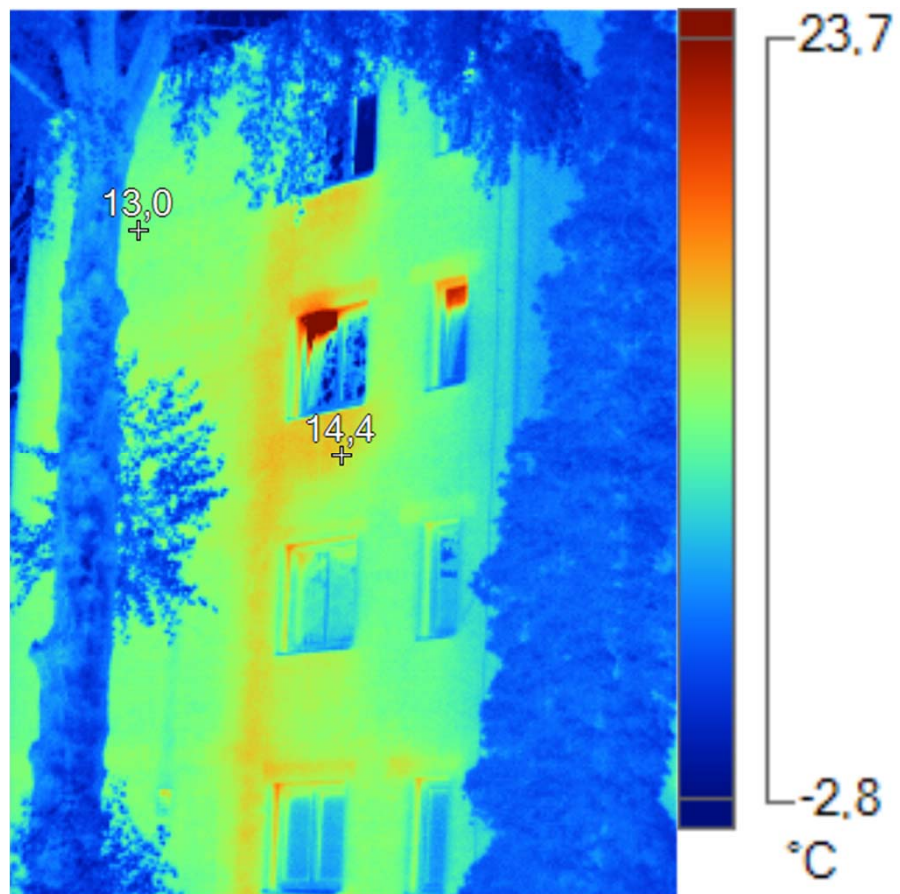


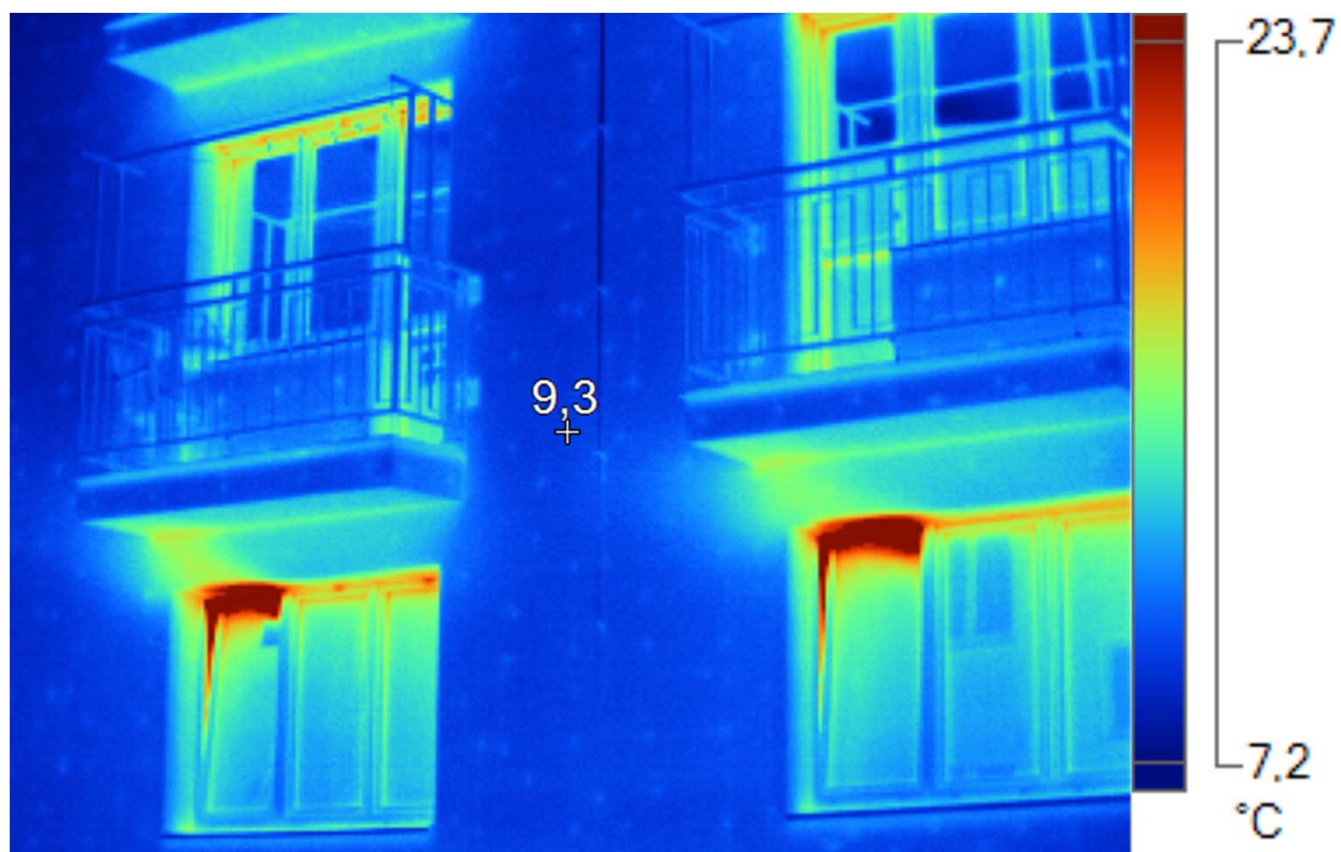






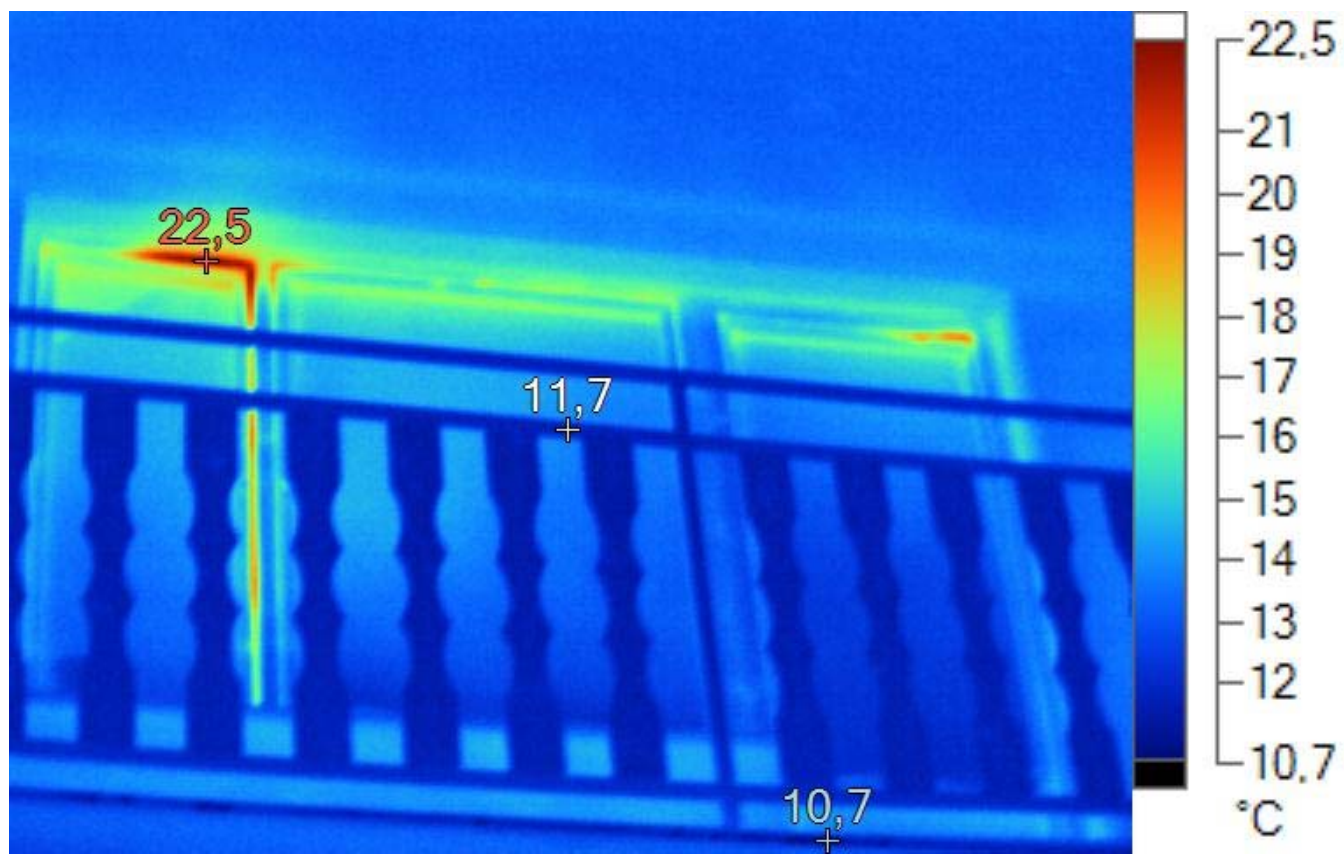


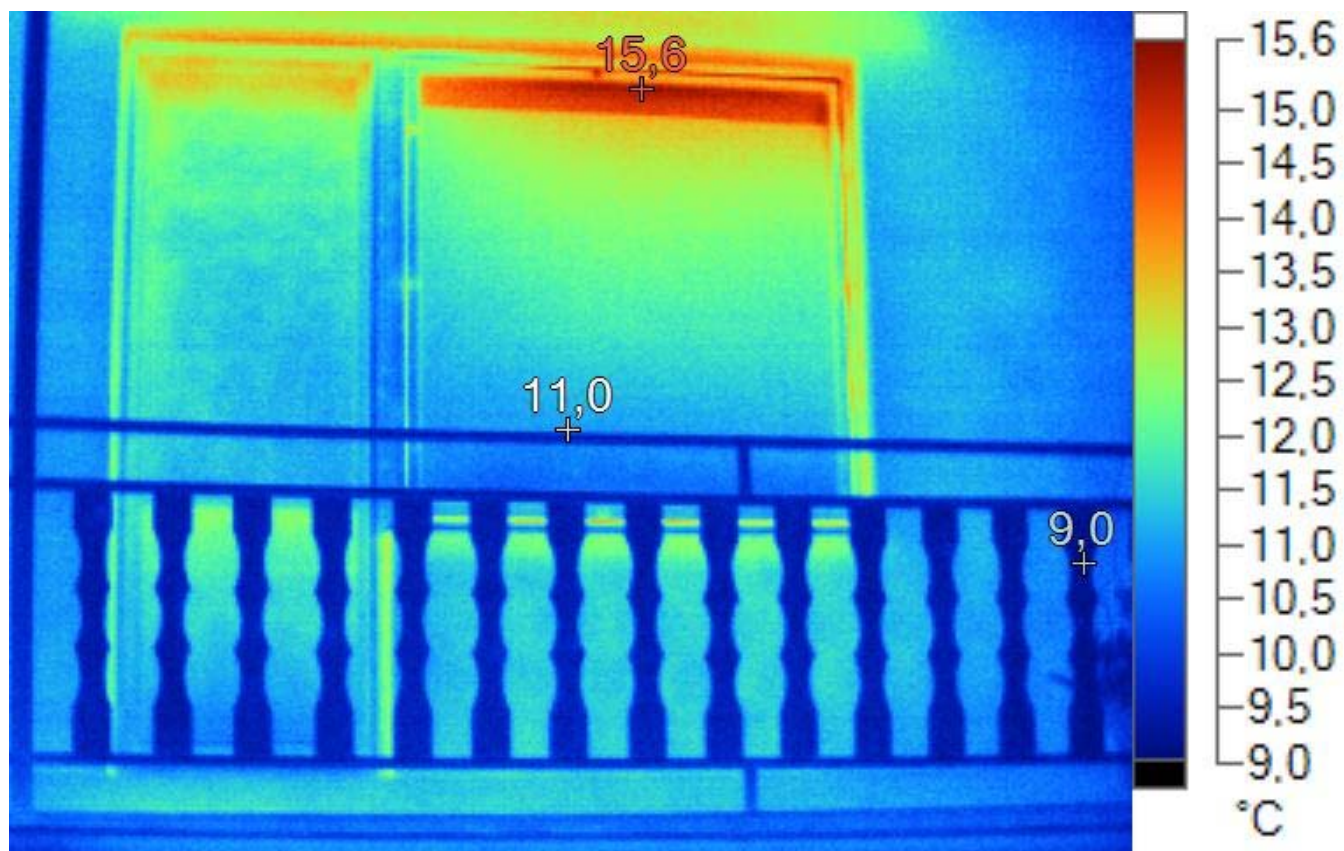


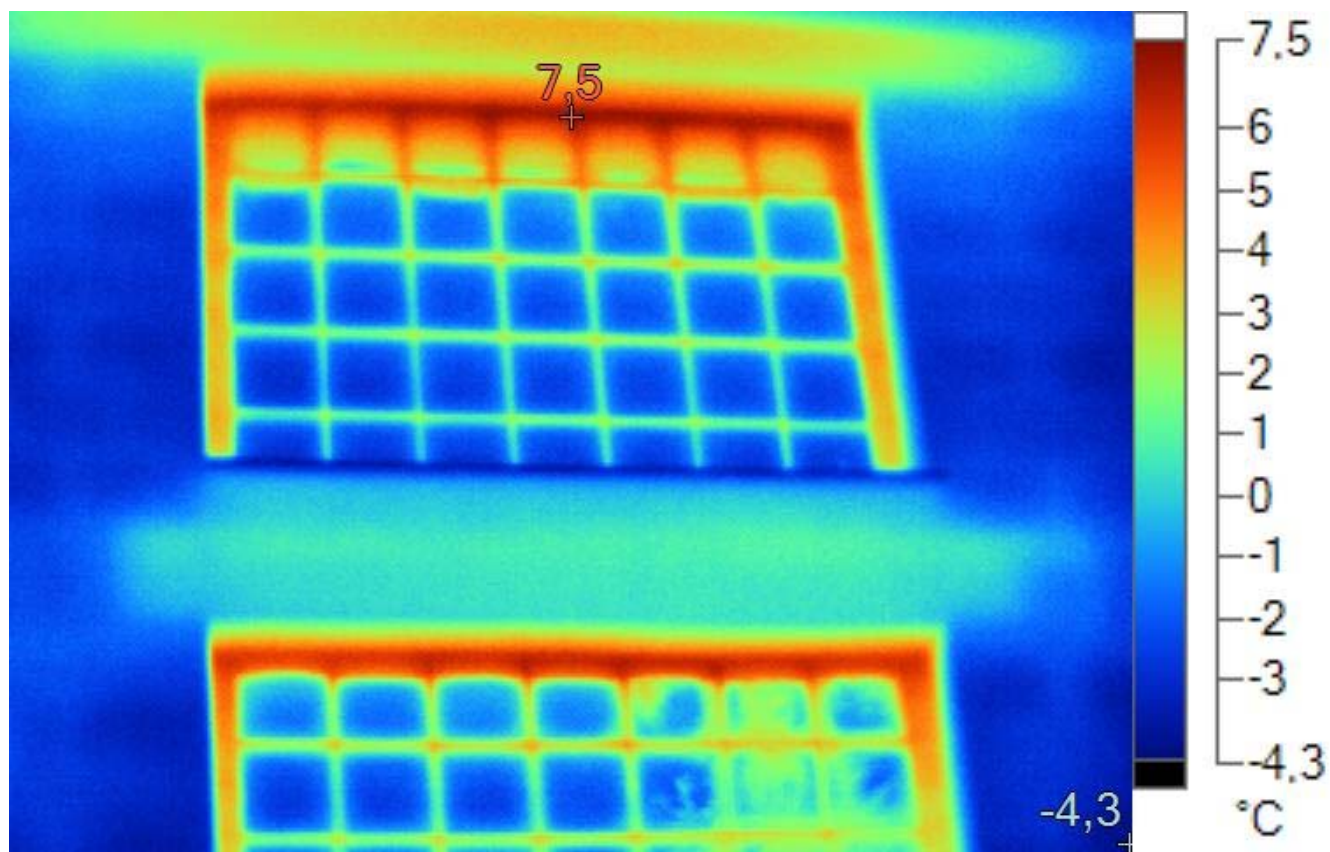


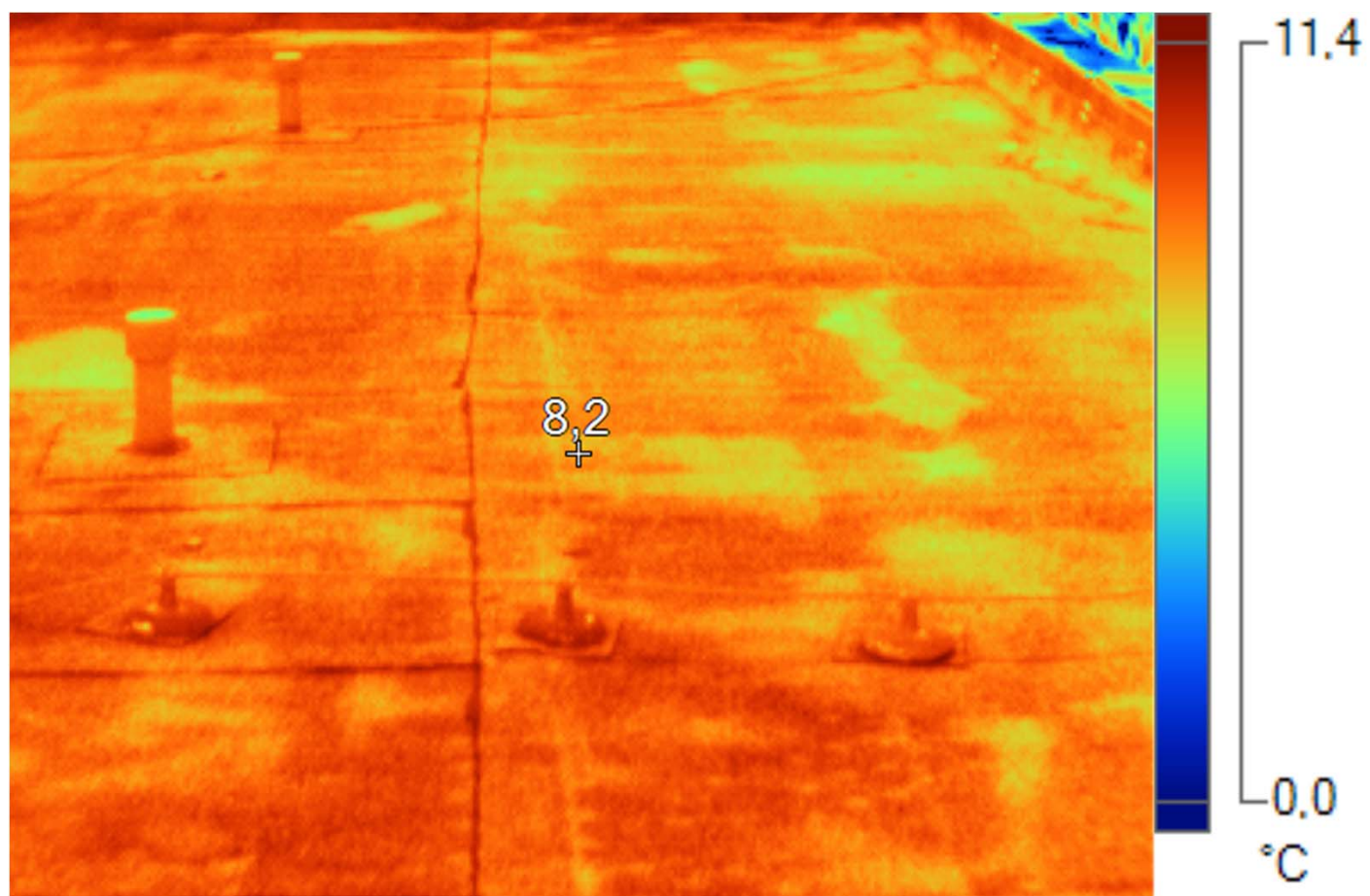


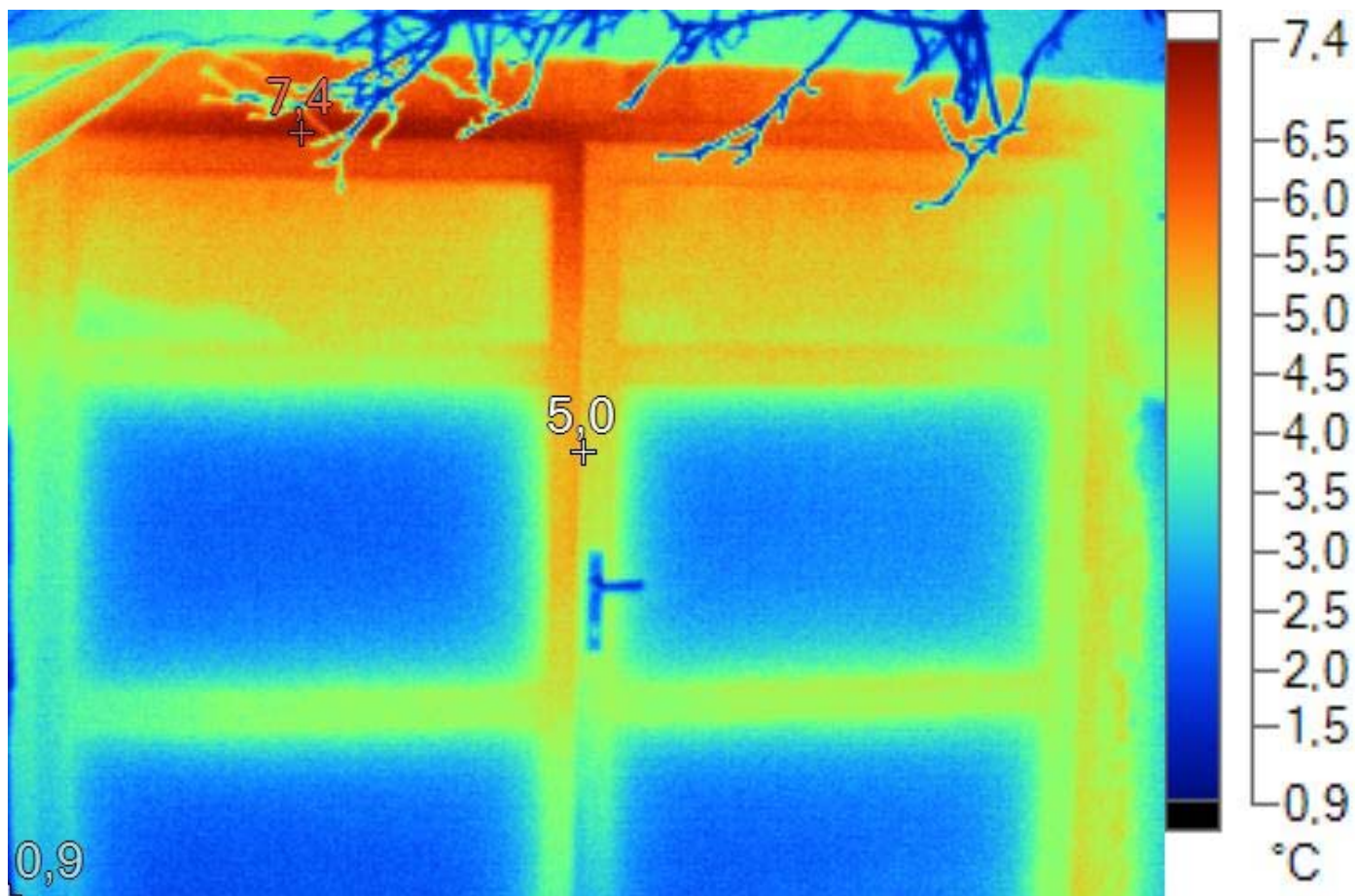




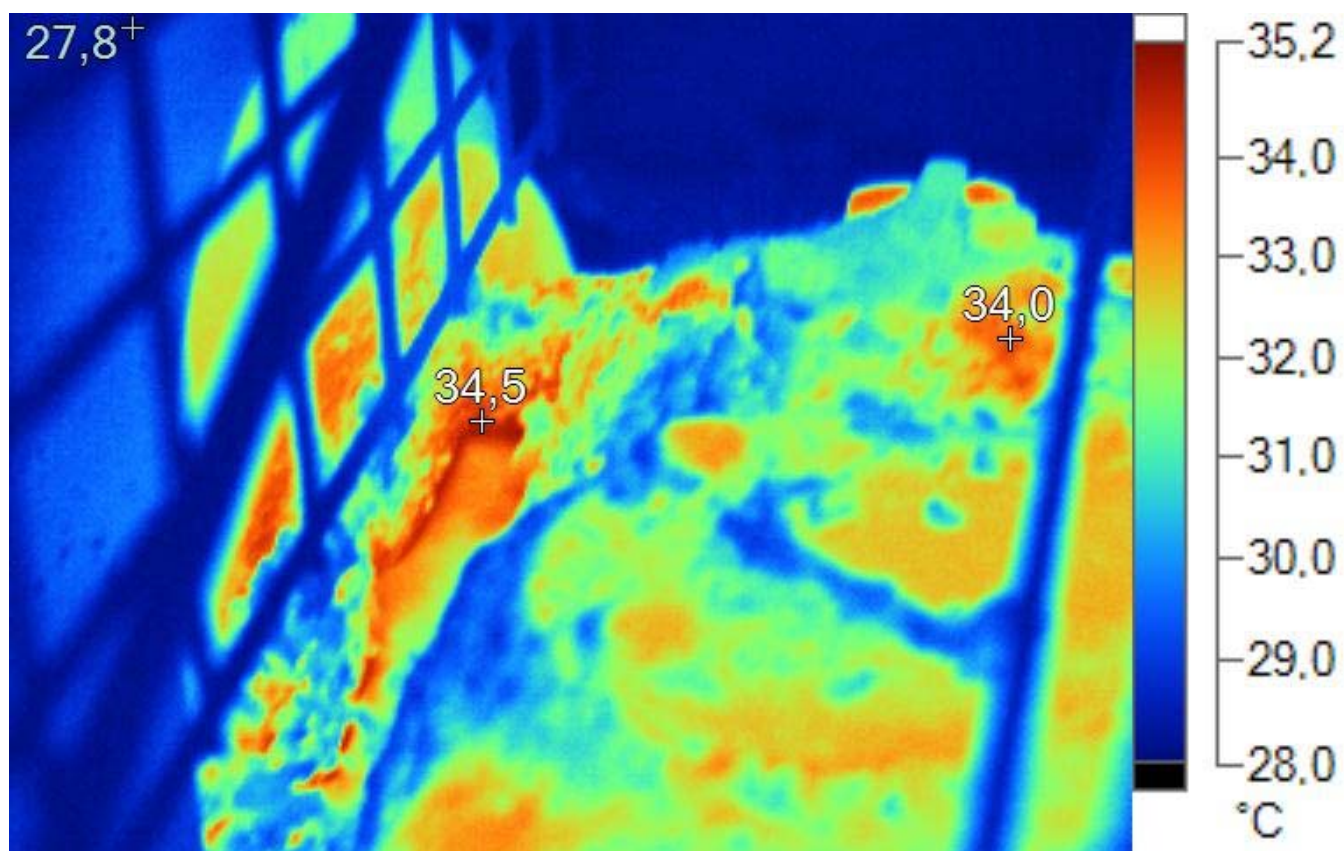




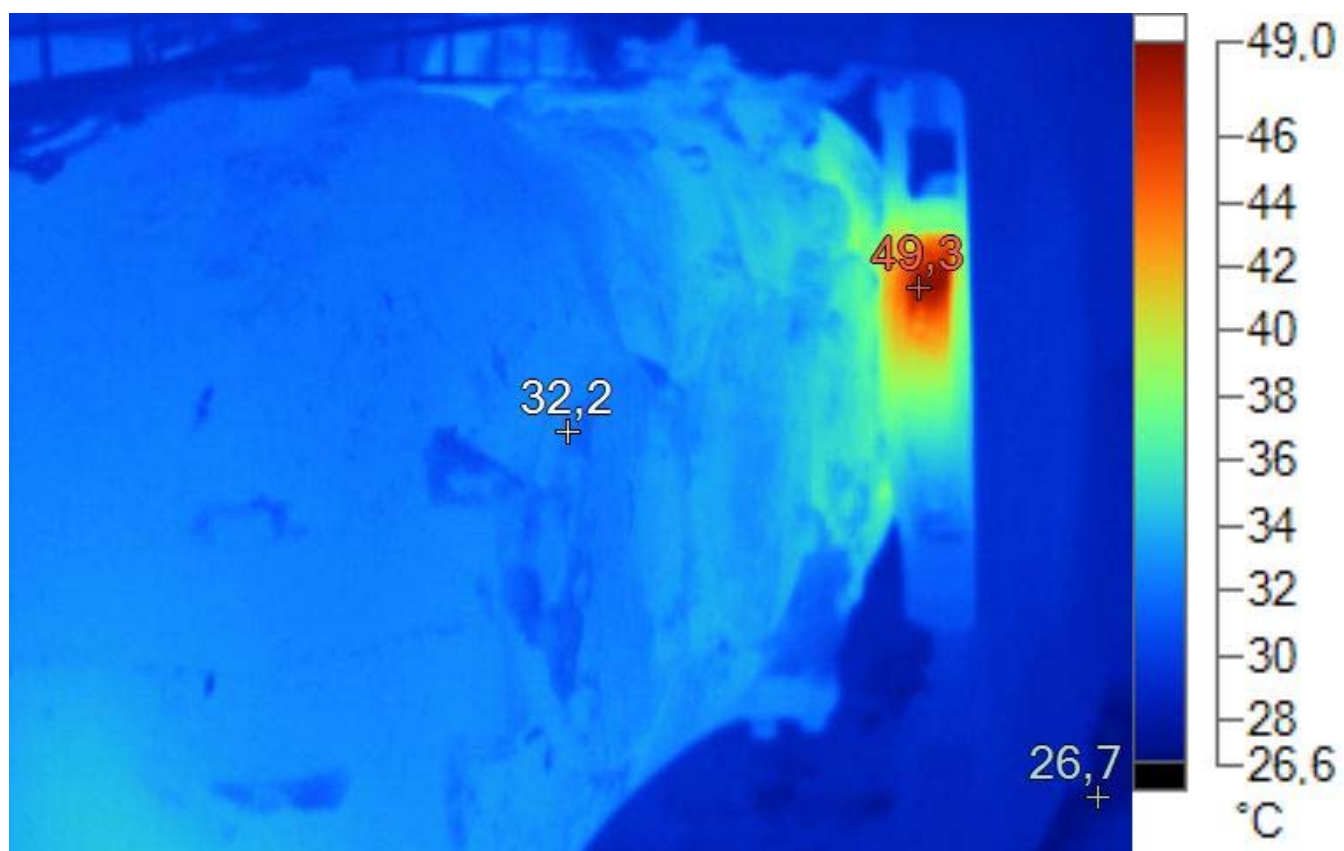




## Zobrazení převodovky pohonu pásového dopravníku se závadou ložiska

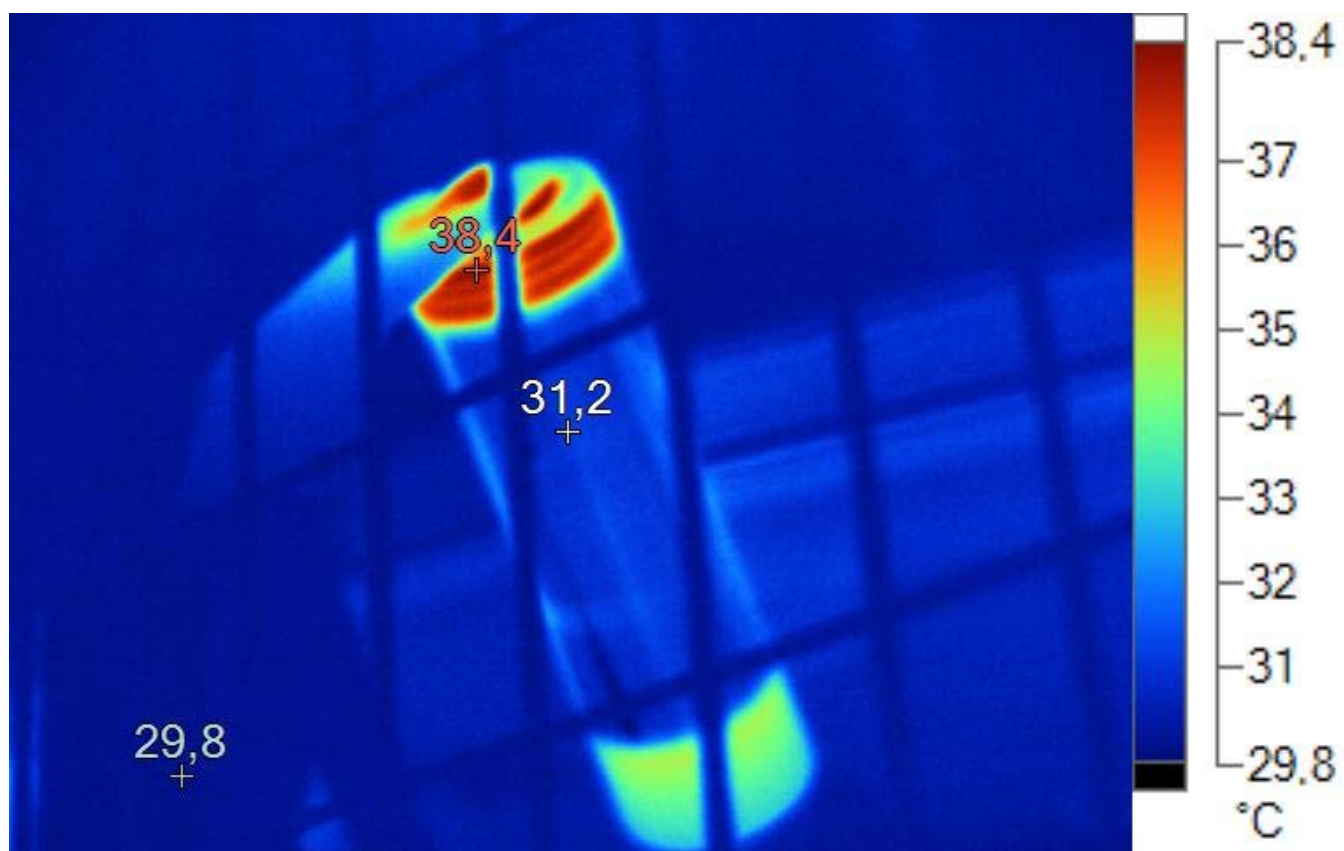


## Zobrazení převodovky pohonu pásového dopravníku s přidírající se brzdou

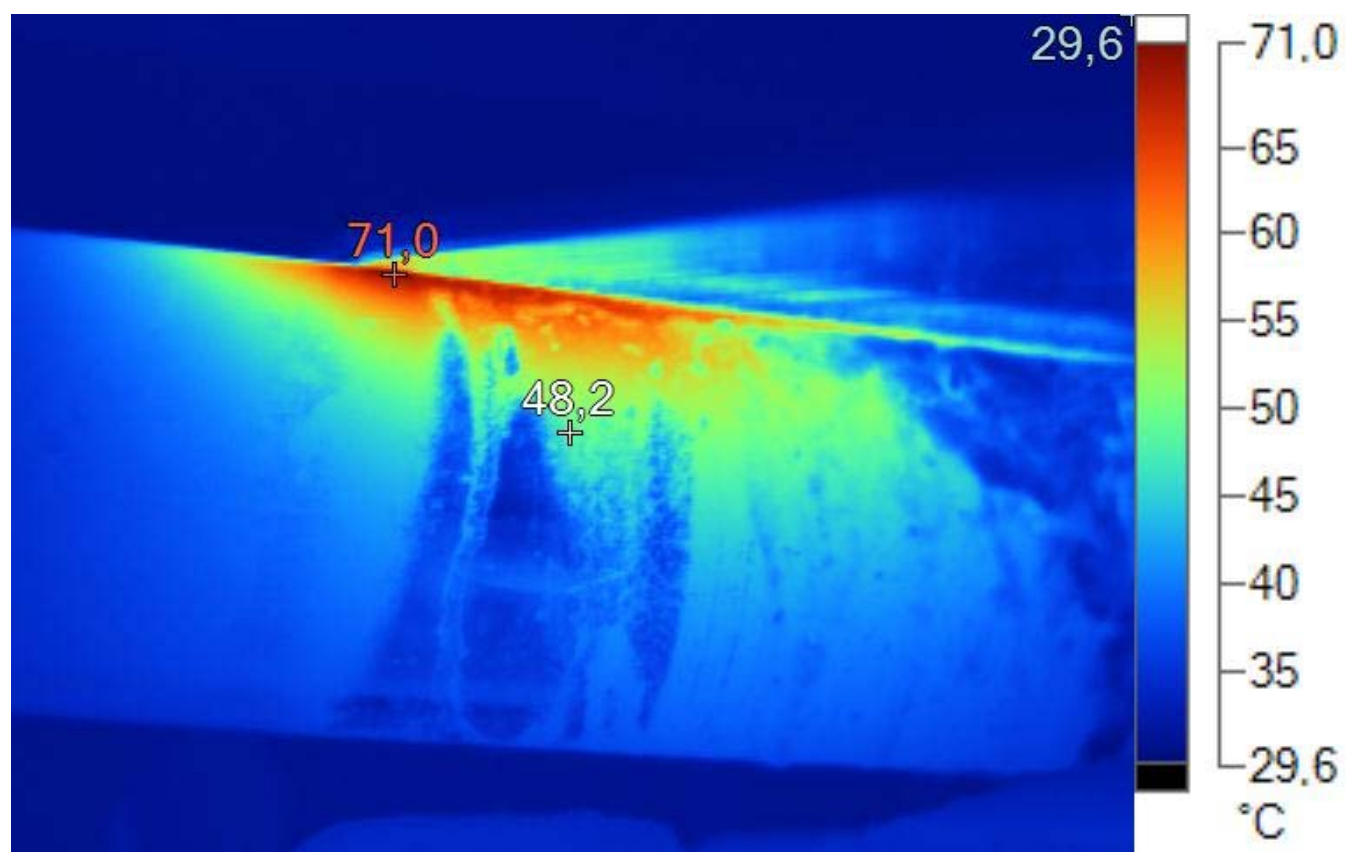




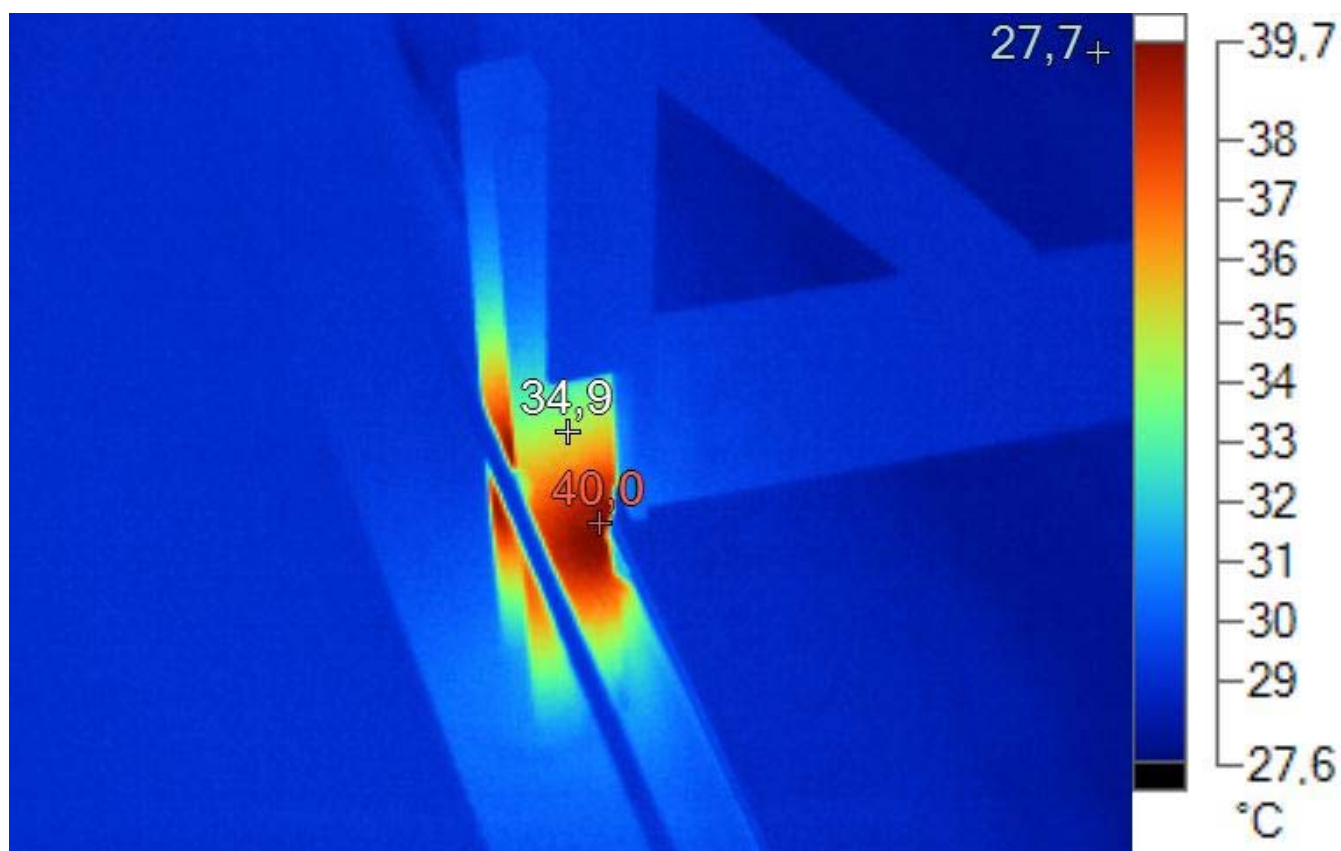
## Umístění válečku dopravníku za mřížkou

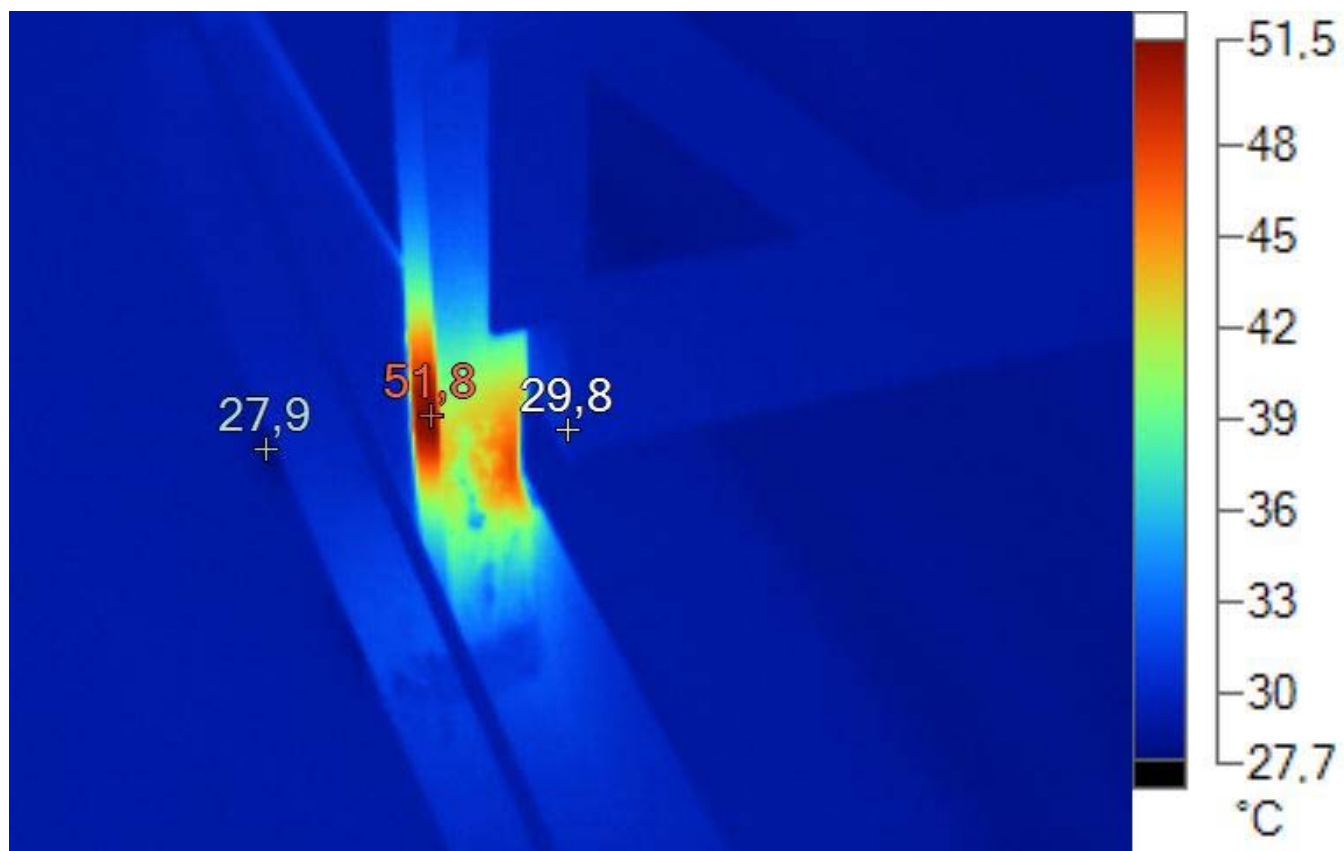


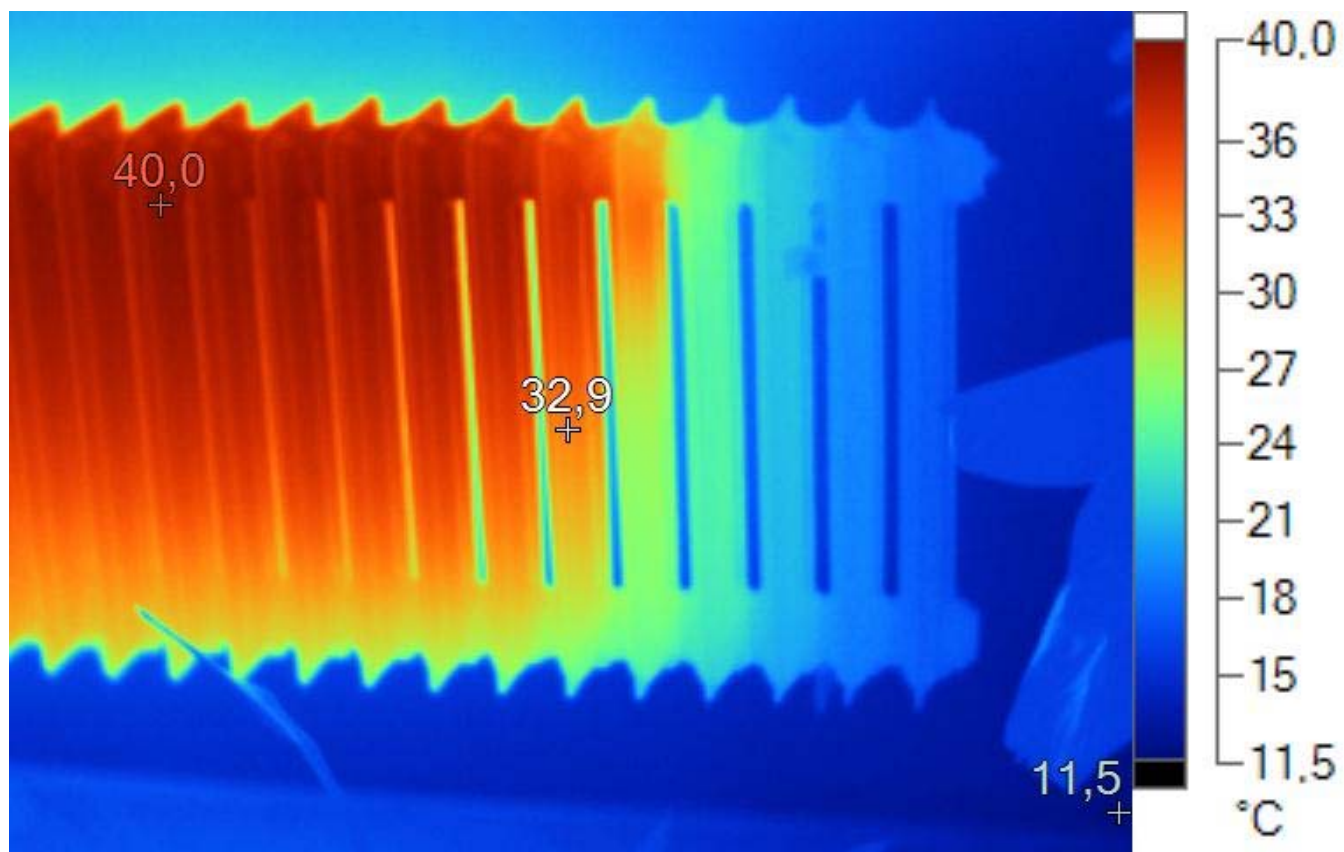
## Znázornění tření pásu o váleček ve spodní větvi dopravníku

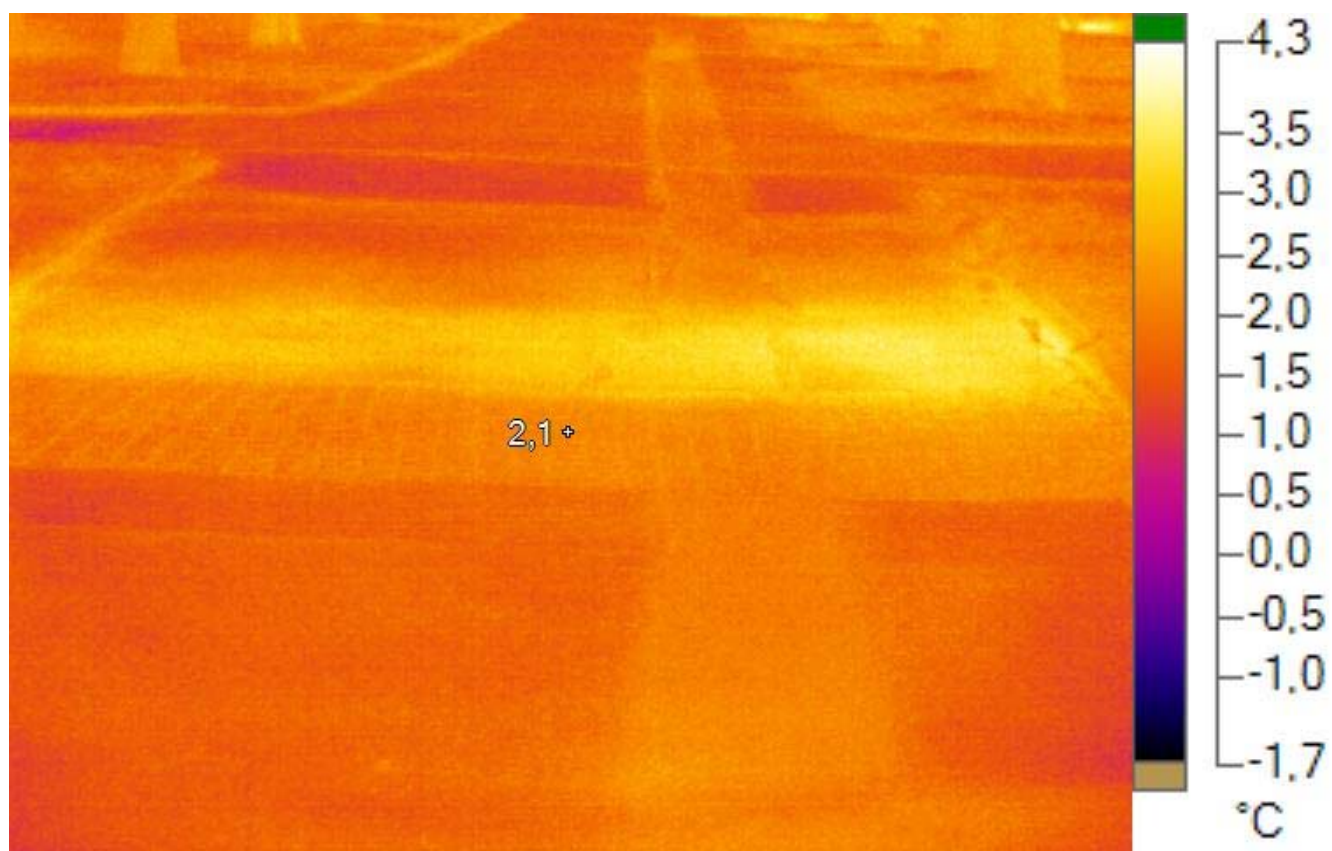


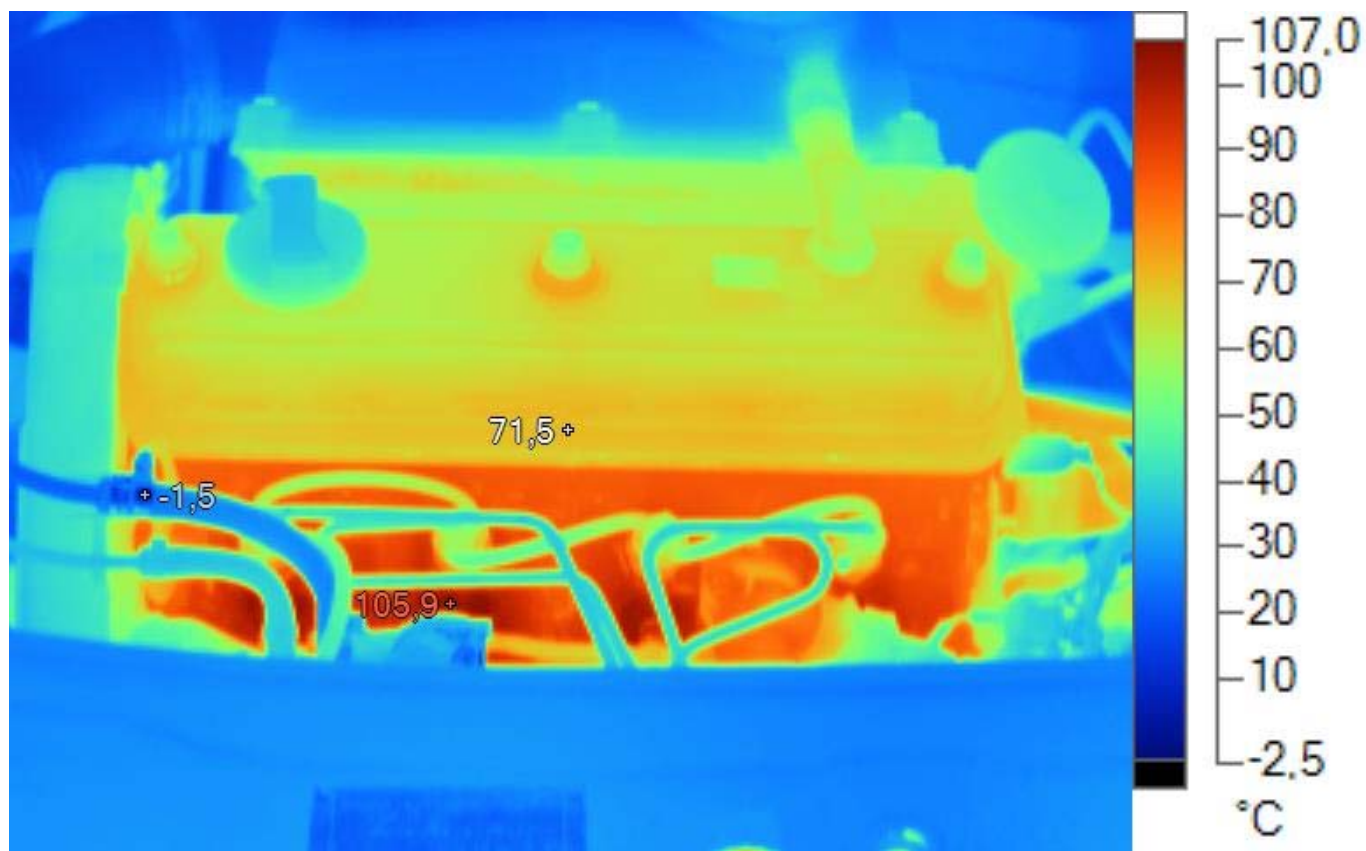
## Znázornění tření pásu o konstrukci dopravníku s vydřeným místem

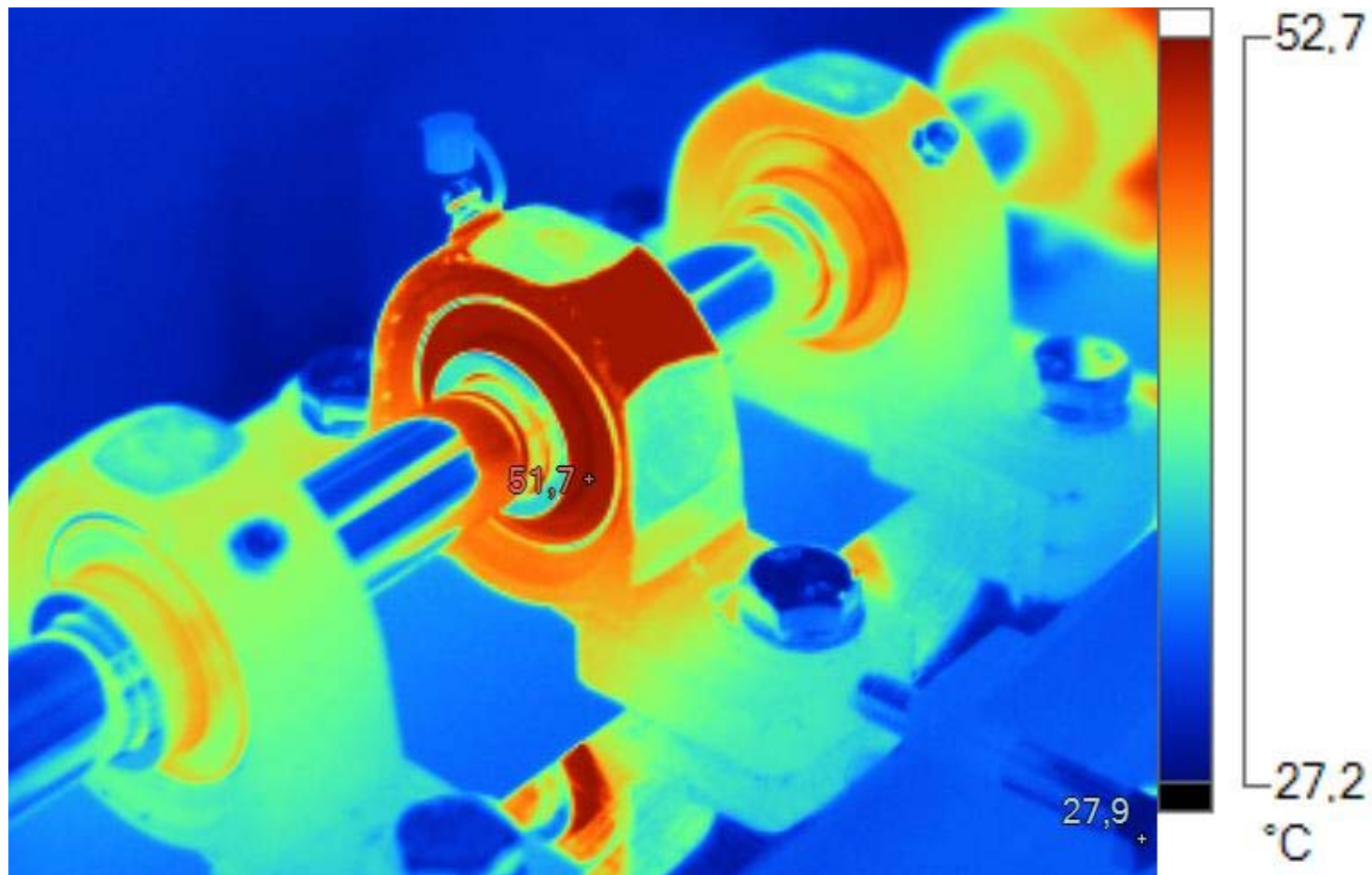




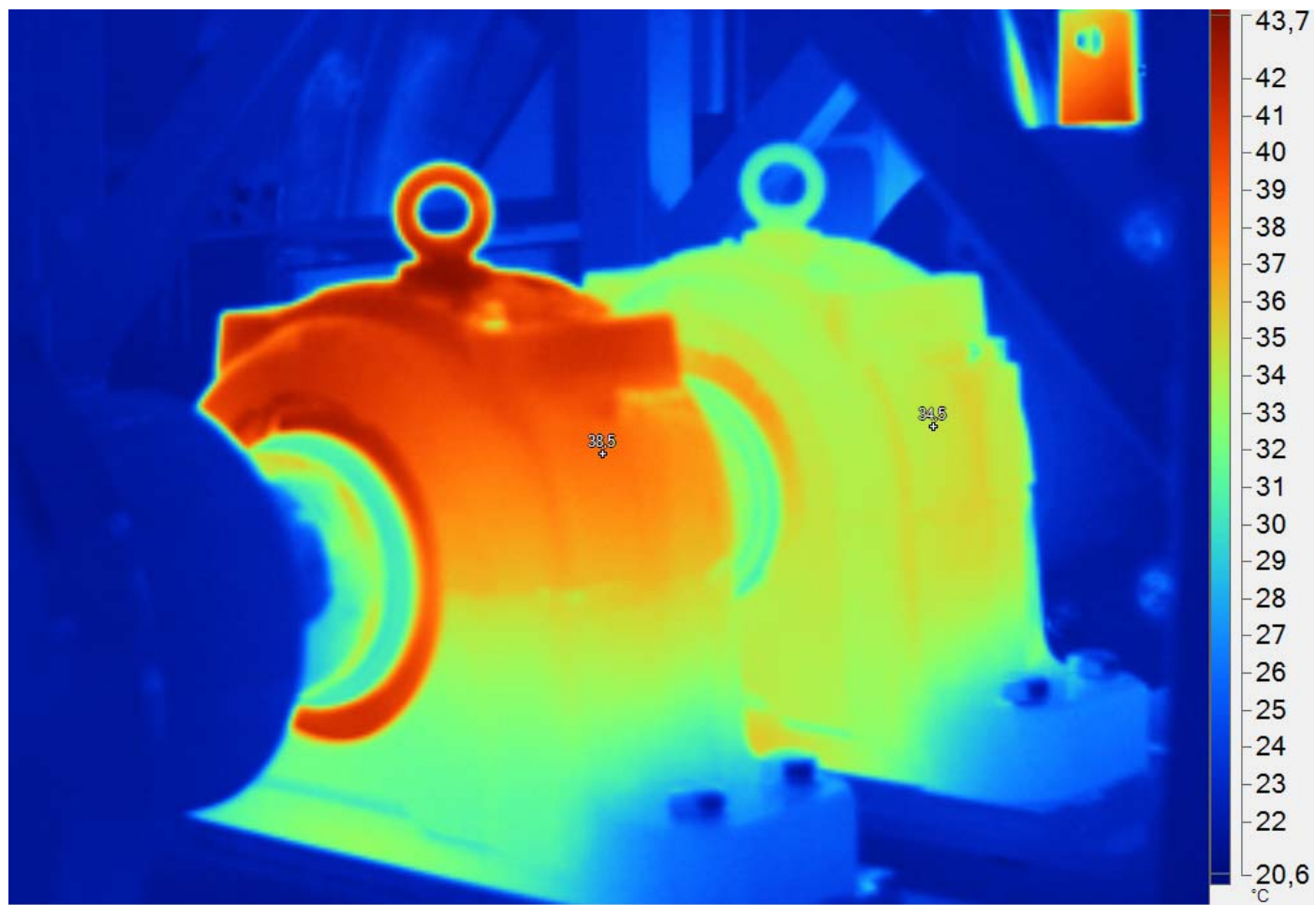


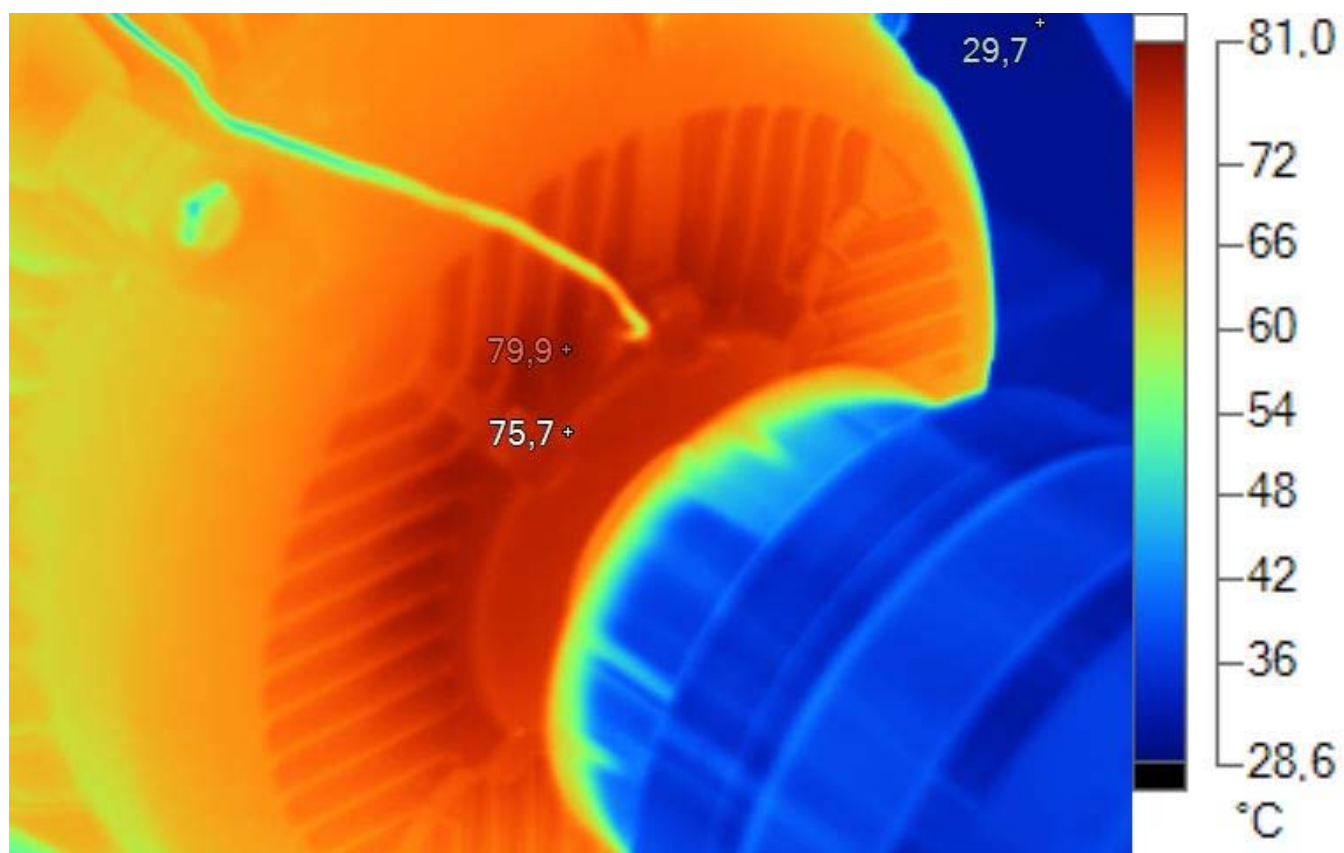


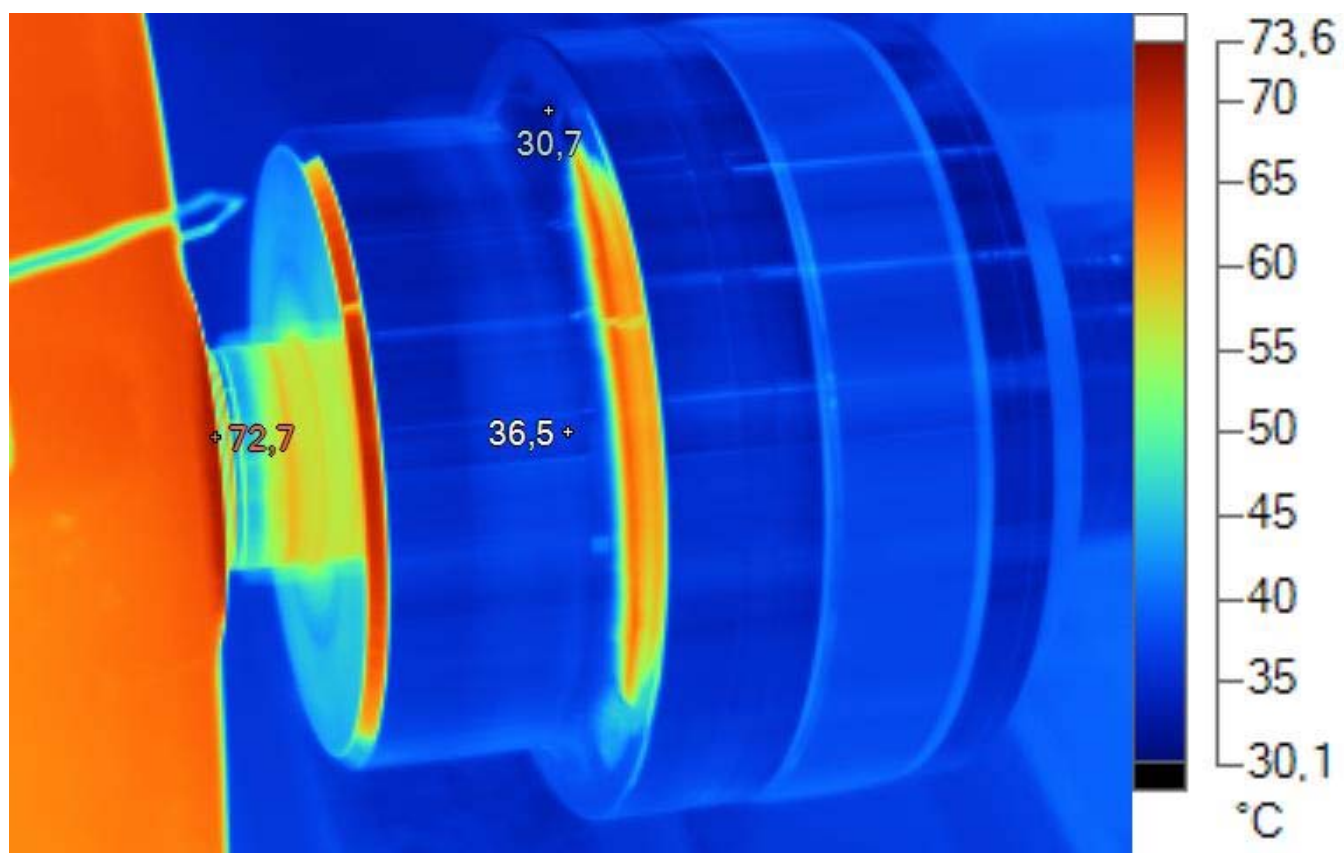












## Měření odražené zdánlivé teploty-Metoda odrazu

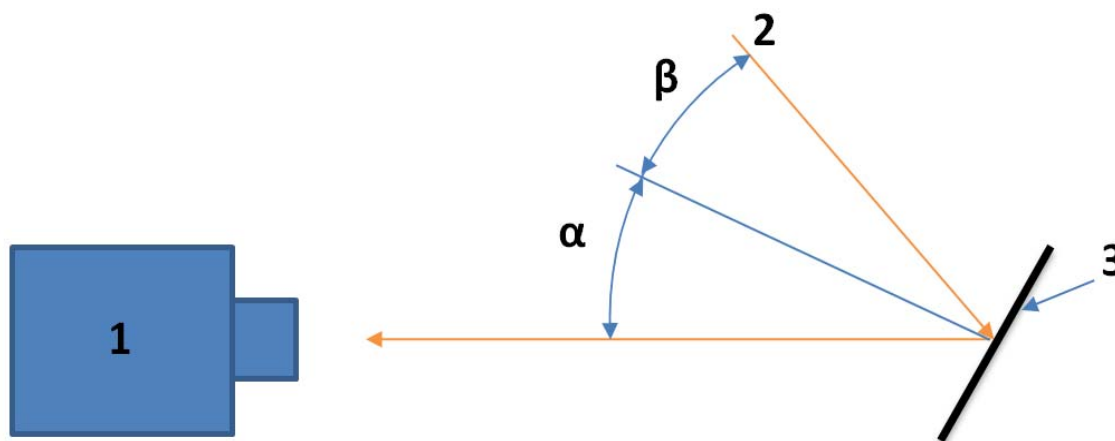


Metoda odrazu, 1 – termokamera, 2 – zdroj tepla, který objekt odráží do kamery, 3 – reflektor rovnoběžný s měřeným objektem, 4 – měřený objekt

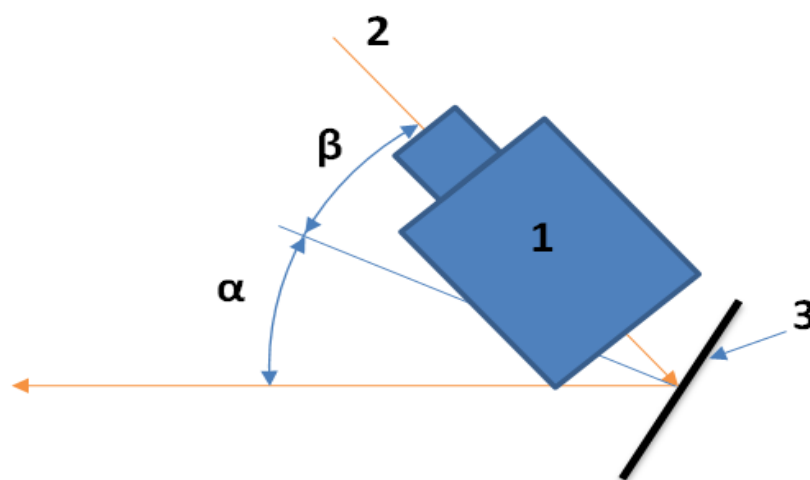
## Zjednodušený postup čerpající z ČSN ISO 18434:

- a) Na termokameře se nastaví emisivita na hodnotu 1 a vzdálenost na 0.
- b) Termokamera se umístí do požadovaného místa a vzdálenosti od objektu, který se má měřit. Termokamera se zaměří na měřený objekt.
- c) Reflektor se umístí do požadovaného místa a vzdálenosti od objektu, který má být měřen.
- d) Bez změny pozice se termokamerou změří odražená zdánlivá teplota reflektoru. Tato zjištěná teplota je v podstatě tou hledanou od objektu se odrážející zdánlivou teplotou.
- e) Odražená zdánlivá teplota se kompenzuje vložení hodnoty odražené zdánlivé teploty do vnitřního software termokamery.

## Přímá metoda



Přímá metoda, 1 – termokamera, 2 – zdroj tepla, který objekt odráží do kamery, 3 – měřený objekt,  $\alpha$  úhel odrazu,  $\beta$  úhel dopadu  $\alpha = \beta$



Přímá metoda, 1 – termokamera, 2 – zdroj tepla, který objekt odráží do kamery,  
3 – měřený objekt,  $\alpha$  úhel odrazu,  $\beta$  úhel dopadu  $\alpha = \beta$

## Zjednodušený postup čerpající z ČSN ISO 18434:

- a) Na termokameře se nastaví emisivita na hodnotu 1.
- b) Termokamera se umístí do požadovaného místa a vzdálenosti od objektu, který se má měřit. Odhadne se úhel odrazu  $\alpha$  a úhel dopadu  $\beta$  při zobrazení objektu termokamerou z místa jejího umístění.
- c) Termokamera se umístí před měřený objekt tak, aby směřovala na zdroj odražejícího se záření a byla s objektem v úhlu, který odpovídá úhlu odrazu  $\alpha$ .
- d) Pomocí termokamery se změří průměrná zdánlivá teplota zdroje. Využije se dostupných funkcí kamery pro určení průměrné teploty oblasti.
- e) Odražená zdánlivá teplota se kompenzuje vložení hodnoty odražené zdánlivé teploty do vnitřního software termokamery.



## Měření emisivity-kontaktní metoda

Postup při zjištění emisivity  $\varepsilon$  pomocí kontaktní metody musí být tento.

- a) IČT kamera se umístí do požadovaného místa a vzdálenosti od objektu, který se má měřit.
- b) Změří a vykompenzuje se odražená zdánlivá teplota od objektu.
- c) IČT kamera se zaměří a zaostří na měřený objekt a pokud je to možné zastaví se obraz.
- d) Pomocí vhodné měřicí funkce kamery (může to být např. teplota v bodě nebo izoterma) se stanoví teplota měřeného bodu nebo oblasti ve středu obrazu kamery.
- e) Pomocí kontaktního nebo zrcadlového teploměru se změří teplota v bodě nebo oblasti, která byla stanovena pomocí měřicí funkce kamery a poznamená se změřená teplota<sup>\*)</sup>.
- f) Aniž se pohne s kamerou, mění se nastavení hodnoty emisivity v kameře tak, aby teplota vyhodnocená kamerou byla stejná jako teplota změřená kontaktně. Takto určená hodnota emisivity je emisivita měřeného objektu při této jeho teplotě a ve vlnovém pásmu kamery.
- g) Lepší přesnosti se dosáhne, jestliže se postup uvedený v bodech b) až f) zopakuje nejméně třikrát a z hodnot emisivit se spočítá průměr.
- h) Emisivita se vykompenzuje tak, že její průměrná hodnota se vloží do vnitřního software IČT kamery (většinou je položka pro zadávání emisivity označena jako  $\varepsilon$  „emisivita“).

## Metoda využívající materiálu s referenční emisivitou

- a) IČT kamera se umístí do požadovaného místa a vzdálenosti od objektu, který má být měřen. IČT kamera se zaměří a zaostří na měřený objekt.
- b) Změří a vykompenzuje se odražená zdánlivá teplota od objektu.
- c) Na povrch objektu nebo těsně k místu povrchu, který bude měřen se nanese materiál, kterým se upraví povrchové vlastnosti měřeného objektu<sup>\*\*</sup>). Je třeba se ujistit, že materiál upravující vlastnosti povrchu (emisivitu) je suchý a/nebo je v dobrém kontaktu s objektem.
- d) Do interního softwaru kamery se zadá hodnota emisivity materiálu se známou referenční emisivitou.
- e) IČT kamera se zaměří a zaostří na upravený povrch objektu, vyčká se dostatečně dlouhou dobu než se jeho teplota ustálí, zastaví se obraz a změří a zaznamená se vyhodnocená teplota.
- f) IČT kamera se zaměří a zaostří na povrch měřeného objektu v bezprostřední blízkosti upraveného povrchu nebo se odstraní nanesený materiál upravující vlastnosti povrchu. Kamera se zaměří a zaostří na předtím měřený povrch. Vyčká se dostatečně dlouhou dobu, než se teplota v měřeném místě ustálí, zastaví se obraz a pak se změří a zaznamená vyhodnocená teplota.
- g) Při zastaveném obrazu se mění hodnota emisivity tak dlouho, až bude mít vyhodnocená teplota stejnou hodnotu, jaká byla hodnota bezkontaktně změřené teploty na upraveném povrchu objektu. Takto zjištěná hodnota emisivity je emisivita objektu při této teplotě, která byla zjištěna při použití kamery s daným vlnovým pásmem.
- h) Pro lepší přesnost se zopakuje postup uvedený v bodech b) až g) nejméně třikrát a z hodnot emisivity se spočítá průměr.
- i) Emisivita se vykompenzuje tak, že se vloží její průměrná hodnota do vnitřního softwaru IČT kamery (většinou je položka pro zadávání emisivity označena jako  $\varepsilon$  „emisivita“).

# Děkuji za pozornost

**Ing. Jan Blata, Ph.D.**

+420 605 317 606

+420 597 324 580

[jan.blata@vsb.cz](mailto:jan.blata@vsb.cz)

[www.vsb.cz](http://www.vsb.cz)