



## Technická Diagnostika Komponent

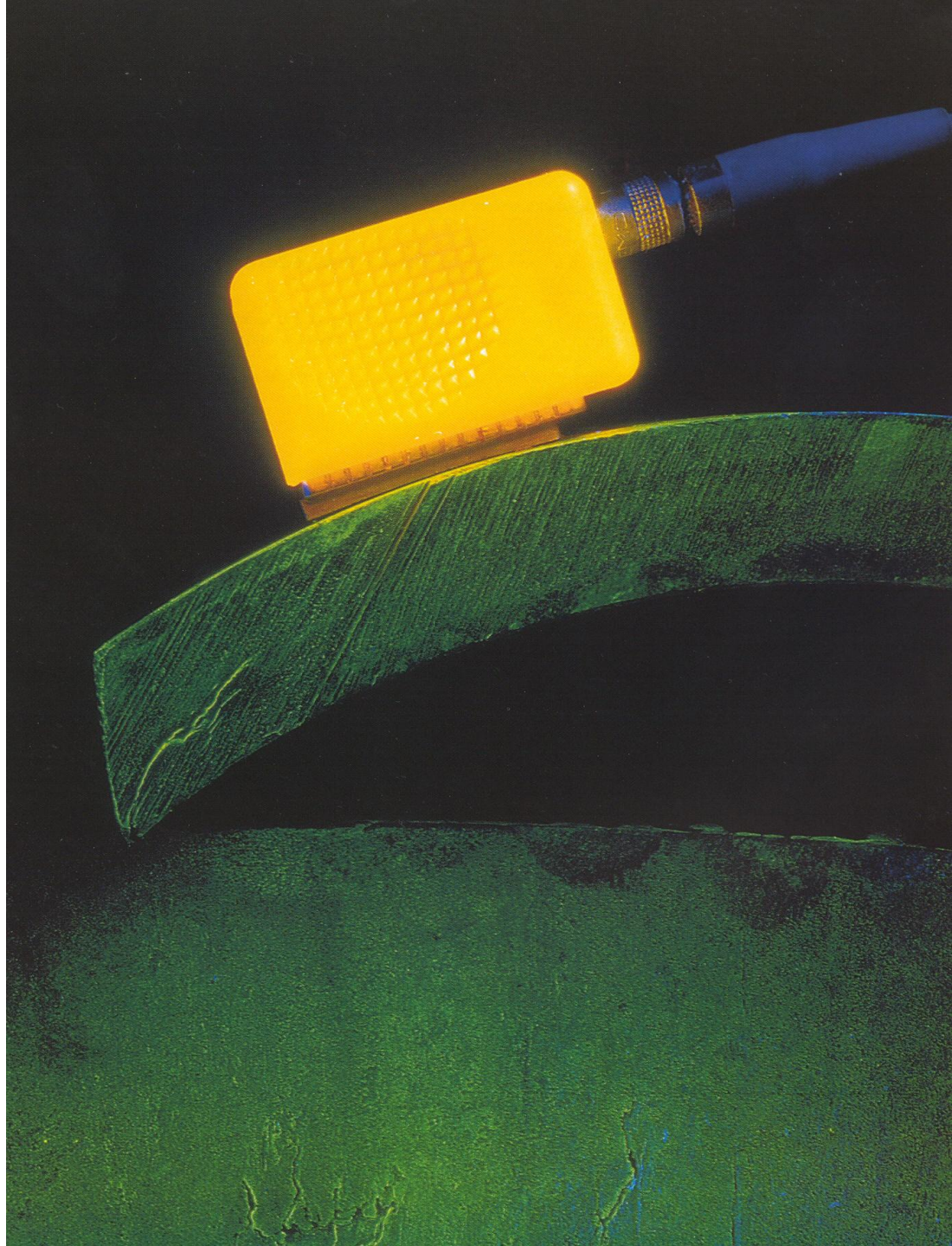
11.11.2010

**NEKONTAKTNÍ TERMOGRAFIE  
V DIAGNOSTICE STAVU  
ZAŘÍZENÍ**

**Defektoskopie 2010**

**Praha**

**© 2010 TEDIKO, s.r.o.**



## **Co to je infračervená termografie**

- technika, která zobrazuje tepelné pole na povrchu snímaného tělesa pomocí energie a hustoty fotonů emitovaných z povrchu snímaného tělesa**
- technika, která se zabývá se jeho kvantifikací – vyhodnocením**

**Zařízení určená pro infračervená termografická měření pracují jako transformační zařízení, která umí zobrazit pro člověka neviditelné infračervené (IČ) záření vyzařované z povrchu těles a to v závislosti na jejich tepelném stavu.**

**Zobrazovací termografická zařízení, která umí tuto transformaci, jsou nazývána infrakamery nebo také termokamery. Výsledným produktem získaným z infrakamery je termogram – tedy zobrazení teplotního pole na povrchu měřeného objektu.**



**Příklad termografického  
zařízení - klasické kamery  
značky Agema**





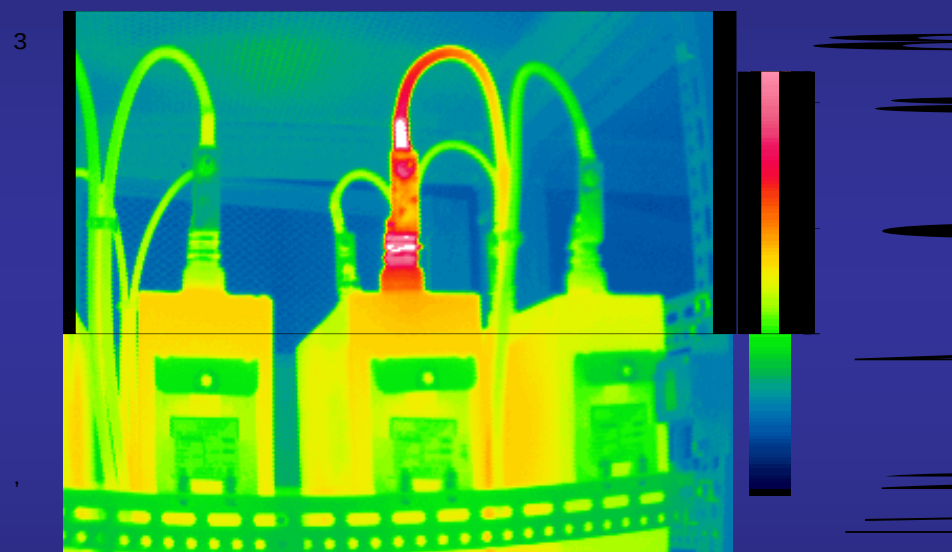
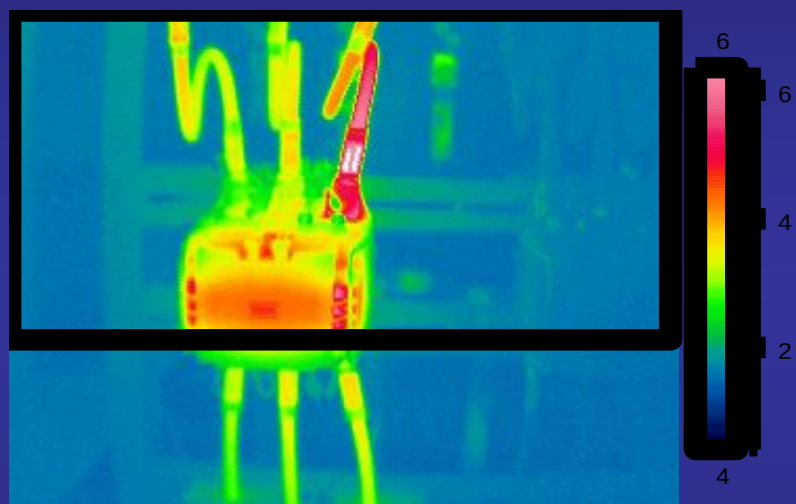
**Příklad termografického zařízení - kamery – v tomto případě značky Flir**

**Zde zobrazená kamera patří z celého spektra trhu mezi nejlepší a tedy bohužel i nejdražší na trhu. Umožňuje ale provádět i měření, která ostatní kamery neumějí.**

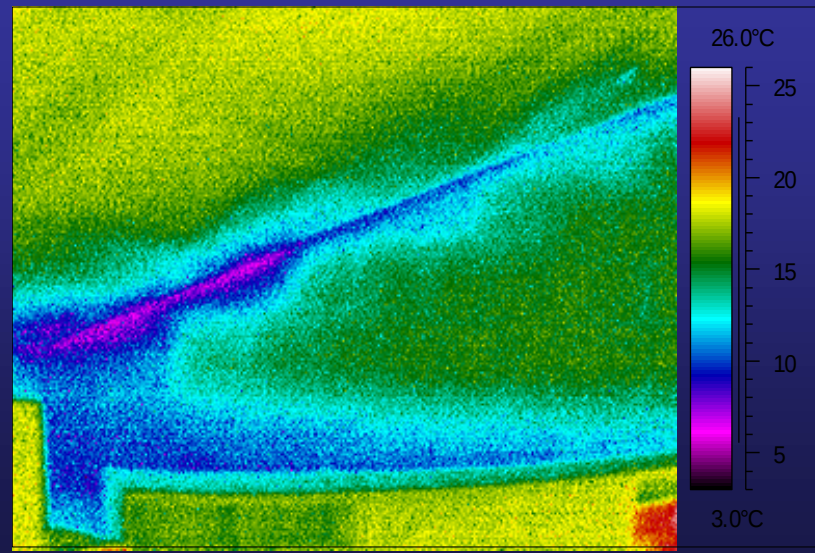
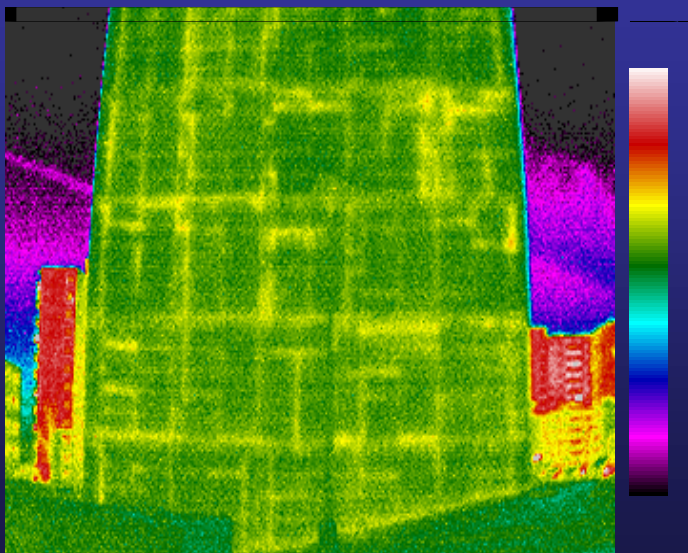
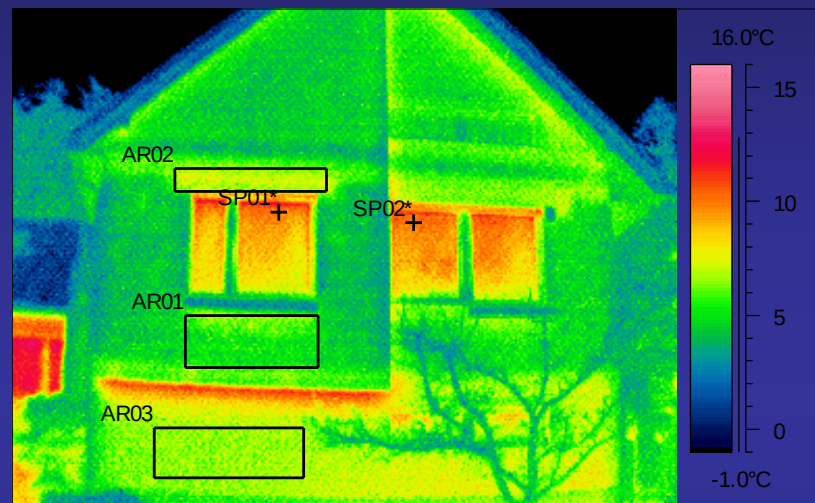
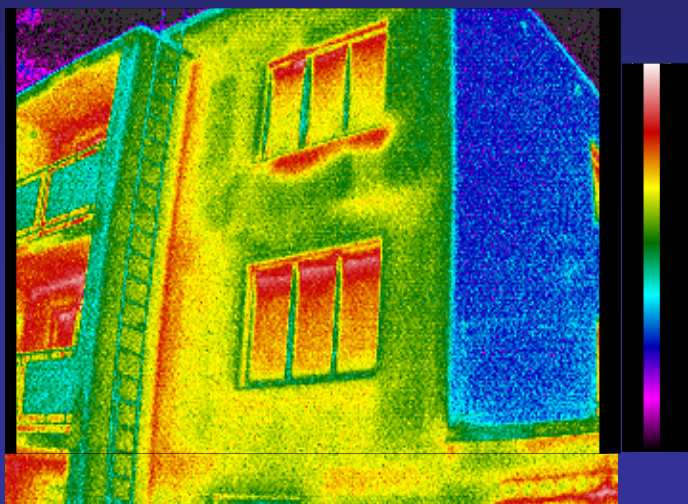
## **Základní příklady použití termografie**

- vojenské aplikace - systémy vojenských letadel a vrtulníků, zde používán výklad FLIR též jako Forward Looking Infra Red, což je infračervený pohled s vysokým rozlišením, který je převáděn na obrazovku před pilotem. Naváděcí senzory střel na tepelný zdroj – výfukové plyny motorů .....
- policejní aplikace – pátrání po osobách, např. z vrtulníku, ...
- aplikace ve stavebnictví – tepelné ztráty budov, vlhkost, ...
- aplikace v elektroenergetice a rozvodu el. energie – přechodové odpory, transformátory, ....
- aplikace ve strojírenství – viz dále
- ostatní aplikace – sčítání zvěře, mapování objektů pod zemí (např. zbytky základů budov, ...)

# Příklady aplikací v energetice

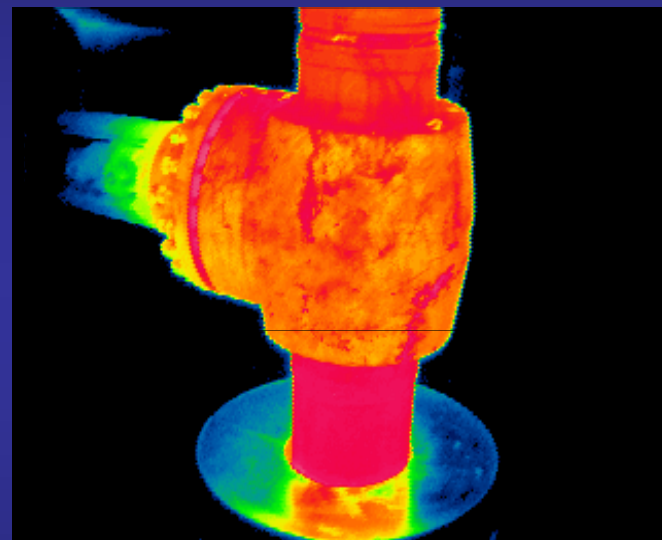
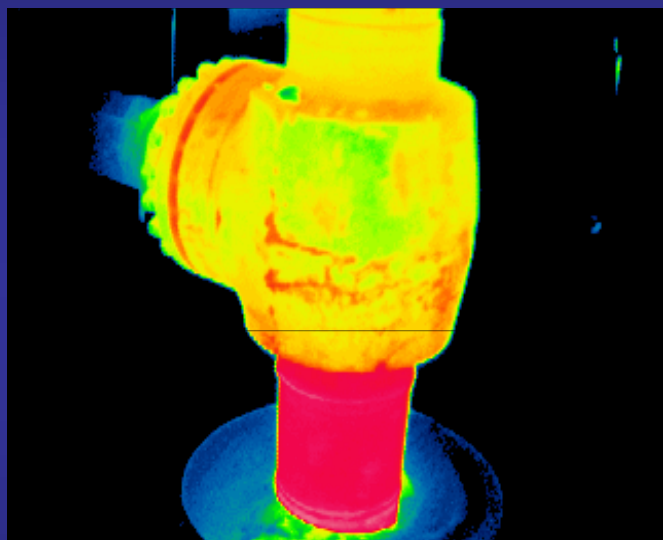


# Příklady aplikací ve stavebnictví





## Příklady aplikací ve strojírenství



# Proč používat v ve výrobním průmyslu bezkontaktní termografii

Měření ve výrobních závodech jako např. chemickém průmyslu, rafinériích, ve výrobě elektřiny a tepla apod. je realizováno za následujícím účelem :

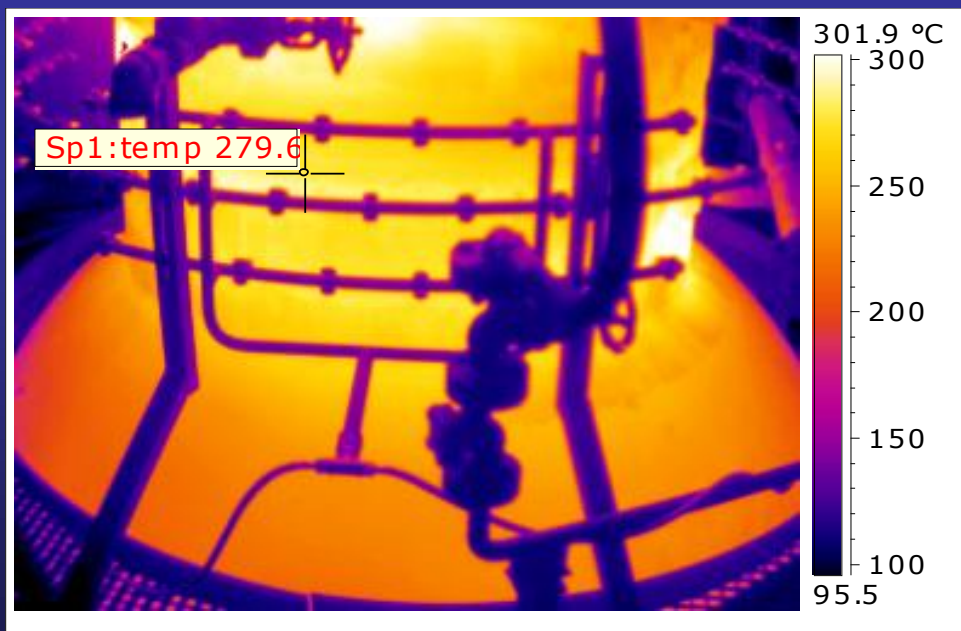
- zjištění kritických míst z hlediska probíhajících procesů – např. přílišný ohřev nějaké části zařízení a jeho vysoká teplota, která bude degradovat jeho mechanické vlastnosti a vyčerpávat jeho životnost podstatně rychleji než bylo předpokládáno, tedy vlastně i získání informace o místech, kde je vysoká pravděpodobnost poruchy a možnost jí předejít přijetím nápravných opatření
- za provozu vytipování míst, která je vhodné v odstávce zařízení zkontrolovat některou z metod nedestruktivního zkoušení, resp. kde je třeba odebrat vzorky materiálu pro provedení materiálových rozborů
- zjištění míst, která se nechovají podle předpokladů – např. výměník nechladí či naopak neohřívá jak měl, armatury se nedají úplně zavřít a podtékají atd.
- přímo zjištění poruch – prasklé vyzdívky, chybějící izolace, mokré izolace, úniky média (někdy pro lidské oko neviditelného)

# Výhody používání v průmyslu

- největší výhodou pro IČ měření je možnost provádění za plného provozu
- závady lze zaměřovat rychle a bez přerušování výrobních procesů nebo omezování příkonu elektrické energie. Je možné nasimulovat různou provozní zátěž a my můžeme v reálném čase sledovat, jak se dané zařízení chová
- z měření existuje záznam – termogram. Tento záznam je i pro laika čitelný (tedy i laik odliší od sebe místa různě teplá, samozřejmě ale těžko bude provádět vyhodnocování, které v sobě zahrnuje množství dalších aspektů)
- protože se jedná o bezkontaktní metodu měření, může měření probíhat z bezpečné vzdálenosti, která chrání zdraví obsluhy, např. proti popálení
- IČ termografie sama je pro zdraví člověka zcela bezpečná, stejně tak pro životní prostředí – nevytváří ani záření, ani odpadní produkty
- kromě výše uvedeného mohou informace z měření, pokud je správně připraveno a zrealizováno, sloužit také k ohodnocení stavu zařízení a to dokonce až jako pomocné a důležité informace pro výpočet životnosti zařízení

Při měřeních je dobré pořizovat nejenom termogram ale i fotografii v normálním spektru a to ze stejného či téměř stejného místa. Je nutné mít na paměti, že termogram přeci jenom vypadá trochu jinak než „náš“ a tedy i fotografický pohled na měřené zařízení a to, co na místě při měření bylo jasné a samozřejmé, nemusí být při vyhodnocování v klidu kanceláře jasné vůbec.

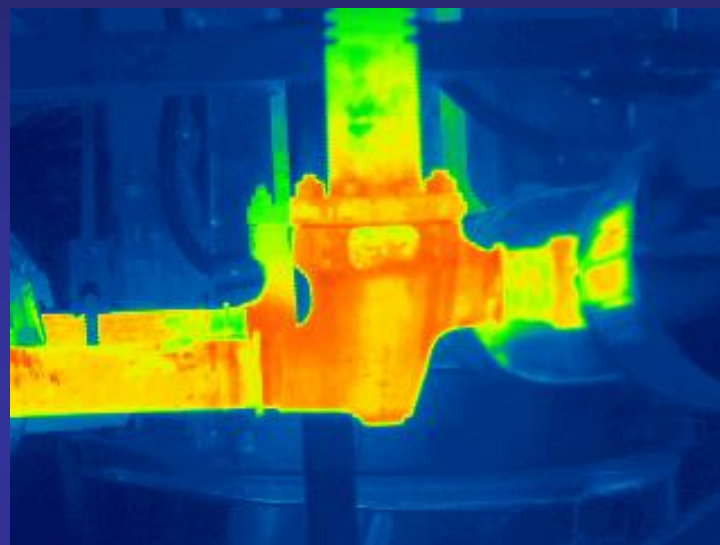
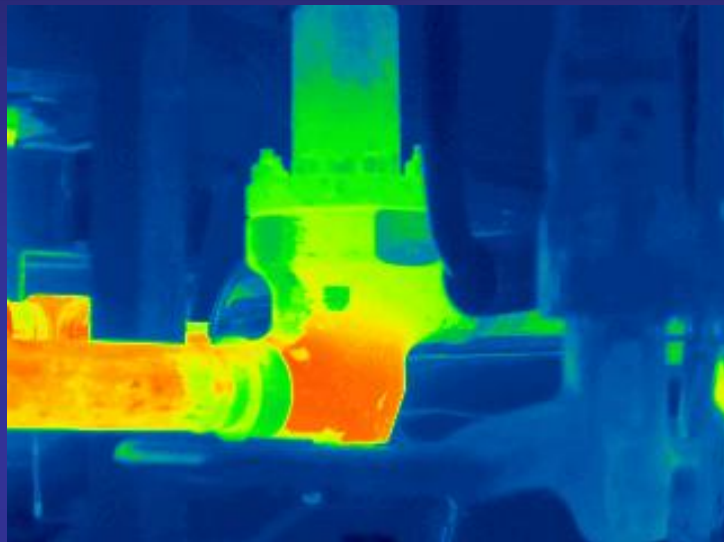
Na následujících dvou obrázcích je jeden z příkladů měření tlakového zařízení :





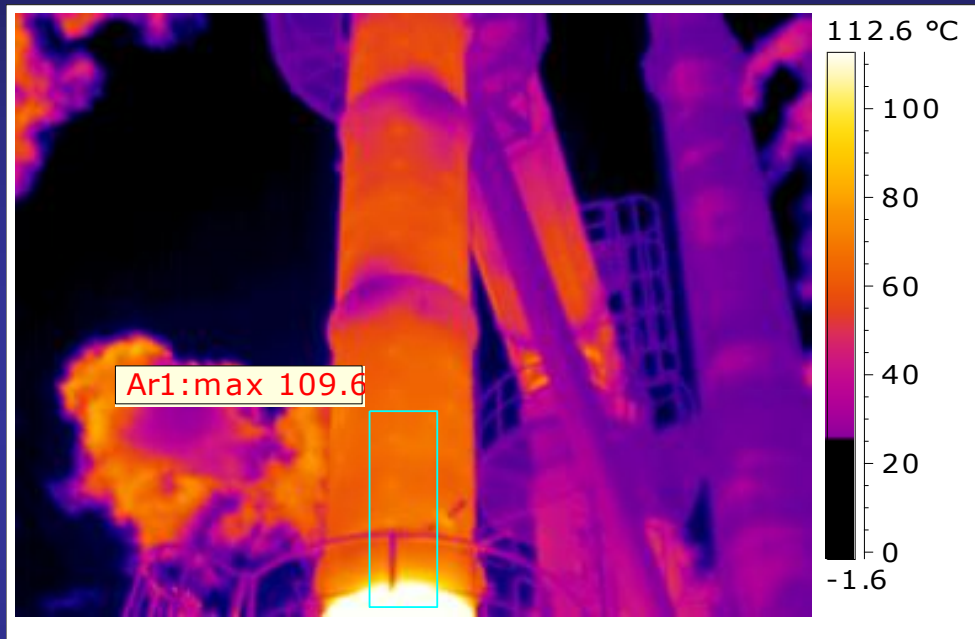
# Příklady z praxe

## Ještě jednou armatury



Podcházení armatur - dochází k častému porušení těsnění nebo dosedacích ploch uvnitř armatur a tím ke zbytečným ztrátám. U armatury na obrázku vpravo je zcela zřetelně viditelné rozložení teploty po celém jejím povrchu, což je důkazem, že tato armatura potřebuje opravu, protože netěsní.

# Měření izolací a vyzdívek



Důležitou součástí výrobních technologií v chemickém a petrochemickém průmyslu jsou vyzdívky především pecí a kouřovodů. Zde dochází během provozu k praskání a následně až vypadávání částí vyzdívek, což má za následek poškození materiálu pláště těchto zařízení. Při provozu takto zatíženého zařízení může dojít k odstavení celé technologie nebo v horším případě i k újmě na zdraví osob pohybujících se v bezprostřední blízkosti tohoto zařízení

# Měření vlásenek pecí

Tento způsob měření patří k nejnáročnějším technikám IČ měření.

Měření se provádí za provozu, kamera je vystavena relativně vysokým teplotám a proto je chráněna speciálním štítem.

Navíc kamera musí být schopná provádět měření „skrz“ plameny, což bude popsáno dále. Toto měření nelze v žádném případě realizovat běžnými termovizními kamerami používanými např. v oblasti stavebnictví, elektrických rozvodů atd.

Takováto specializovaná měřicí zařízení jsou velmi drahá a cenově až o řád vyšší než „obyčejné“ kamery.

V České republice se zabývá tímto druhem měřením naše společnost.



## Měření vlásenek pecí

Pro měření „skrz“ plameny musí být použita infrakamera s vysoký teplotním rozsahem a filtrem, který umí odfiltrovat plamen, který se pohybuje ve vlnové délce 3,7  $\mu\text{m}$  až 3,9  $\mu\text{m}$ .

Díky této speciální technice můžeme měřit teplotu na povrchu trubek – vlásenek uvnitř pece nebo kotle s přesností 2% na 100°C.

Citlivost přístroje se pohybuje <25mK. Samotné měření probíhá z průzorů, které se nacházejí vně technologie. Uvnitř technologie se pohybuje teplota od cca. 450°C do 900°C.

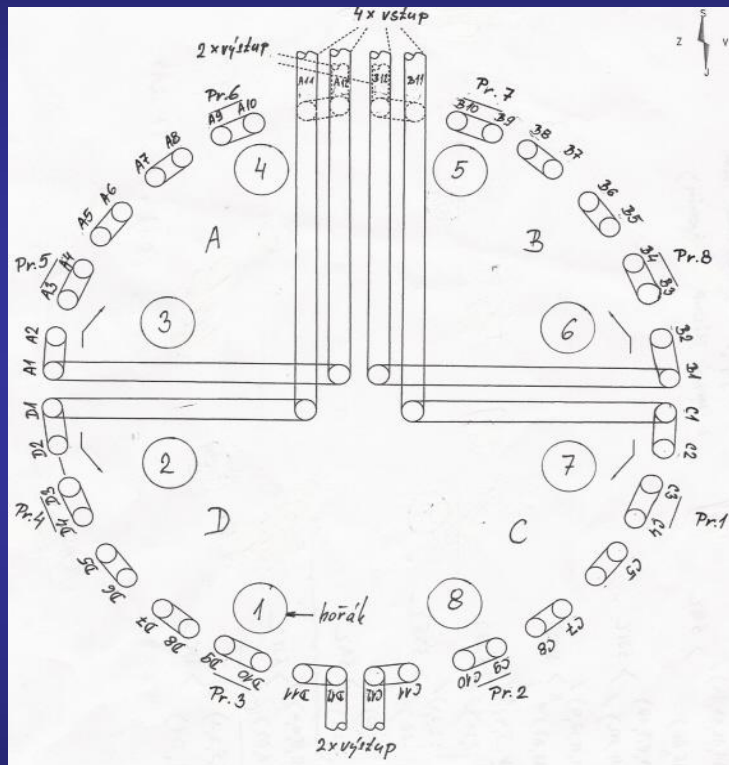
Měření v tomto uzavřeném prostředí vyžaduje velkou zkušenost operátora infrakamery.

## Měření vlásenek pecí



Nastavení parametrů do softwaru IČ kamery musí být přesné. Jedná se především o emisivitu, odraženou teplotu, propustnost optiky, teplotu a vlhkost okolí. Měření probíhá z průzorů z vnější strany zařízení na protilehlý průzor, kde je umístěn etalon pro upřesnění parametrů, které se zadávají do softwaru IČ kamery. Etalony jsou vlastně výřezy o stejné materiálové kvalitě jako jsou měřené vlásenky. Na zadní části jsou připevněny termočlánky, které jsou propojeny se čtecí jednotkou.

# Měření vlásenek pecí



Ukázka kalibrace zařízení

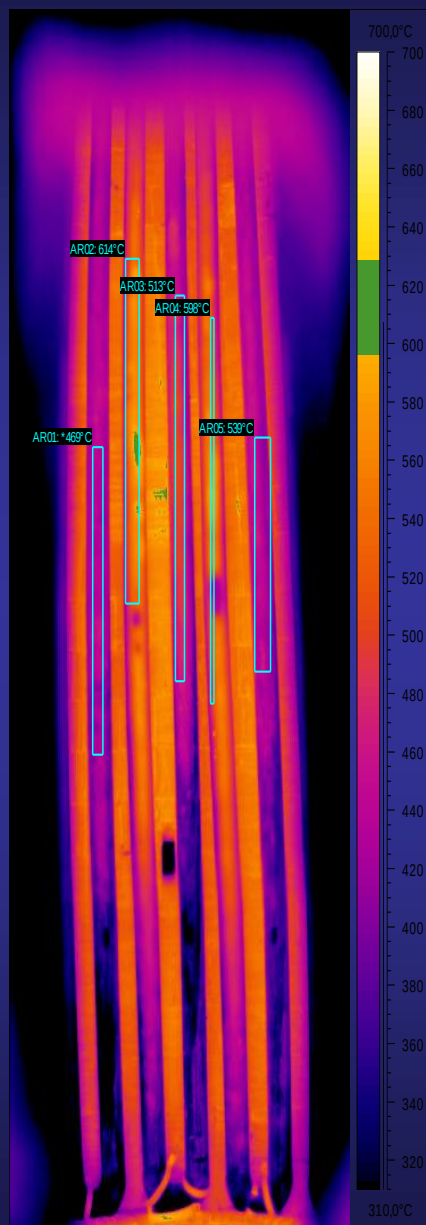
# Měření vlásenek pecí

Podstatou měření je kontrola stavu uvnitř technologie (vyzdívky, úchyty vlásenek, hoření hořáků apod.). Největší důraz se klade na průtok média uvnitř vlásenek. Při špatném průtoku (snížení světlosti vlásenky způsobené usazeninami) dochází k oteplení místa zúžení. To může mít za výsledek zásadní vyčerpání životnosti zařízení dříve než byl předpoklád.

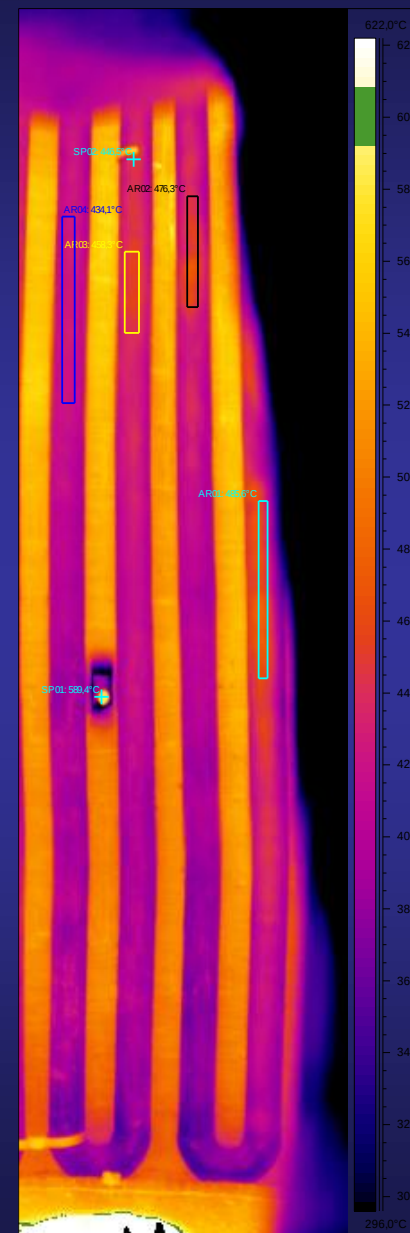
Film 1

Film 2

# Měření vlásenek pecí



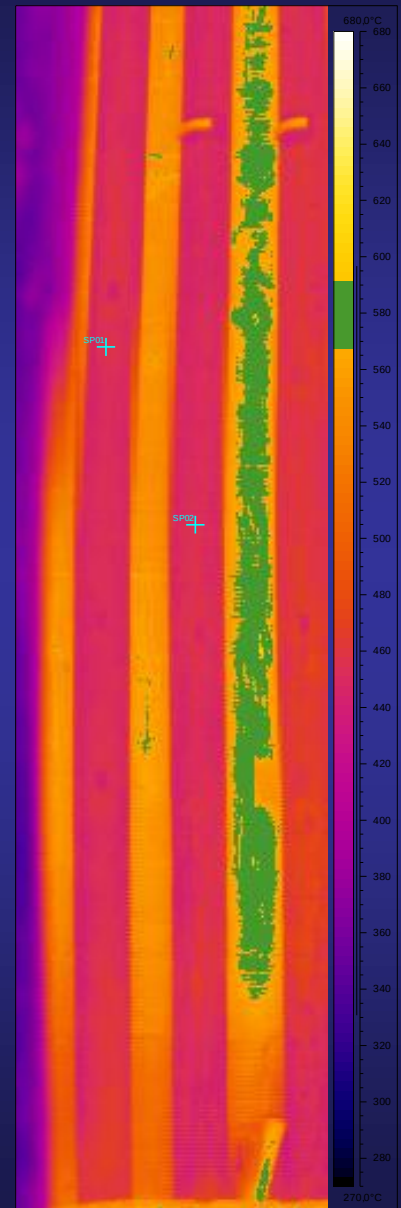
Snížený průtok vlásenkou



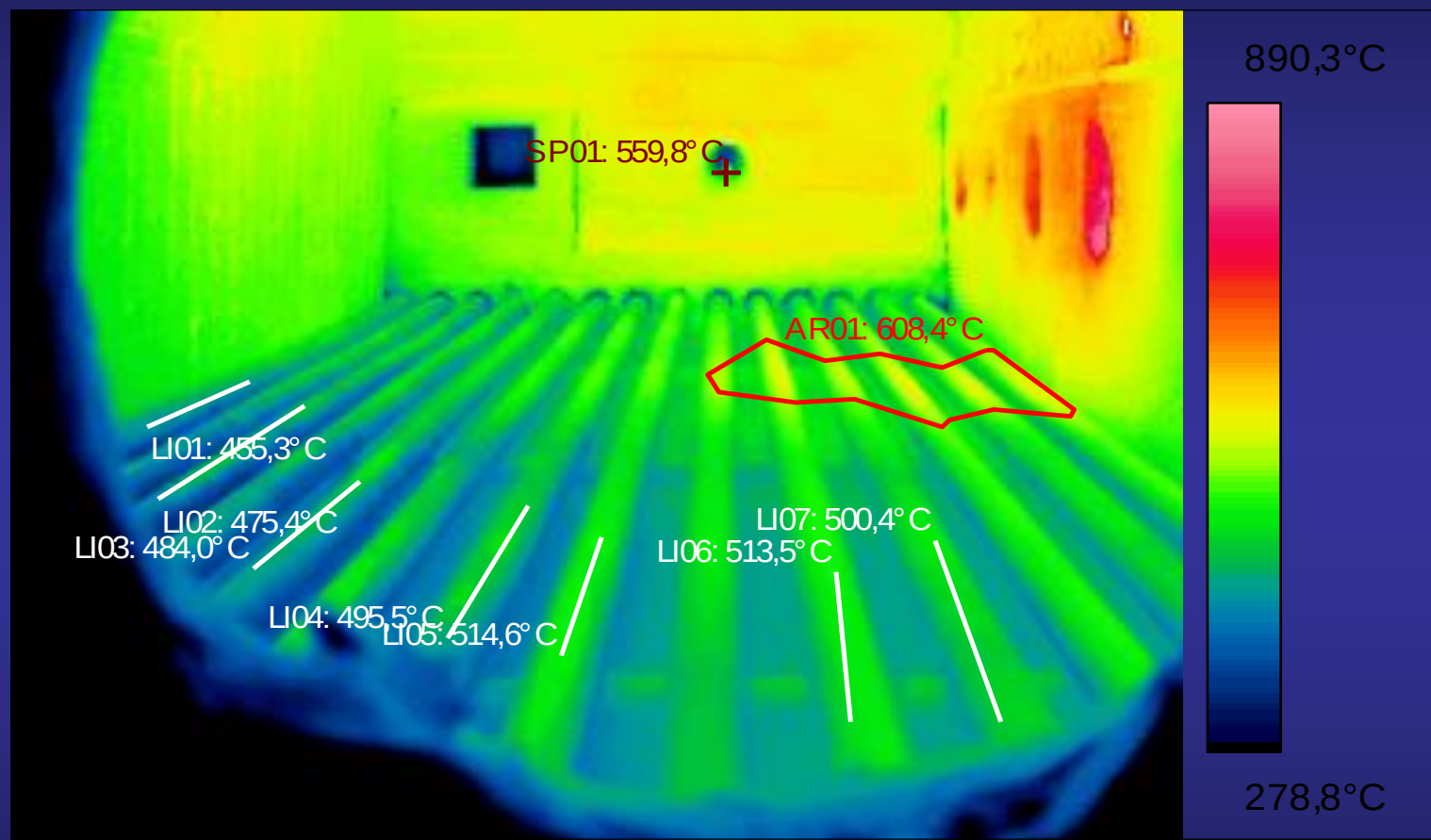


# Měření vlásenek pecí

Utržený závěs

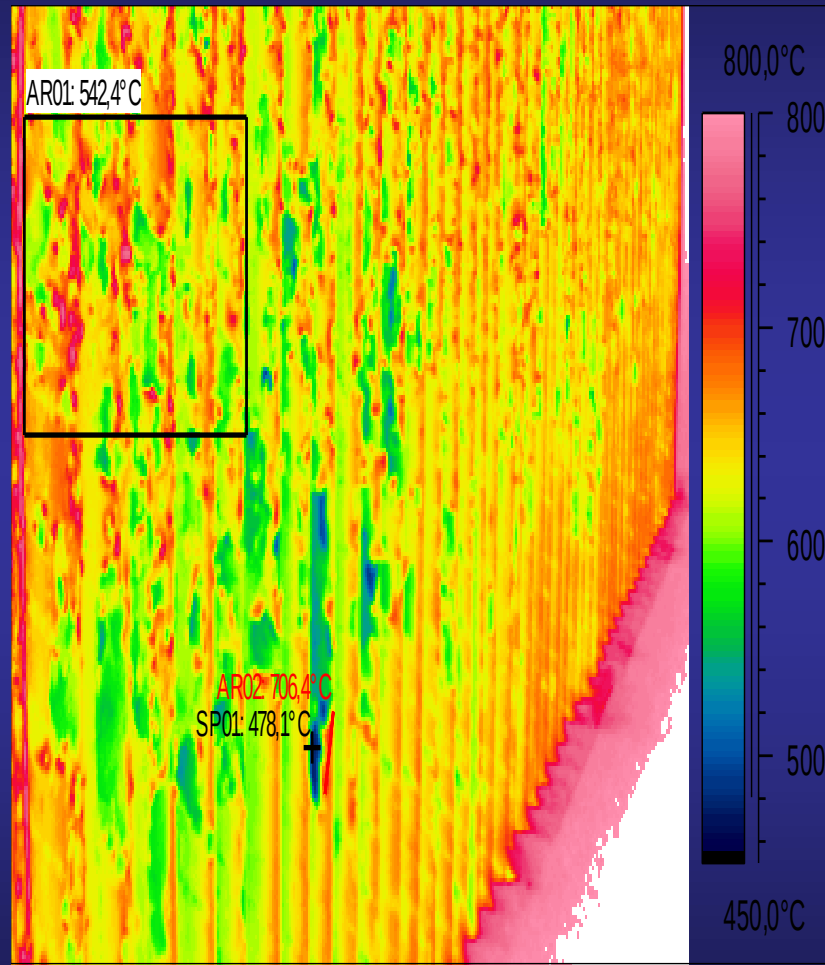


# Měření vlásenek pecí



Prasklá vyzdívka a vychýlený hořák

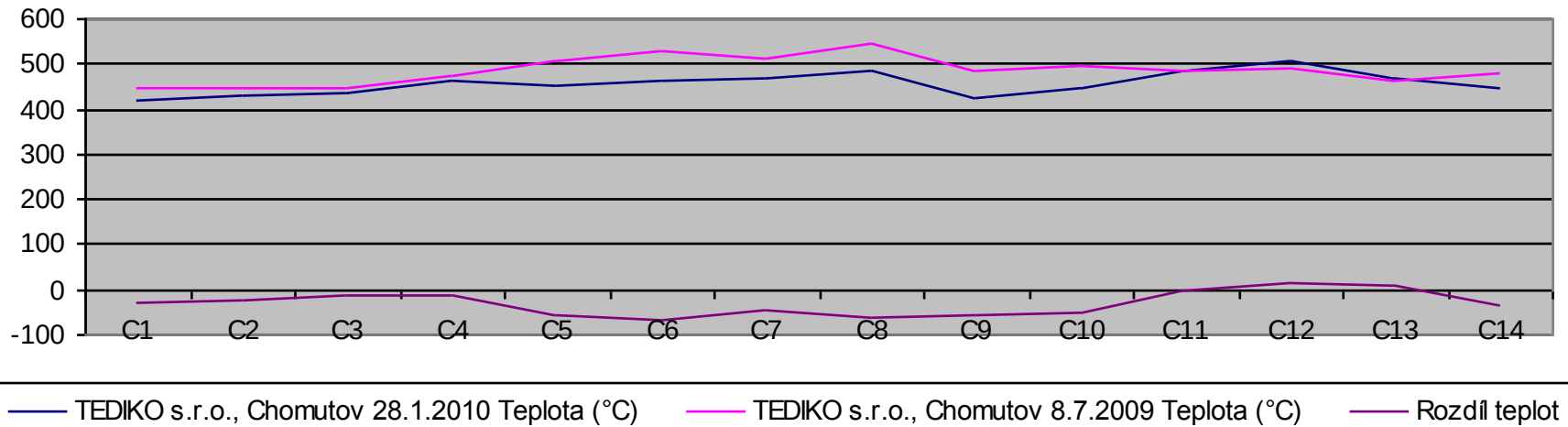
# Měření vlásenek pecí



**Problém - výrazně okujené vlásenky – nelze vyhodnotit**

# Měření vlásenek pecí

Teploty vlásenek pece-sekce C (°C)



Porovnání výsledků dvou po sobě následujících měření

- 1) Je třeba si uvědomit, že termografie je věda postavená na šíření IČ záření, principů přenosu tepla, atmosférických vlivů, principů radiometrie, znalostí příslušných zařízení atd. Není to tedy v žádném případě jednoduchá záležitost.
- 2) Používaná zařízení jsou cenově dokonce v rozsahu 1-2 řádů ! Od desítek tisíc po miliony korun. Liší se samozřejmě výrazně technicky, svým vybavením, softwarem atd.
- 3) Z výše uvedeného je zřejmé, že přestože se všechna zařízení nazývají stejně –a to termovizními kamerami, je to z tohoto úhlu pohledu stejně obecný pojem jako to, co si vše můžeme představit pod pojmem automobil.
- 4) Tím, že se termografická zařízení stávají dostupnější pro širokou veřejnost vzrůstá zároveň riziko, že se tyto přístroje dostávají do rukou osob, které ač jsou neznalé problému, nazývají se odborníkem termografie. Teplotu těla si může změřit téměř každý, ale případnou léčbu musí určit odborný lékař. Stejně tak ultrazvukáře ultrazvukářem neudělá zakoupení přístroje a rentgenáře rentgenářem vlastnictví izotopu. Tím je naznačeno, že bez potřebných znalostí termovizní kamera ze svého majitele odborníka na termografii neudělá, stejně jako stetoskop neučiní ze svého vlastníka doktora.
- 5) Praxe i teoretické znalosti jsou navýsost důležité.



**Děkuji za pozornost.**

**Bc. Milan Kostelecký**

**Ing. Miloslav Procházka**

**TEDIKO, s.r.o.**

**Pražská 5487**

**430 01 Chomutov**

**Tel.: 474 652 161**

**E-mail : [info@tediko.cz](mailto:info@tediko.cz), [kostelecky@tediko.cz](mailto:kostelecky@tediko.cz)  
[prochazka@tediko.cz](mailto:prochazka@tediko.cz)**