

Tento dokument je k dispozici na internetu na adrese:  
<http://www.vscht.cz/ufmt> (elektronické pomůcky)

*Celý návod k laboratorní práci včetně příloh ve vytištěné formě mají posluchači k dispozici v laboratoři.*

ÚSTAV FYZIKY A MĚŘICÍ TECHNIKY VŠCHT PRAHA

## MĚŘENÍ IČ TEPLOMĚREM A TERMOKAMEROU

Měření teploty válcového povrchu s různou emisivitou.

### Návod k laboratorní práci IT2\_válec



*Pohled na laboratorní stanici*

VŠCHT Praha – říjen 2015

## Obsah

A. Zadání laboratorní práce:	3
B. Pokyny k provedení práce:	4
1 Zadání hodnot a vytvoření pracovní složky	4
1.1 Konkrétní zadání	4
1.2 Vytvoření pracovní složky na disku L v počítači	4
2 Přístrojová technika a kontrola správnosti	5
2.1 Seznámení s přístrojovou technikou a programovými prostředky	5
2.1.1 Měřený objekt	5
2.1.2 IČ teploměr	7
2.1.2.1 Ruční bezdotykový teploměr OPTRIS LS	7
Popis IČ-teploměru	7
Propojení IČ-teploměru s počítačem	7
Program Optris Connect	7
2.1.2.2 Stabilní IČ teploměr OPTRIS-CT-Laser	8
2.1.3 Černé těleso HYPERION R	8
2.1.4 Termokamera	8
2.1.4.1 Termokamera FLIR i7	8
2.2 Kontrola správnosti měření IČ-teploměrem a termokamerou pomocí černého tělesa	9
3 Měření teploty na povrchu skleněného válce	9
3.1 Měření IČ-teploměrem	9
3.1.1 Měření a ukládání dat	9
3.1.2 Zpracování naměřených dat počítačem	11
3.2 Měření termokamerou	11
3.2.1 Zhotovení termografických snímků měřeného objektu	11
3.2.2 Vyhodnocení termogramů	12
4 Zpracování protokolu o měření	13
4.1 Kontrola souborů na disku L	13
4.2 Zpráva o termografickém měření	13
C Ukončení práce v laboratoři	14
D Seznam příloh, které jsou k dispozici v laboratoři:	14
E Odkazy na literaturu	14

## Laboratorní práce – IT2\_válec

# MĚŘENÍ IČ TEPLOMĚREM A TERMOKAMEROU – 2

Měření teploty válcového povrchu s různou emisivitou.

### A. Zadání laboratorní práce:

#### 1. Zadání hodnot a vytvoření pracovní složky

- 1.1. Konkrétní zadání
- 1.2. Vytvoření pracovní složky na disku L pro ukládání souborů

#### 2. Přístrojová technika a kontrola správnosti

- 2.1. Seznámení s přístrojovou technikou
  - 2.1.1. Měřený objekt – skleněný válec s nalepenými páskami různých materiálů.
  - 2.1.2. IČ teploměr, (typ teploměru bude zadán).
    - 2.1.2.1. Ruční bezdotykový teploměr OPTRIS-LS nebo PROSCAN 530 a program Optris Connect.
    - 2.1.2.2. Stabilní IČ teploměr OPTRIS-CT-Laser a program CompactConnect
  - 2.1.3. Černé těleso HYPERION R.
  - 2.1.4. Termokamera
- 2.2. Proveďte kontrolu správnosti měření IČ-teploměrem pomocí černého tělesa HYPERION R při zadaných teplotách.

#### 3. Měření teploty na povrchu skleněného válce

- 3.1. Měření IČ-teploměrem
  - 3.1.1. Proměřte rozložení teploty na povrchu temperovaného válce při zadaných teplotách; data ukládejte do paměti teploměru.
  - 3.1.2. Převed'te data do počítače a zpracujte programem Optris Connect, případně CompactConnect a Excel.
- 3.2. Měření termokamerou
  - 3.2.1. Zhotovte termografické snímky temperovaného válce při zadaných teplotách.
  - 3.2.2. Vyhodno'te termogramy s využitím programů FLIR Quick Report a Excel a programu FLIR Reporter.

#### 4. Zpracování protokolu o měření

- 4.1. Zkontrolujte soubory uložené na disku L.
- 4.2. Vypracujte zprávu o termografickém měření.  
Porovnejte výsledky získané při měření IČ-teploměrem a termokamerou.

## B. Pokyny k provedení práce:

Pokyny k provedení práce se vztahují k jednotlivým bodům zadání, uvedeným v kapitole A.

### 1 Zadání hodnot a vytvoření pracovní složky

#### 1.1 Konkrétní zadání

- Na základě zadání od vyučujícího si poznamenejte:
  - ✓ číslo měřeného objektu (skleněný válec s nalepenými materiály s různou emisivitou),
  - ✓ zadané hodnoty požadovaných teplot měření  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  
(pokud nebude zadáno jinak, měřte postupně při 30 °C, 40 °C a 50 °C),
  - ✓ identifikační čísla měřicích přístrojů (zadaný IČ-teploměr a termokamera),
  - ✓ teploty černého tělesa při kontrole správnosti  
(pokud nebude zadáno jinak, nastavte 40 °C).

#### 1.2 Vytvoření pracovní složky na disku L v počítači

- Přihlaste se do počítačové sítě VŠCHT.

Na disku L ve složce L:\TG\_TD\Studenti\ jsou pracovní složky jednotlivých studentů.

- Vytvořte pracovní složku „**IT2\_válec**“, do které budete ukládat soubory z této laboratorní práce.

## 2 Přístrojová technika a kontrola správnosti

### 2.1 Seznámení s přístrojovou technikou a programovými prostředky

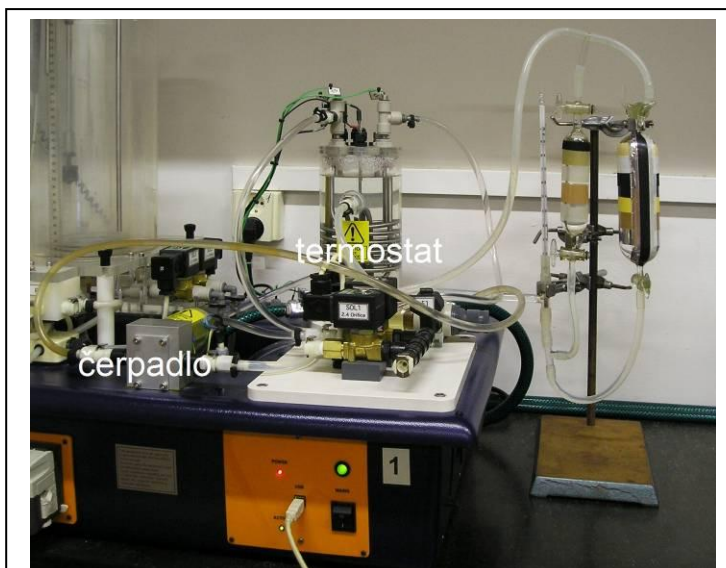
- Postupně se seznámte se všemi přístroji a odzkoušejte si jejich funkci, včetně propojení s počítačem a seznámení s programovým vybavením.

#### 2.1.1 Měřený objekt

Základem aparatury je skleněný válec (obr. 1), na jehož plášti jsou nalepeny pruhy různých materiálů, které vykazují různou emisivitu. Válec představuje model objektu, na jehož povrchu se bude měřit rozložení teploty. Teplota válce je dána teplotou proudící vody z termostatu stanice ARMFIELD, průtok vody zajišťuje čerpadlo (obr. 2).



Obr. 1 Skleněný válec s nalepenými páskami

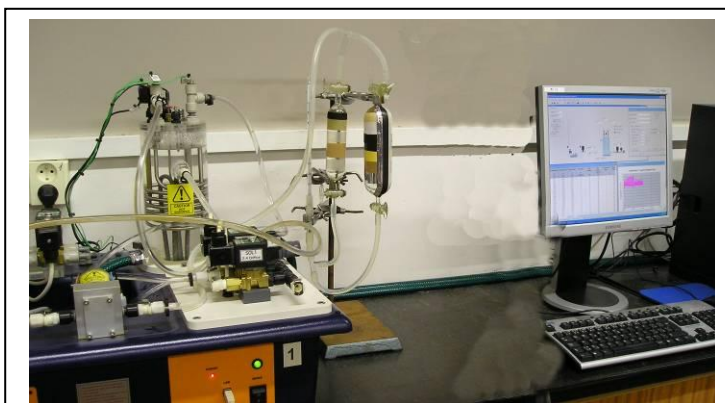


Obr. 2 Skleněný válec připojený ke stanici ARMFIELD

Rozložení teploty na povrchu objektu je možno měřit bezdotykově IČ-teploměrem nebo termokamerou a případně dotykově termočlánkem.

Pro obsluhu termostatu použijte pokyny z návodu k multifunkční stanici ARMFIELD.

- Podle zadání od vyučujícího nastavte požadovanou teplotu  $t_1$  termostatu a vyčkejte ustálení teploty. Sledujte záznam v programu pro ovládání stanice ARMFIELD (obr. 3). Teplotu vody přiváděné do skleněného válce sledujte na skleněném teploměru (obr. 1).
- Ustalování tepelné rovnováhy na proměřovaném objektu vyžaduje určitou dobu. V době, kdy se bude ustalovat tepelná rovnováha na desce, pokračujte v plnění dalších úkolů.



Obr. 3 Ovládání stanice ARMFIELD počítačem

## UPOZORNĚNÍ:

**IČ-teploměr a termokamera jsou přesné měřicí přístroje, obsahující citlivý infračervený detektor a vysoce kvalitní optiku.**

**Optiky se nikdy nedotýkejte rukou ani žádným předmětem.**

**Dojde-li k znečištění čočky, nikdy ji nečistěte a upozorněte na tuto skutečnost asistenta.  
K čištění se nesmí nikdy použít čisticí prostředky obsahující rozpouštědla.**

**Nikdy nezaměřujte IČ-teploměr a termokameru do Slunce,  
mohlo by dojít k poškození detektoru!**

**POZOR: Bezdotykové teploměry jsou vybaveny laserovým zaměřovacím systémem.**

**Laserem nemiřte nikdy přímo do očí!**

**Nedívejte se upřeně do laserového paprsku.**

**Vyvarujte se i nepřímé expozice odrazem od lesklých ploch.**

**Černé těleso představuje nákladný a velmi přesný přístroj s definovanými vlastnostmi.**

**Nikdy se nedotýkejte rukou ani žádnými předměty povrchu dutiny černého tělesa.**

**Dejte pozor i na to, že při provozu může teplota dutiny nabývat vysokých hodnot.**

**Termokamera je složitý a drahý přístroj, který vyžaduje kvalifikovanou a zaškolenou obsluhu a citlivé zacházení.**

**S termokamerou můžete pracovat až po zaškolení, nebo v případě, že jste s kamerou již v laboratoři pracovali.**

**Při práci dodržujte základními pokyny pro obsluhu termokamery,  
v případě nejasností se obraťte na vyučujícího pedagoga s žádostí o pomoc.**

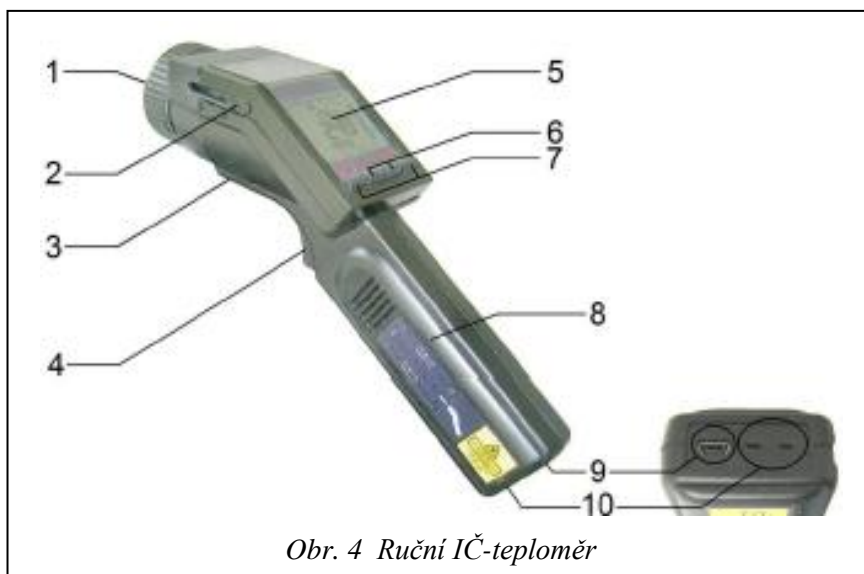
## 2.1.2 IČ teploměr

### 2.1.2.1 Ruční bezdotykový teploměr OPTRIS LS

#### Popis IČ-teploměru

Popis ručních bezdotykových teploměrů typu OPTRIS-LS nebo Dual focus infrared PROSCAN 530 (obr. 4) je uveden v ***návodu k práci BMT***, kapitola 2.1.3, str. 7.

Přístroj využívá spektrální rozsah (8 až 14)  $\mu\text{m}$ , pracuje s teplotním rozsahem (-30 až 900)  $^{\circ}\text{C}$ , s citlivostí 0,1  $^{\circ}\text{C}$  a přesností  $\pm 0,75$   $^{\circ}\text{C}$ . Doba odezvy pro 95 % signálu činí 150 ms.



Obr. 4 Ruční IČ-teploměr

Podrobný popis a úplné technické údaje jsou uvedeny v manuálu k přístroji, který je v laboratoři k dispozici (příloha A2).

- Při manipulaci s přístrojem neměňte náhodně nastavení teploměru (nestiskávejte náhodně tlačítka). Pokud změníte nastavení teploměru, musíte si vyžádat od asistenta manuál k přístroji, abyste mohli obnovit původní nastavení.

#### Propojení IČ-teploměru s počítačem

IČ-teploměr je možno připojit k počítači prostřednictvím rozhraní USB, konektor k propojení se nachází v dolní části rukojeti (pozice 9 na obr. 4).

Pro propojení přístroje s počítačem lze použít pouze USB kabel dodaný k přístroji, protože jinak nebude komunikace fungovat. Použitý propojovací kabel není standardní USB kabel.

#### Program Optris Connect

Ke komunikaci mezi IČ-teploměrem a počítačem slouží program Optris Connect nebo IR-Connect. Popis ovládacího programu najdete v ***návodu k práci BMT***, kapitola 2.1.3, str. 11.

Podrobný popis a úplné technické údaje jsou spolu i s dalšími podrobnostmi o programu OptrisConnect uvedeny v manuálu k přístroji, který je v laboratoři k dispozici (***příloha A2***).



### 2.1.2.2 Stabilní IČ teploměr OPTRIS-CT-Laser

Popis stabilního IČ teploměru typu OPTRIS-CT-Laser (obr. 5) je uveden v *návodu k práci IT1* kapitola 2.1.2.1, str. 8.

Přístroj využívá spektrální rozsah (8 až 14)  $\mu\text{m}$ , pracuje s teplotním rozsahem (-40 až 975)  $^{\circ}\text{C}$ , s citlivostí 0,1  $^{\circ}\text{C}$  a přesností  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Doba odezvy pro 90 % signálu činí 120 ms.

Přístroj poskytuje analogový proudový nebo napěťový výstup a digitální výstup prostřednictvím rozhraní USB. Funkce vstupních a výstupních kanálů se nastavuje prostřednictvím softwaru **Compact Connect**.

Podrobné údaje o zapojení přístroje a pokyny pro jeho obsluhu, rovněž tak informace o softwaru Compact Connect a kompletní technické údaje jsou uvedeny v manuálu, který je v laboratoři k dispozici (*příloha B2*).



Obr. 5 IČ-teploměr OPTRIS-CT-Laser

### 2.1.3 Černé těleso HYPERION R

Popis kalibračního zařízení s černým tělesem HYPERION R (obr. 6) je uveden v *návodu k práci BMT*, kapitola 2.1.2, str. 6.

Teplotní rozsah je, od -10 až do 80  $^{\circ}\text{C}$ , emisivita dutiny  $\varepsilon = 0,995$ .



Obr. 6 Kalibrační zařízení HYPERION R

### 2.1.4 Termokamera

#### 2.1.4.1 Termokamera FLIR i7

Popis přenosné termovizní kamery FLIR i7 (obr. 13) spolu se základními pokyny pro obsluhu je uveden v *návodu k práci BMT*, kapitola 3.1, str. 17.

Kamera využívá spektrální rozsah (7,5 až 13)  $\mu\text{m}$ , pracuje s rozlišením 120x120 bodů a s teplotním rozsahem (0 až 250)  $^{\circ}\text{C}$ , s citlivostí 0,1  $^{\circ}\text{C}$  a přesností  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .



Obr. 13 Termokamera FLIR i7



## 2.2 Kontrola správnosti měření IČ-teploměrem a termokamerou pomocí černého tělesa

Protože kontrola správnosti se má provádět v laboratoři při každém měření, tak je možno předpokládat, že postup je již běžně známý (obr. 7). Postup je popsán v *návodu k práci BMT*, kapitola 2.2, str. 13.



Obr. 7 Kontrola správnosti měření IČ-teploměrem a termokamerou pomocí černého tělesa

- Kontrolu správnosti proveďte při zadané teplotě.
- Vyhodnoťte naměřené výsledky a porovnejte zjištěné odchylky s údaji z technické dokumentace k přístrojům.

## 3 Měření teploty na povrchu skleněného válce

### 3.1 Měření IČ-teploměrem

#### 3.1.1 Měření a ukládání dat

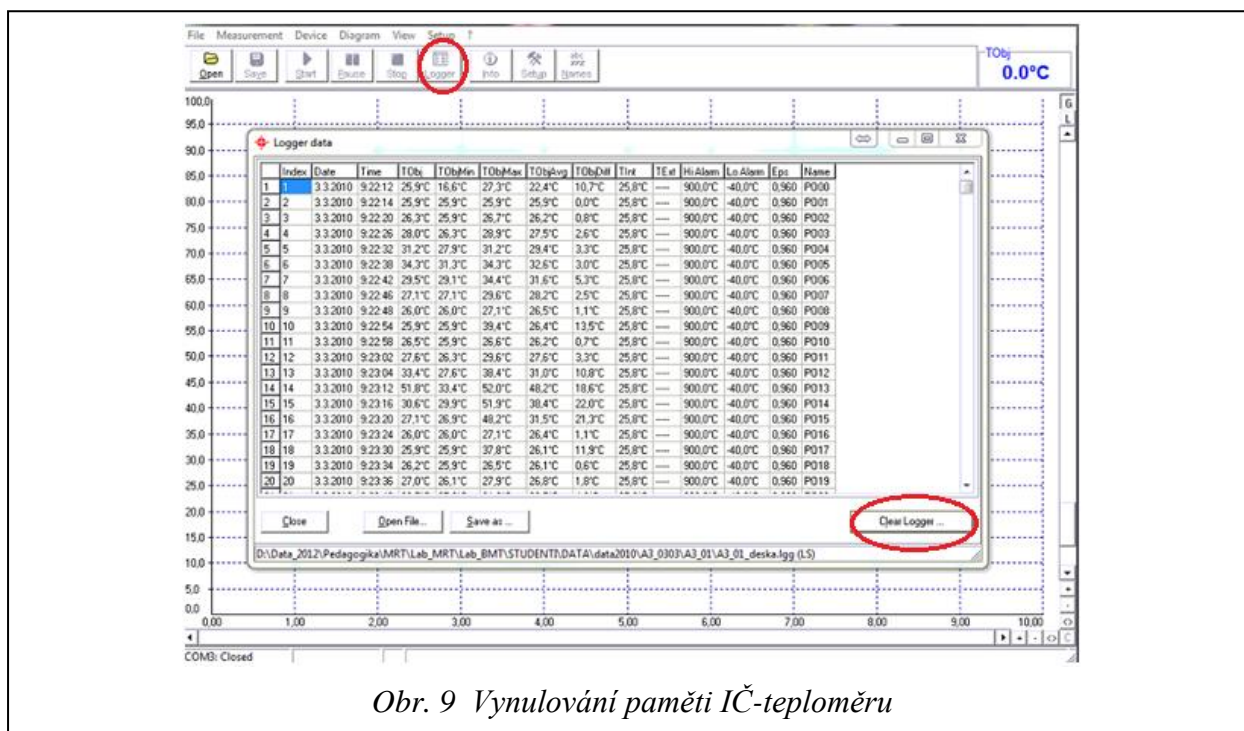
- Zkontrolujte nastavení požadované teploty  $t_1$  v termostatu.
- IČ-teploměr připevněte na stativ (obr. 8).
- Hodnota emisivity černé pásky je 0,96. **Tuto hodnotu  $\varepsilon = 0,96$  nastavte na displeji IČ-teploměru.**
- Přepínač zaměřovací optiky teploměru přepněte do polohy CF - dvoubodový laser.
- Stativ s teploměrem umístěte do takové vzdálenosti, kde se oba parsky kříží a teploměr snímá IČ záření z minimální plochy. Vzdálenost bude asi 60 mm.
- Měření zahájíte po ustálení teploty v soustavě.



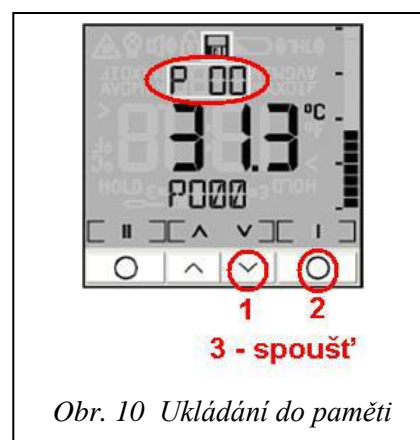
Obr. 8 Měření IČ-teploměrem

- Měřené údaje ukládejte do paměti teploměru. Přístroj má vlastní interní záznamník dat (data logger) s maximální kapacitou 100 protokolů o měření. Každý protokol obsahuje tyto hodnoty:  
„Číslo pozice [P 00 až P 99], teplota objektu, hodnoty MAX-, MIN-, AVG- a DIF, emisivita, teplota čidla sondy (pokud je připojená), materiál a název umístění“.

- Pomocí programu OptrisConnect vynulujte paměť v IČ-teploměru. Stiskněte tlačítko **Logger** na nástrojovém pruhu a následně stiskněte tlačítko **Clear Logger** (obr. 9). Operace vymazání paměti může trvat několik sekund a po dobu mazání je na displeji teploměru označení „clr“.



- Postup ukládání dat do paměti:  
Zaměřte na dané pole, pak stiskněte na IČ-teploměru tlačítko „šipka dolů“ (ozve se jedno pípnutí a objeví se číslo paměťového místa), pak stiskněte pravé tlačítko „I“ (ozve se dvojité pípnutí) a nakonec stiskněte tlačítko spouště teploměru. Postup ovládání tlačítek je vyznačen na obr. 10. Potom teploměr zaměřte na nové místo a celý postup opakujte.
- Data uložená v paměti IČ-teploměru převed'te do počítače s využitím programu Optris Connect. po stisku tlačítka **Logger**.
- Data z přístroje uložíte do záznamníku v počítači stiskem tlačítka **Logger**.
- Zaznamenaná data uložte po stisku tlačítka **Save as ..** pod zvoleným názvem \*.lgg do vaší složky. Název souboru by měl obsahovat označení vaší skupiny např. pro měření při teplotě  $t_1$  „IT2\_xy\_válec\_t1.lgg“.



Podrobnější popis ukládání dat v programu Optris Connect najdete v **návodu k práci BMT**, kapitola 2.3, str. 15-16.

- Postup snímání a ukládání dat volte tak, abyste se dobře orientovali v naměřených datech.
- Měřte postupně teplotu na jednotlivých površích válce ve směru normály k povrchu směrem na svislou osu válce. Hodnotu teploty každého materiálu sejměte minimálně pětkrát. Naměřená data ukládejte do paměti teploměru.
- Dále proměřte pro každý materiál rozložení teploty napříč válce. Při snímání zachovejte směr normály vedené ke středu válce. Při snímání jednotlivých míst napříč válce, budete muset korigovat vzdálenost tak, aby byla snímána vždy minimální plocha (obr. 11). Měření proved'te asi v 10 bodech napříč válce. Toto měření slouží k vyhodnocení tzv. směrové emi-

sivity, která se projevuje při bezdotykovém měření teploty válcového nebo kulového povrchu.



Obr. 11 Postupné měření teploty napříč válcové plochy

- Po dokončení celé sady měření pro zadanou první teplotu  $t_1$ , **změřte povrch celého válce termokamerou** podle pokynů v bodě 3.2.
- Při měření teploty u jednotlivých materiálů korigujte vliv emisivity jejím nastavením tak, aby měřené hodnoty teploty odpovídaly hodnotám naměřeným na černé pásce s emisivitou 0,96. Zaznamenejte zjištěnou emisivitu pro daný materiál.
- Změňte požadovanou teplotu v termostatu postupně na zadané hodnoty  $t_2$ ,  $t_3$ . a proveďte analogická měření a uložte naměřené soubory dat.

### 3.1.2 Zpracování naměřených dat počítačem

Z prostředí programu Optris Connect převed'te naměřená data do Excelu.

- Spusťte Excel, po otevření najděte vaši složku na disku L a otevřete váš soubor \*.lgg. (Soubor → Otevřít → Soubory typu: všechny → otevřít příslušný soubor \*.lgg).
- V průvodci importem textu (1/3) ponechte volbu „oddělovač“, začátek souboru na 1. řádku a typ souboru zvolte „1250 Středoevropské jazyky Windows“. Na (2/3) volte oddělovač „Tabulátor“ a na (3/3) formát dat „obecný“.
- Z naměřených dat vyberte pouze sloupce obsahující označení paměťového místa (Name) a data o naměřené teplotě (TObj.) a přepokopírujte je do nového listu. Tato data budete dále zpracovávat.
- Soubor uložte do vaší složky s názvem „IT2\_xy\_válec\_t1.xls“, apod. (xy je zkratka vašeho jména)
- Z dat měřených napříč válce vytvořte graf průběhu teploty pro každý materiál a porovnejte charakter závislosti a napište komentář.
- Z naměřených dat napříč válce stanovte hodnotu tzv. směrové emisivity pro jednotlivé materiály.

## 3.2 Měření termokamerou

### 3.2.1 Zhotovení termografických snímků měřeného objektu

- Měření termokamerou provádějte tak, abyste snímek pořizovali ve směru kolmém na měřený objekt. (obr. 14). Vzdálenost kamery od objektu volte tak, aby na displeji byl zobrazen celý měřený objekt.
- Do paměti termokamery uložte několik termogramů, abyste si pro vyhodnocení mohli vybrat optimální termogram.



- Do paměti termokamery si můžete uložit i další termogramy měřící aparatury.
- Po ukončení měření s termokamerou uzavřete kryt IČ-objektivu. Termokameru nechte ještě zapnutou, vypnete ji až po přenosu termogramů do počítače.
- Pro vyhodnocení termogramu budete potřebovat údaje o vzdálenosti termokamery od měřeného objektu a dále údaje o teplotě a vlhkosti v laboratoři.
- Pro zjištění teploty a vlhkosti v laboratoři použijte přístroj Commeter THZ1 s teplotní a vlhkostní sondou. Popis měření s přístrojem je v návodu k práci BMT, kapitola 3.2, str. 21.
- Tzv. odraženou teplotu z okolí změřte s využitím modelu tzv. Lambertova zářiče.



Obr. 14 Měření termokamerou

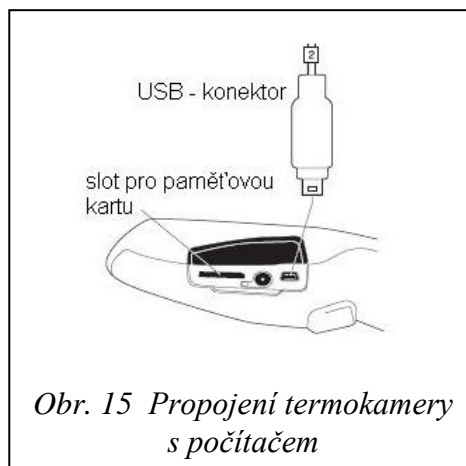
### 3.2.2 Vyhodnocení termogramů

- Pro vyhodnocení termogramů **použijte program FLIR QuickReport**, který spustíte poklepnutím na ikonu programu na libovolném počítači v laboratoři.



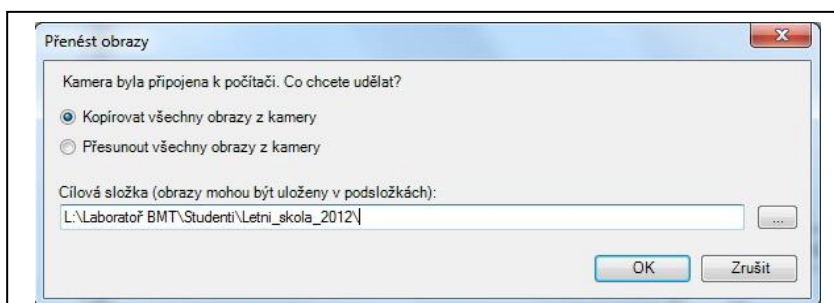
Základní instrukce k programu FLIR Quick Report najdete v návodu k práci BMT, kapitola 3.3, str. 22; podrobný popis je v manuálu (*příloha A4*).

- Termogramy je možno z termokamery přenést do počítače po propojení termokamery s počítačem pomocí USB-kabelu. Na rukojeti termokamery se otevře kryt konektorů a kabelem USB se provede propojení s počítačem (obr. 15).
- Po připojení termokamery se na jejím displeji objeví hláška „Kamera je nyní řízena počítačem“ a na displeji počítače se otevře okno pro přenos termogramů. (obr. 16). V tomto okně ponechte volbu „Kopírovat všechny obrazy“ a jako cílovou složku zadejte vaši pracovní složku na disku L.



Obr. 15 Propojení termokamery s počítačem

- Po přenesení termogramů do počítače termokameru odpojte od počítače a vypněte ji dlouhým stiskem tlačítka Zap/Vyp. Přesvědčte se, že kryt IČ-objektivu je zavřený a uložte termokameru do kufříku.



Obr. 16 Přenos termogramů

- Při přenosu termogramů z termokamery do počítače se ve vaší složce vytvoří podsložky „images“ a „DirA“. V podsložce „DirA“ najdete vaše termogramy.
- Data získaná termokamerou převeďte do Excelu. Popis převodu do Excelu je v návodu k práci BMT, kapitola 3.3, str. 24.

- Nejprve převed'te do Excelu data snímané oblasti (plocha válce s jednotlivými páskami). Při exportu do Excelu zvolte „Exportovat oblast Ar1“ (obr. 17).
- Soubor v Excelu uložte do vaší složky s názvem „IT2\_xy\_pasky.xls“.
- Podobně převed'te do Excelu i údaje o teplotních profilech na jednotlivých pásech (Li1, Li2 atd.). V Excelu pak vytvořte grafy průběhu teploty pro všechny materiály. Příslušné soubory uložte do vaší složky s vhodnými názvy např. „IT2\_xy\_Li1.xls“, „IT2\_xy\_Li2.xls“ apod.
- Při popisu grafů v Excelu uveďte vedle údaje v pixelech i údaj v mm. K tomu budete potřebovat rozměry proměřovaného objektu (průměr válce, šířka pásek jednotlivých materiálů). Změřte potřebné údaje pro jednotlivé pásy.

Do protokolu o měření budete potřebovat vložit snímek obrazovky s vyhodnoceným termogramem v programu FLIR Quick Report.

- S využitím klávesy „PrtScr“ sejmete celou obrazovku, aktivní okno se sejme stiskem kláves „Alt+PrtScr“. Pro uložení a případné úpravy obrázku si otevřete program „MALOVÁNÍ (PAINT)“ a daný obrázek pak uložte ve formátu JPG s názvem např. IT2\_xy\_termogram.jpg.

## 4 Zpracování protokolu o měření

### 4.1 Kontrola souborů na disku L

Ve vaší složce na disku L by měly být po ukončení práce v laboratoři **uloženy tyto soubory** (případně s alternativními názvy):

- ✓ „IT2\_xy\_válec\_t1.lgg“ až „IT2\_xy\_válec\_t3.lgg“ (měření IČ teploměrem),
- ✓ „IT2\_xy\_válec\_t1.xls“, až „IT2\_xy\_válec\_t3.xls“ (měření IČ teploměrem - rozpracované nebo dokončené),
- ✓ termogramy z termokamery (IR\_xxxx) a vyhodnocené snímky (IR\_xxxx\_vyhod),
- ✓ „IT2\_xy\_pasky.xls“ (měření termokamerou – rozpracovaný nebo dokončený),
- ✓ „IT2\_xy\_Li1.xls“, „IT2\_xy\_Li2.xls“ a případně další (rozpracované nebo dokončené),
- ✓ kopie obrazovky (vyhodnocení termogramu) IT2\_xy\_termogram.jpg, případně další,
- ✓ „IT2\_xy\_zpráva.doc“ podle bodu 4.2 (rozpracovaný nebo dokončený),
- ✓ případné další soubory \*.lgg nebo \*.dat.

**Nezapomeňte si všechny soubory zkopírovat pro zpracování protokolu.**

### 4.2 Zpráva o termografickém měření

**Písemná zpráva bude obsahovat:**

- ✓ seznam a specifikaci použitých přístrojů,
- ✓ číslo zadaného objektu (skleněný válec s různými materiály, rozměry válcové části),
- ✓ výsledky kontroly správnosti měření IČ-teploměrem při měření s černým tělesem (porovnání intervalů správných hodnot měření),
- ✓ nastavenou hodnotu emisivity pro měřený objekt,
- ✓ tabulky hodnot naměřených IČ-teploměrem pro jednotlivé materiály na skleněném válci
- ✓ grafické závislosti rozložení teploty naměřené IČ-teploměrem pro jednotlivé pásy na skleněném válci,
- ✓ stanovené emisivity pro jednotlivé pásy, zjištěné hodnoty směrové emisivity,

- ✓ vyhodnocení termografického měření termokamerou (kopii obrazovky z programu FLIR QuickReport),
- ✓ podmínky při měření termokamerou (vzdálenost, teplota odražená a atmosférická, vlhkost),
- ✓ průběh teploty na jednotlivých materiálech, vzájemné porovnání, uvedení maximální a minimální teploty na profilu (v grafu uvést vztah udávající přepočet pixelů na mm),
- ✓ hodnotící komentář k výsledkům měření, posouzení vlivu emisivity jednotlivých povrchů a směrové emisivity,
- ✓ porovnání výsledků naměřených termokamerou a IČ-teploměrem.

### Odevzdání protokolu:

- rozpracovanou zprávu o termografickém měření uložte do vaší složky na disku L, konečné znění zašlete ve formátu DOC nebo PDF jako přílohu k e-mailu vašemu učiteli ([fitlp@vscht.cz](mailto:fitlp@vscht.cz), [kadleck@vscht.cz](mailto:kadleck@vscht.cz), [kopeckyd@vscht.cz](mailto:kopeckyd@vscht.cz) ).

### C Ukončení práce v laboratoři

- Vyučujícímu asistentovi předejte:
  - ✓ vypnutou termokameru s uzavřeným krytem IČ-objektivu uloženou v kufříku,
  - ✓ IČ-teploměr.
- Odhlaste se na počítači.

### D Seznam příloh, které jsou k dispozici v laboratoři:

**Příloha A1** – Manuál k černému tělesu HYPERION R

**Příloha A2** – Manuál k IČ-teploměru OPTRIS-LS.

Manuál k IČ-teploměru Dual focus infrared - DOSTMANN POSCAN 530

**Příloha A4** – Manuál k programu FLIR QuickReport, v.1.2, Publ. 1558625, September 2008

**Příloha A6** – Návod k obsluze přístroje Commeter THZ1 s teplotní a vlhkostní sondou.

**Příloha A8** – Vybrané části z manuálu k termokameře FLIRi7

**Příloha B1** – Manuál k IČ-teploměru FLUKE 576

**Příloha B2** – Manuál k IČ-teploměru OPTRIS-CT

**Příloha B3** – Manuál k termokameře OPTRIS-PI

**Příloha B4** – Manuál k černému tělesu GEMINI-R

### E Odkazy na literaturu

1. Manuál OPTRIS-LS. Optris GmbH Berlin, E 2006-01-A-(2006)
2. Manuál DOSTMANN PROSCAN 530. MEPDFI-MA-2007-04-A (2007)
3. Manuál k IČ-teploměru FLUKE 576, Fluke Corporation, March 2005
4. Manuál k černému tělesu HYPERION R Model 982. Isothermal Technology Limited, Southport, England, Ed. 05 04/01 (2005)
5. Manuál k černému tělesu GEMINI-R 550 Model 976. Isothermal Technology Limited, Southport, England, Ed. 04 12/06 (2006)
6. Manuál k termokameře FLIR i7. Publ. No. T559576. November 2010
7. [www.flir.com/thermography/apac/au/view/?id=54662](http://www.flir.com/thermography/apac/au/view/?id=54662) (August 2012)
8. Manuál k programu FLIR QuickReport, v.1.2, Publ. 1558625, September 2008