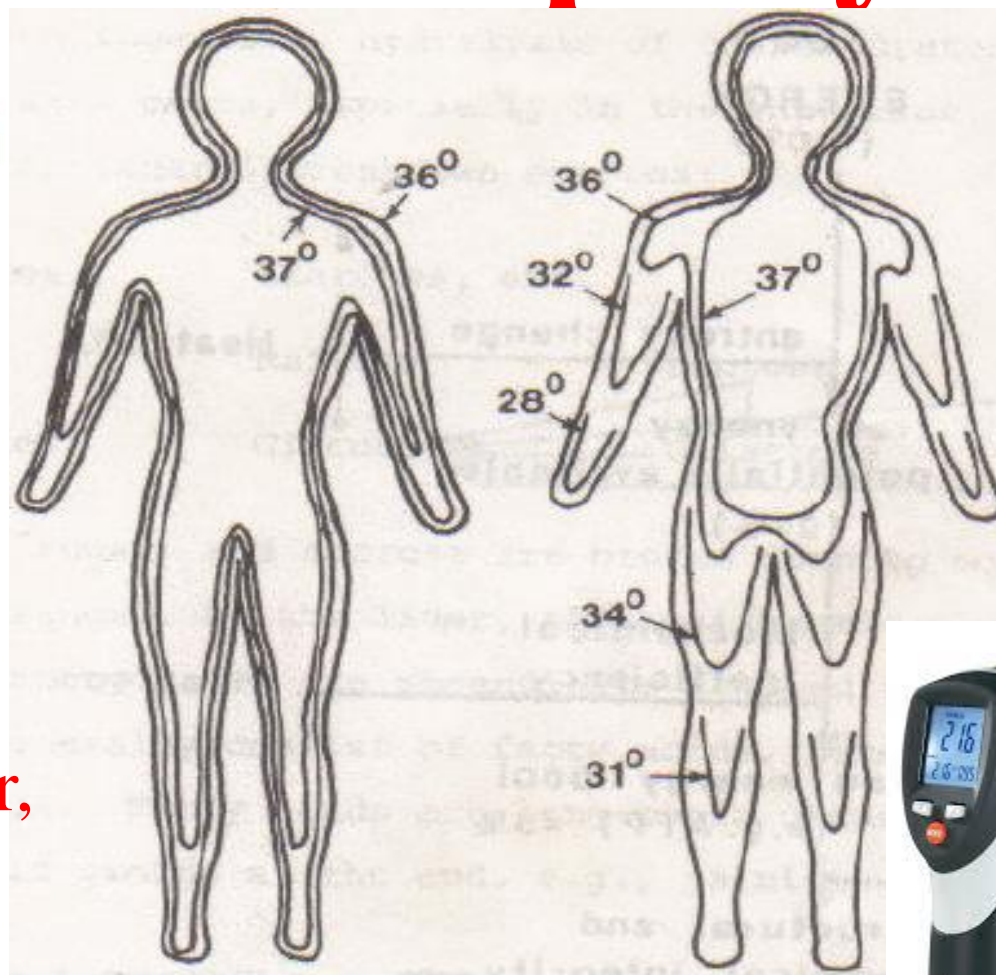


Měření teploty



Ladislav Sieger,
2014

ČVUT FEL, Praha

25. Pelikánův seminář LK ČHS a SHM, 25.-26.10.2014



Proč měřit teplotu?

1. Potřebuji znát informaci o teplotě jádra, ale pro měření je nepřístupné (obvykle volím náhradní způsob – povrchovou teplotu těla).
2. Potřebuji znát povrchovou teplotu periferie (méně časté).

Proč to může být problém

- 21. století rádo opouští jednoduchá fyzikální řešení a zavádí sofistikovaná řešení, která jsou zdrojem potenciálních problémů.
- V současné době nelze koupit rtuťový lékařský teploměr



Jak měřit teplotu

Měření teploty podle principu

Kontaktní

Bezkontaktní



Kontaktní měření



Výhoda

- Obvykle přesnější jak bezkontaktní měření
- Snadná kalibrace

Nevýhoda

- Evropská unie zakázala používání rtuťových teploměrů
- Elektronické nutno kalibrovat

Bezkontaktní měření



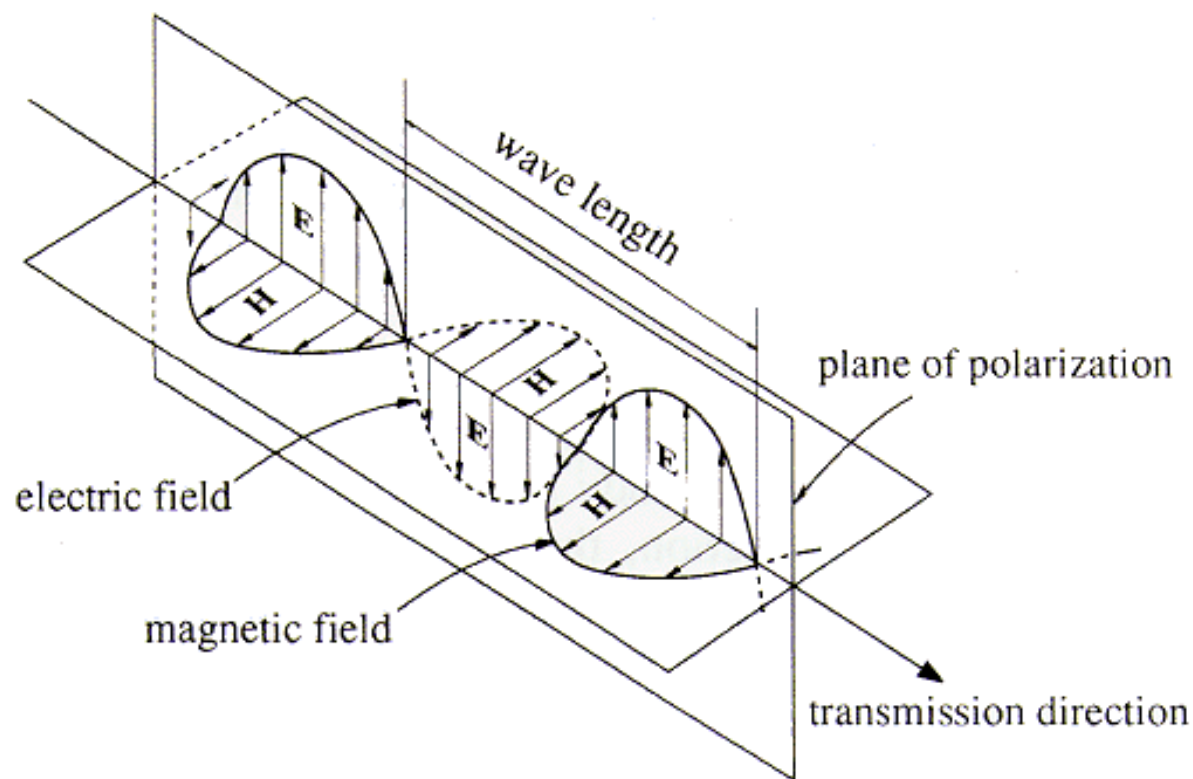
Výhoda

- Snadná manipulace
- Možnost měřit na dálku bez kontaktu s pacientem

Nevýhoda

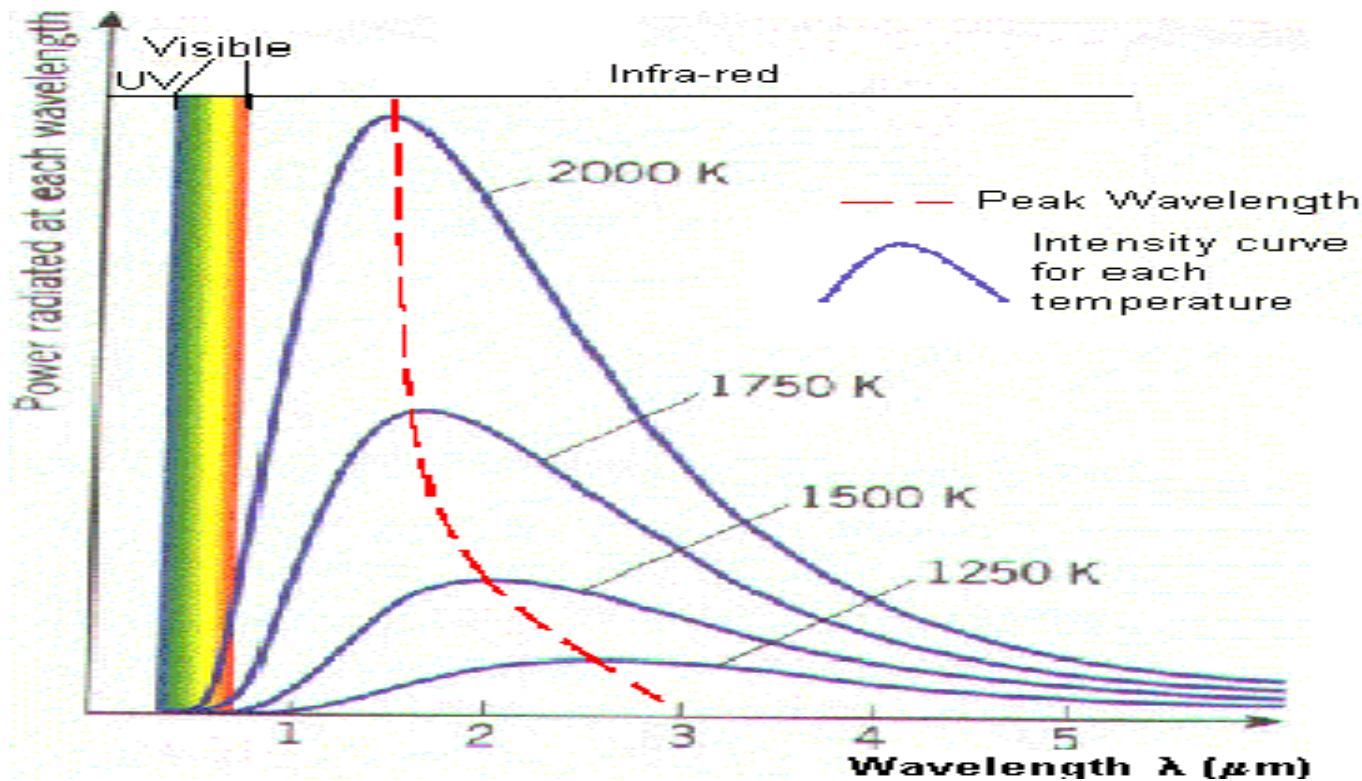
- Nutná zkušenost, jinak méně přesné výsledky jak u kontaktního měření
- Výsledek závisí na kvalitě povrchu (pot, tmavá světlá pokožka...)

Proč u bezkontaktního měření mohou dostat chybné výsledky



Electromagnetic radiation

Planckův vyzařovací zákon



$[\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{m}^{-1}]$

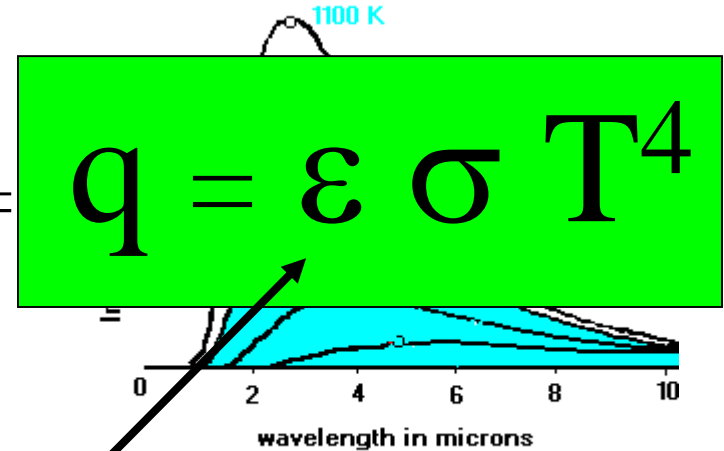
$$B_{\lambda} = \frac{2hc^2}{\lambda^5 (e^{(hc/\lambda kt)} - 1)}$$



Stefan-Boltzmanův zákon

$$\pi \int_0^{\infty} \frac{2c^2 h}{\lambda^5 (e^{hc/(\lambda kT)} - 1)} d\lambda =$$

záření černého tělesa
přes všechny vlnové délky



emisivita ϵ zohledňuje
záření šedého tělesa

$$\epsilon = \langle 0 ; 1 \rangle$$

$\epsilon = 1$ pro černé těleso

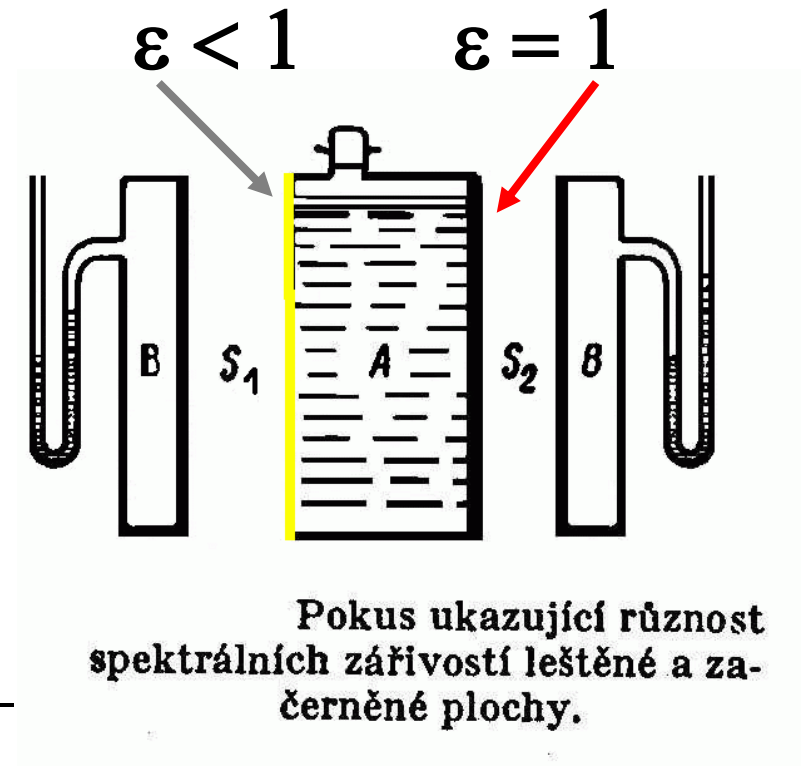
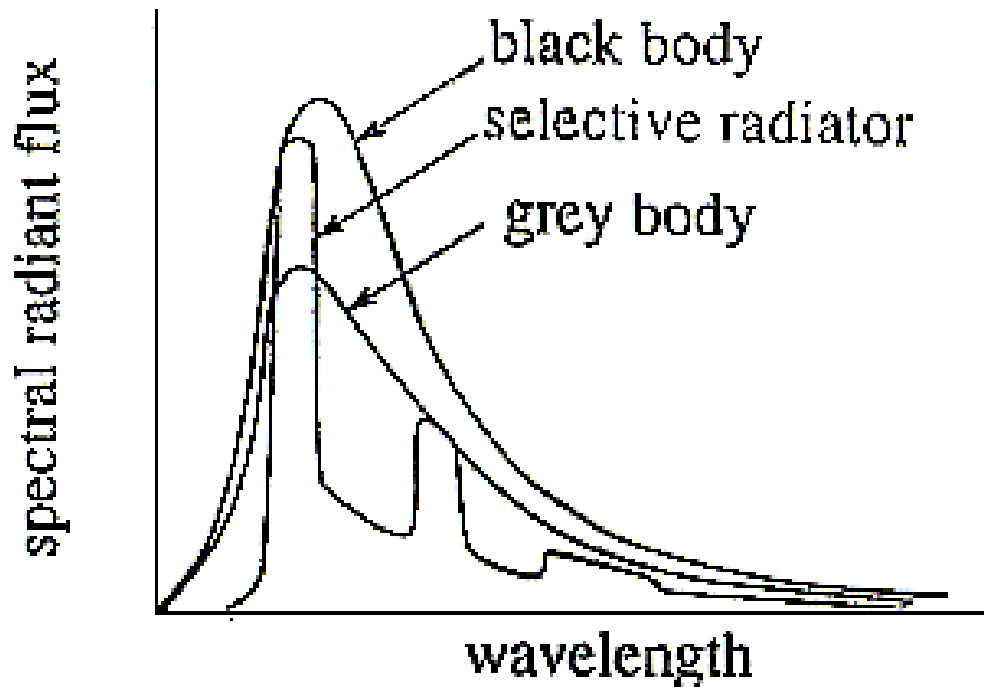
Stefan-Boltzmanova konstanta
 $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$

q .. hustota výkonu [W m^{-2}]

T .. teplota tělesa [K]

Podstata problému

Šedé těleso - emisivita ϵ



Přesnost měření není rozlišení



- Rozsah měření:
 - režim tělesné teploty: 34,0 – 42,5 °C (93,2 – 108,5 °F)
 - režim teploty předmětu: 1 – 55 °C (33,8 – 131 °F)
- Rozlišení: 0,1 °C (0,1 °F).
- Přesnost měření:
 - od 36 do 39 °C ... $\pm 0,2$ °C ($\pm 0,4$ °F).
 - od 34,0 do 35,9 °C a od 39,1 °C do 42,5 °C... $\pm 0,3$ °C

Jak z toho ven?

Co říká výrobce

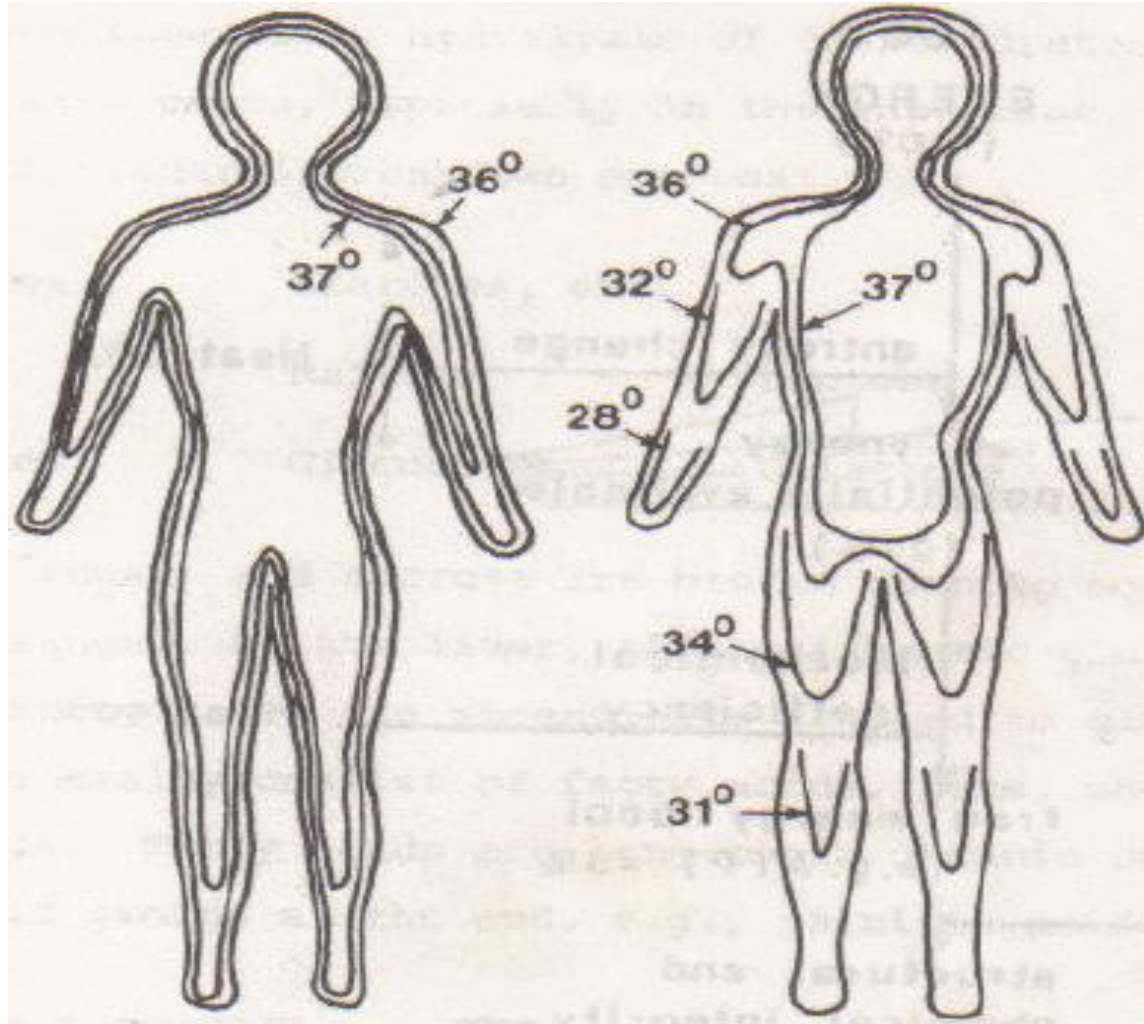
Měření v uchu

Měření v uchu je velmi přesná metoda, vhodná u dětí i dospělých.

Před měřením zkontrolujte, zda

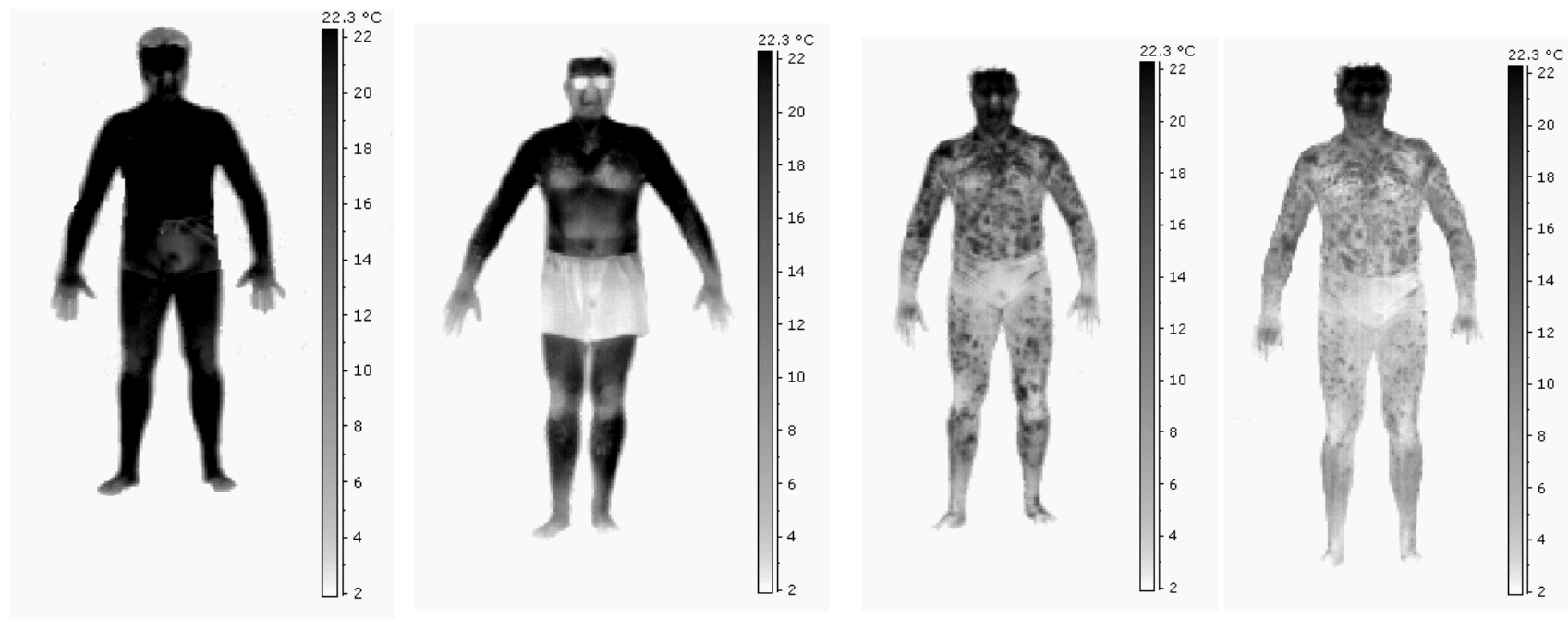
- Zvukovod je čistý, bez ušní zátky nebo nahromaděného mazu
- Povrch senzoru teploměru je čistý (pokud není, pečlivě očistěte a vyčkejte 15 minut, než začnete měřit)
- Měřená osoba byla cca 30 minut před samotným měřením ve fyzickém klidu
- V místnosti je přiměřená okolní teplota (studený nebo příliš teplý okolní vzduch měření zkresluje)

Problém měření teploty v přírodě - mimo ordinaci



Změna povrchové teploty pokožky vlivem působení chladu

U podchlazeného nelze na míru podchlazení usuzovat na
základě měření povrchové teploty



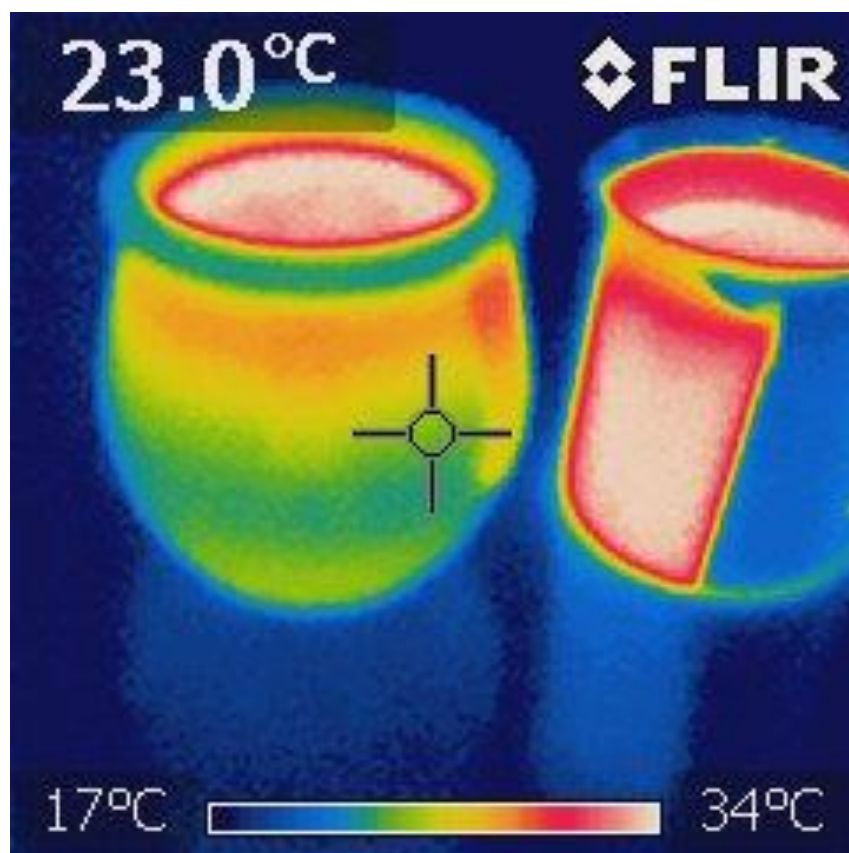
Možný rozsah normálních teplot

Místo měření	Obvyklá nejnižší hodnota v °C	Nejvyšší možná hodnota v °C
Rektálně	36,2	37,7
V ústní dutině	35,7	37,3
V podpaží	35,2	36,7
V uchu	35,8	36,9
Na čele	35,8	36,9

<http://thermoval.cz/spravne-mereni.html>

Jaká je teplota?

Stejná, ale IR teploměr to tak nevidí



Termogram dvou hrnků naplněných stejně teplou vodou. Hrnky mají různou emisivitu povrchu, proto termokamera nevidí jednu teplotu, ale řadu různých teplot.

Co s tím?

- IR teploměry jsou použitelné v normoteplotním prostředí (ambulance).
- Přesnost měření okolo $0,2^{\circ}\text{C}$
- Optimálně používat jeden typ teploměru a vědět jak se chová.
- Je-li to možné, spoléhat se na kontaktní měření teploty.
- U podchlazených má nezastupitelné místo měření **centrální teploty** (esofageální, močový měchýř) nebo lépe dostupná **epitympanická teplota** **kontaktním teploměrem**

Centrální versus tympanická teplota

Centrální teplota v rozmezí	36,6 – 38,0 °C
Tympanická teplota	35,8 – 38,0 °C

Vzájemně si odpovídají, ale musí být
měřena kontaktním způsobem