

## Sledování vlivu teploty na termogram lidské tváře - část 2

Sulovská Kateřina · Elektrotechnika, Informačné technológie

27.07.2012



Druhá časť príspevku zaměřeného na termografii obličeje navazuje na předchozí článek. Příspěvek se zaměřuje na svém začátku na termografii v praxi. Tato obsáhlá část ukazuje širokou využitelnost termografii v mnoha odvětvích lidského života, který svým přispěním výrazně ulehčuje a v mnoha případech dokáže i šetřit náklady předcházením jak krizových událostí, tak včasnou detekcí např. zdravotního problému.

Druhá půlka tohoto článku poté seznamuje čtenáře s výsledky měření provedených v letošním roce, a které dokladují změny termogramů lidské tváře v prostředí s měnící se okolní teplotou. Termogramy jsou tak v praxi použitelné také v kombinaci s jinými biometrickými systémy, a to především jako podpůrná technologie sloužící pro kontrolu živosti subjektu.

### 2.4 Termografie v praxi

Termografie nám díky infračervenému zobrazovacímu systému umožňuje také lépe chránit náš majetek a snižovat nebezpečí nejen přes den, ale hlavně v noci, kdy běžné zobrazovací systémy nejsou příliš efektivní v boji proti narušení sledované oblasti nebo neautorizovaným vstupům. Můžeme tak mít pod stálým dohledem husté lesy, atomové elektrárny, letiště, mosty, chemické továrny, potrubí a budovy. Termografie se využívá v různých odvětvích, a to např. [12]:

- průmysl a strojírenství,
- medicína,
- veterinární medicína,
- doprava,
- bezpečnost,
- požární ochrana,
- stavebnictví,
- kriminalistika,
- věda, výzkum a vývoj,
- a mnoho dalších aplikací.

#### 2.4.1 Průmysl, strojírenství & stavebnictví

a) *Kontrola vlhkosti* - nahromadění vlhkosti z kondenzátu nebo úniků je hlavním předpokladem pro vznik různých plísní. Jedním z nejlepších způsobů pro kontrolu

plísni je kontrola vlhkosti v plášti budovy. Termografická kontrola ve skutečnosti nedetekuje přímo přítomnost plísně, ale jen oblast vlhkosti kde se může plíseň následně rozšířit.

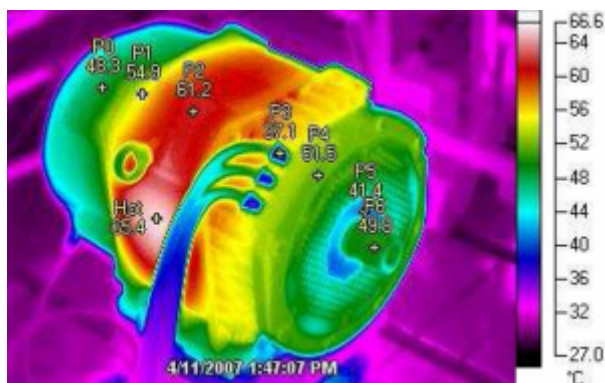
b) *Pláště a konstrukce budov* - opravy chybných konstrukcí sehrávají podstatnou úlohu ve zvyšování efektivity budov a integrity konstrukcí. Na základě mechanismu měnění povrchové teploty plášťů budov se vyskytují problémy v konstrukci, teplotním přemostění, nahromadění vlhkosti a únicích vzduchu. Infračervená termografie jednoduše identifikuje všechny tyto problémy, vč. úniků tepla, studeného vzduchu, chybějící nebo neadekvátní izolace.

c) *Stavební průmysl - úspora energie* - náklady na vytápění představují největší položku spotřeby energie jak v domácnostech, tak ve všech oblastech průmyslu, zemědělství a služeb. Jelikož náklady tvoří až polovinu všech nákladů, vyvstává otázka jejich snižování. Jedním z nejúspěšnějších opatření na starších budovách je zateplení obytných prostor. Ztráty energie v budovách s nekvalitní nebo poškozenou izolací jsou vysoké. Termografie určuje místa ztrát energie na základě špatné konstrukce budovy nebo nahromaděné vlhkosti v izolační vrstvě. Termografické měření může přesně lokalizovat místa úniku nebo poruchy vytápěcího systému. Zobrazení těchto závad (nebo míst) nám umožňuje jejich nápravu, čímž šetříme množství vydané energie na vytápění.



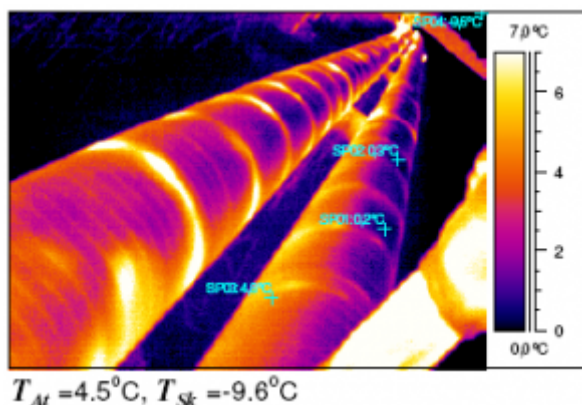
Obrázek 7 - Porovnání zateplené a nezateplené části budovy  
[<http://www.privileg.sk/termovizia.html>]

d) *Elektrické systémy* - nadměrné zahřívání spolu s vysokým odporem nebo nadměrných elektrickým proudem způsobuje problémy v elektrických systémech. Infračervená termografie umožňuje vidět tyto neviditelné teplotní znaky hrozícího poškození dřívě, než způsobí přehřátí obvodů a následný výpadek nebo výbuch. [13]



Obrázek 8 - Termosnímek motoru [<http://termovize.stavebni-pravo.cz/uvod.html>]

e) *Petrochemická výroba* - náročný proces na spotřebu energie vyžadující monitorování pro zabezpečení bezpečnosti a teplotní efektivity každého procesu. Termografie zde poskytuje rychlou a přesnou diagnózu problémů a sleduje bezpečnost rafinace, čímž snižuje náklady na škody a zvyšuje ziskovost. Pomáhá také zabezpečovat hladinu cisteren, diagnostiku ploch kondenzátorů, údržbu povrchu, kontrolu celistvosti žáruvzdorné vyzdívky, elektrotechnické a mechanické údržby. [13]

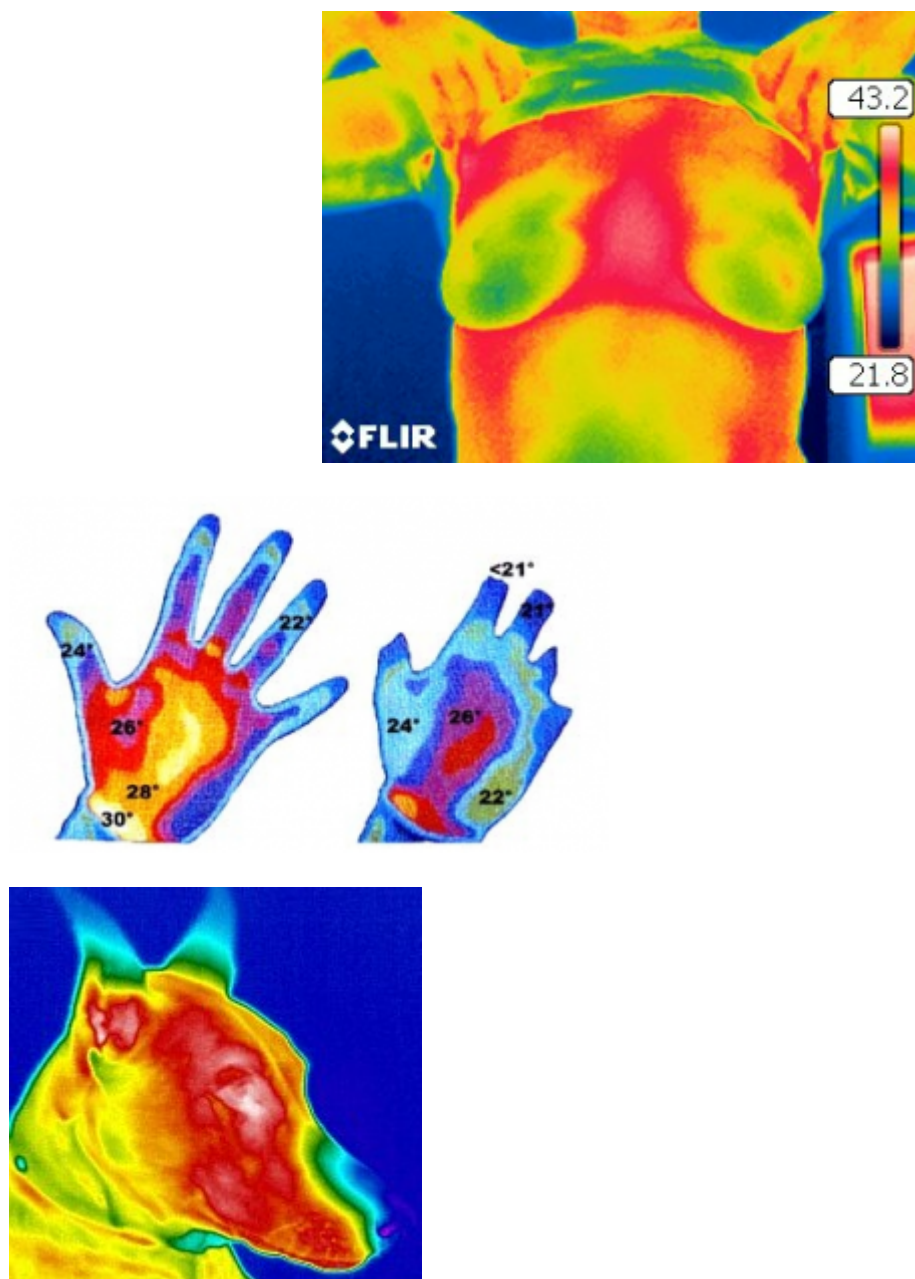


Obrázek 9 - Termosnímek potrubí [<http://www.ultraczech.cz/products/mereni-termovizni-kamerou/>]

#### 2.4.2 Medicína & veterinární medicína

Díky své přesnosti a spolehlivosti ulehčuje termografie zdravotní péči o lidi i zvířata. Pomáhá detekovat, diagnostikovat příznaky a monitorovat vliv léčby bez narušení soukromí osob nebo zvířat [13]. Jako nejefektivnější oblasti termovizní diagnostiky pacientů můžeme označit [14]:

- kontrolní vyšetření pracovníků v průmyslových podnicích,
- experimentální medicína (sledování vlivu nových medicínských preparátů a funkční vliv fyziologického množství),
- mamologie (prevence, sledování vývoje nových nádorových formací),
- klinická diagnostika zápalových procesů (revmatická artritida, primární deformace, osteoartróza, periartitída, vibrační těžkosti, zápalové procesy štítné žlázy a jiné),
- onkologie (raná stádia, diferenciatní diagnostika),
- traumatologie (popáleniny, omrzliny a jiné, kontrola efektivity léčby),
- angiologie (diagnostika zápalu žil a rozšiřování křečových žil, diabetická angiopatie),
- rychlá diagnostika všeobecné hypertemie otevřených částí těla člověka (atypická pneumonie, horečky s různou etiologií),
- rychlá diagnostika LOR onemocnění (čelistní a čelní sinusitidy, zápal přínosových dutin),
- kontroly ve sportovní medicíně, fyzioterapii, kosmetologii.



Obrázek 10 - Termografie v medicíně (zleva doprava: mamografie, rozdíl mezi prokrvením ruky před a po kouření, termogram dobrmana) [Google.com]

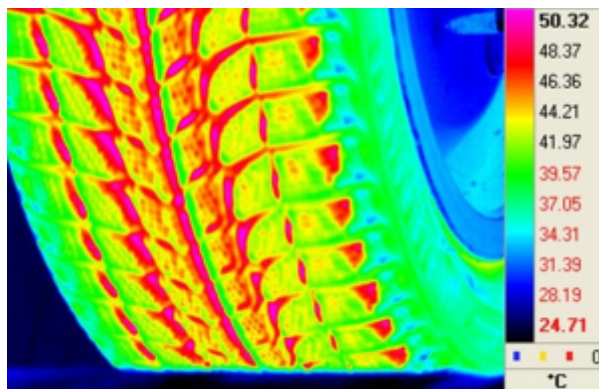
Co se týče veterinární péče a detekování zdravotního stavu zvířat, je to samozřejmě obtížnější než u lidí, jelikož zvířata ne vždy spolupracují tak jako to dokáže člověk. Dalším faktorem, který může působit zkreslení (které se však dá zkušenostmi vykompenzovat) je určení emisivity díky přítomnosti peří, různých druhů srsti, nebo šupin. Výhody jsou však nesporné - bezkontaktnost, rychlost a přesnost.

### 2.4.3 Doprava

S termografickým systémem mohou být rozlišeni jezdci, cyklisti i chodci; problémem není ani odhalení ukrytých cizinců, překážky a jiného rizika v průběhu noci. Díky tomu je možnost nehody nebo jiného nebezpečí omezená. Termokamery jsou odolné vůči změnám úrovně osvětlení, pozadí a popředí. Poskytují také přesné informace v reálném čase o dopravě, čímž může zvýšit efektivitu přepravních programů. Lze také kontrolovat (monitorovat) letiště, kdy získáváme informace o různých uživatelských úrovních, přetíženích a cestujících pohybujících se v prostorech letiště. V oblasti

dopravy může termografie sloužit identifikaci [13]:

- skryté nebezpečí v úplné tmě,
- počítání vozů a cestujících,
- monitorování letišť, železničních a autobusových stanic,
- monitorování dopravních zácp,
- monitorování automobilů,
- monitorování cyklochodníků,
- monitorování chodců,
- monitorování tunelů,
- ostatní.



Obrázek 11 - Termogram zatížení pneumatiky [<http://audytor-energetyczny.olsztyn.pl/>]

#### 2.4.4 Požární ochrana

Ve své podstatě jde o propojení poznatků z kap. 2.4.1, kdy se snímá elektrické vedení (např. přehřátí kabelových svorek), abnormálně zatěžované stroje, oslabené struktury a další skryté potenciální zdroje požáru za účelem předcházení rizikům. Termokamery mohou taktéž pomoci s hledáním osob v hustém dýmu nebo tmě, vyhledáním sídla nebo epicentra požáru pozorováním unikajících horkých plynů (což taktéž chrání požárníky před možností oslepnutí), a objevením skrytých neuhášených ohnisek požárů a dalšího nebezpečí. Své místo má také v prevenci lesních požárů.

#### 2.4.5 Bezpečnost

Bezpečnost je jednou z dalších oblastí, kde se termografie často využívá. Je to hlavně díky možnosti kontinuálního dohledu a následné ochrany osob a majetku. Své uplatnění najde jak v kontrole hustých porostů (lesy), tak při fyzické ostraze atomových elektráren, letišť, mostů, petrochemických zařízení, výrobních závodů, potrubí, cargo terminálů, komerčních a veřejných komplexů, galerií, muzeí, bank a soukromých sídel. Kromě svého opodstatněného nasazení v prostorech s aktivním dohledem proti vniknutí, neoprávněnému vstupu a dalším potenciálním rizikům ohrožujícím bezpečnost, mohou být nasazeny tyto systémy taktéž pro monitorování rozsáhlých prostranství, jako jsou vodní plochy, pobřeží, přístavy, sklady, věznice a mnoho dalších míst.

V praxi bývá infračervená termografie často nasazována při sledování pachatelů trestné činnosti a při pátrání po nezvěstných osobách, ale také např. pro detekci skrytých přihrádek v automobilech, čímž poskytuje policii a bezpečnostním složkám

výkonný prostředek pro ochranu života a odhalování trestné činnosti a slouží také jako informační podpora záchranných systémů.

V roce 2009 byla termografie nasazena ve většině světových letišť jako detekční systém zvýšené teploty osob přijíždějících především ze zemí Jižní Ameriky (zvláště pak Mexika), kterážto byla považována jako ohnisko prasečí chřipky, k zabránění zatažení virové nákazy do daných zemí a zamezení šíření epidemie/pandemie. Cestující pak byli rozdělováni podle své teploty do tří skupin, kdy lidé s horečkou byli označeni za nakažené, lidé s mírně zvýšenou teplotou za osoby s nejednoznačnými příznaky.



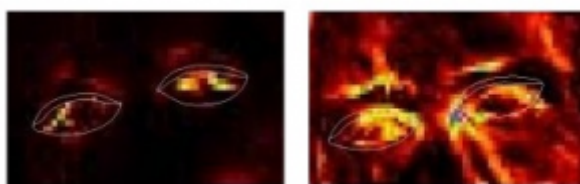
Obrázek 12 - Kontrola teploty pasažérů, letiště Narita International Airport - Tokyo [[http://www.nytimes.com/slideshow/2009/04/26/world/20090426-SWINEFLU\\_3.html](http://www.nytimes.com/slideshow/2009/04/26/world/20090426-SWINEFLU_3.html)]

V oblasti podpory biometrických systémů můžeme buď využít termografii jako takovou, nebo její část - detekci v infračerveném spektru jako kontrolu živosti pro biometrické systémy, díky čemuž se sníží možnost jejich napadení podvrhy.

#### 2.4.6 Kriminalistika

Zde hovoříme především o využití termokamery nebo termosnímků jako detektoru lži. Američtí vědci z Minnesoty Normal Eberhardt a James Levine (Mayo Clinic) a Ioannis Pavlidis (Honeywell Laboratories) vyvinuli pro tyto účely speciální kamery s vysokým rozlišením, která umí detekovat právě vzniklé zvýšené proudění krve v oblasti okolo očí a tváří, tedy fenomén který je spojen se lhaním (u 75 % se vytváří rumělec okolo očí).

Na obrázku 13 můžeme vidět rumělec vzniklý při lži u mnoha lidí. Bylo zjištěno, že teplota v regionu očí může vzrůst i o několik stupňů. Z tohoto důvodu musí být kamera, který by měla snímat na větší vzdálenosti úměrně přesná a citlivá. Srovnatelnost přesnosti této metody je obdobná jako u klasického polygrafu (60 - 70 %), jehož použití je komplikovanější a časově náročnější. [16]



Obrázek 13 - Detekce lži - normální průtok krve (vlevo), zvýšený průtok krve osoby, jež lže (vpravo) [16]

Využití tohoto fenoménu je však možné ne pouze jako doplnění známých detektorů lží (forenzní prostředí), ale také jako kontroly a zpřesnění detekce teroristů nebo ilegálních přistěhovalců či černých pasažérů na letištích, v přístavech nebo při hraničních kontrolách. Využití termokamery ve všech zmíněných oblastech tak slibuje mnoho do budoucna. Existují však i vědci, kteří tvrdí, že růženec okolí očí může být způsoben i úzkostí nebo strachem a nemusí tak vždy indikovat lež.

### 3. Metody

#### 3.1 Termokamera TP8

Termokamera TP8 společnosti ThermoPro je vysoce citlivá a přesná teplotní infrakamera s VGA obrazovkou na monitoring ve výrobě, kontrolu konstrukční celistvosti, kvalitní výroby, kvality tepelných pláštů, vývoj a výzkum, údržbu a sledování výrobních procesů. [17]

Tabulka 1 - Parametry termokamery TP8 [17]

Parametr	Hodnota
Rozsah teplot	-20 °C - 800 °C
Přesnost	± 1 °C
Provozní teplota	-20 - 60 °C
Teplota skladování	-20 - 60 °C
Laserový lokátor	Třída 2 - polovodičový laser
Externí displej	3,5" high resolution VGA LCD, 640 × 480 px
Hledáček	0,6" zabudovaný high resolution barevný OLED, 640 × 480 px
Video výstup	VGA/PAL/NTSC
Korekce emisivity	0,01 - 1 (přírůstek po 0,01)
Externí paměť	2 GB SD karta - cca 1000 snímků
Interní paměť	450 snímků
<b>Termokamera</b>	
Typ detektoru	Nechlazený FPA mikrobolometr (384 × 288 px)
Spektrální rozsah	8 - 14 μm
Termální citlivost	0,08 °C při 30 °C
Obnovovací kmitočet	PAL 50 Hz, NTSC 60 Hz
Standardní zorné pole čočky/ohnisko	22° × 16°/35 mm
Volitelné zorné pole čočky/ohnisko	7,7° × 5, 8°/100 mm; 45,6° × 35°/16 mm
Elektronický zoom	Až 10 × (kontinuální zoom)
<b>Visuální kamera</b>	
Sensor	CMOS, 1280 × 1024 px, 215 barev

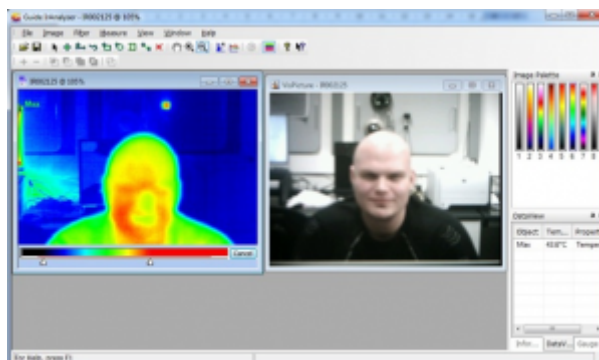


Obrázek 14 - Termokamera TP8 [17]

### 3.2 Software

Pro analýzu zhotovených termosnímků byl použit program přímo od výrobce - IrAnalyser. Software umožňuje srovnání termosnímků s běžným snímkem (obrázek 15). V pravé části obrazovky máme možnost volit mezi devíti paletami barev a tedy různě podrobnou analýzu našeho snímku. Standardní paletou je paleta číslo 6. Software z každého snímku získá následující informace:

- aktuální pozice kurzoru (souřadnice x a y),
- aktuální teplota, na níž je mířeno kurzorem,
- maximální teplota snímku,
- průměrná teplota snímku,
- použitá paleta a filtr,
- histogram.



Obrázek 15 - IrAnalyser [galerie autorů]

### 3.3 Podmínky měření

Měření se uskutečnilo v prostorách Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, v učebně U54/309, která se nachází v 3. poschodí budovy. Druhá část měření byla provedena ve venkovním prostředí kvůli získání hodnot pod bodem mrazu. Celého měření se zúčastnilo 6 lidí, první části potom 9 osob.

Při každé ze zvolených teplot se zhotovilo 10 snímků každé osoby. Při změně teploty proběhla cca 10 minutová aklimatizace jedince na danou teplotu. Jedinci byli v klidu, nebyla aplikována žádná zátěž, při teplotách do 5 °C byli probandi běžně oděni, při nižších teplotách měli zimní bundy. Při pořizování části snímků byla použita 80W



infralampa Philips, která jedince ze vzdálenosti 20 cm 5 minut nahřívala ( $\approx 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Jednotlivé teploty a další parametry měření jsou uvedeny v tabulkách 2 a 3.

Jednotlivé teploty byly získány z průměrů 10-ti teplot vybrané zóny z pořízených 10-ti snímků. Zóny byly definovány jak podle poznatků z anatomie, tak podle biometrických definic (identifikačních markantů a jejich ohraničení) jednotlivých částí obličeje. De facto můžeme říci, že teploty byly odčítány ze segmentovaného obrazu. Získané údaje jsou tak poměrně velmi přesné s přihlédnutím na možné odchylky.

*Tabulka 2 - Přehled prvního měření*

<b>Datum měření</b>	5. 12. 2011
<b>Zvolené teploty</b>	35 °C, 20 °C, 15 °C, 10 °C
<b>Vzdálenost čočky termokamery od měřeného objektu</b>	1,5 m
<b>Vlhkost vzduchu</b>	35 %

*Tabulka 3 - Přehled druhého měření*

<b>Datum měření</b>	2. 2. 2012
<b>Zvolené teploty</b>	5 °C, 0 °C, -5 °C, -10 °C
<b>Vzdálenost čočky termokamery od měřeného objektu</b>	1,5 m
<b>Vlhkost vzduchu</b>	56 %
<b>Venkovní teplota</b>	-10 °C
<b>Rychlost proudění vzduchu</b>	1,67 m/s

#### 4. Výsledky a diskuze

V tabulce 4 můžeme vidět, že průměrná teplota je na povrchu lidské tváře rozložená nerovnoměrně a její akumulování na jednotlivých částech těla je taktéž odlišná. Nejstudenější částí lidské tváře je nos, který měl ve všech případech nejnižší teplotu a taktéž ji i nejrychleji ztrácel v prostředí s menší teplotou. Teplota očí se postupně snižovala, avšak ustálila se při teplotě okolo 30 °C. Oblast očí se hlavně při poslední měřené teplotě hledala velmi těžko i po analýze v různých paletách. Ústa a líce byly na tom téměř stejně. Počáteční i konečná teplota se při analýze velmi neliší.

Při přechodu z 5 °C do prostoru s teplotou pod bodem mrazu se nám teplota obličeje nepatrně zvýšila. Je to způsobené přirozenou ochranou organismu, kdy se vlasečnice v povrchové tkáni podílí na nadměrném prokrvování těch částí těla, které jsou vystavené extrémní změně teploty. Při teplotě -10 °C je změna snižování teploty opět dobře viditelná.

*Tabulka 4 - Průměrné teploty vybraných zón obličeje testovacích osob*

Teploty	Oči	Nos	Ústa	Líce	Čelo
35 °C	35,9	32,3	35,3	35,5	35,4
20 °C	34,3	30,5	33,8	33,4	33,1
15 °C	33,0	25,1	30,3	30,4	31,6

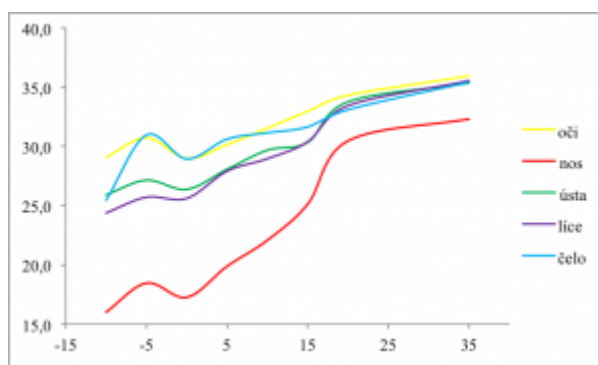
<b>10 °C</b>	31,5	22,1	29,7	29,0	31,1
<b>5 °C</b>	30,1	19,9	28,1	27,9	30,6
<b>0 °C</b>	29,0	17,3	26,4	25,6	28,9
<b>-5 °C</b>	30,7	18,5	27,1	25,7	31,0
<b>-10 °C</b>	29,1	16,0	25,9	24,4	25,4

Z tabulky 5 je zřejmé, že největší difference průměrných teplot nastává v oblasti nosu. Naopak nejmenší změna nastala v oblasti očí. Nejvyšší teplotu tváře dosáhla oblast líc, která v mrazech získala svou charakteristickou červenou barvu. Nejnižší průměrnou teplotu měl nos probandů, který je kvůli své členitosti a menší protkanosti cévami nejméně chráněný před odevzdáváním tepla do prostředí.

Tabulka 5 - Minima a maxima průměrných teplot vybraných identifikačních markantů

Teploty	Oči	Nos	Ústa	Líce	Čelo
<b>Minimum</b>	27,8	12,9	23,7	18,1	23,6
<b>Maximum</b>	37,1	34,2	37,1	37,7	36,2

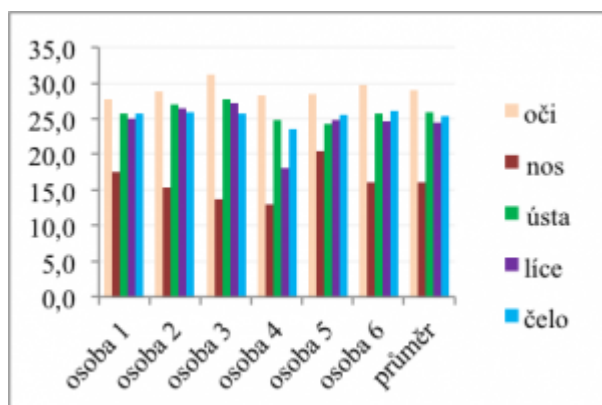
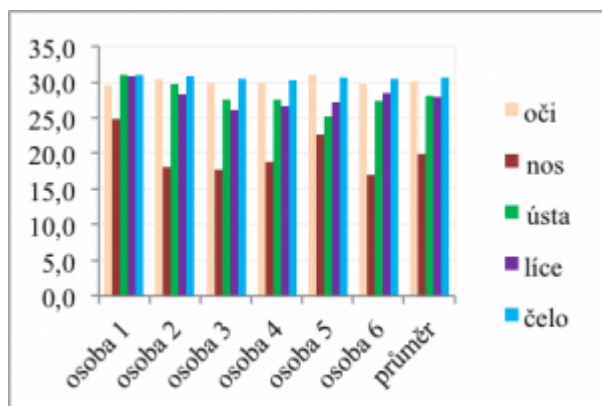
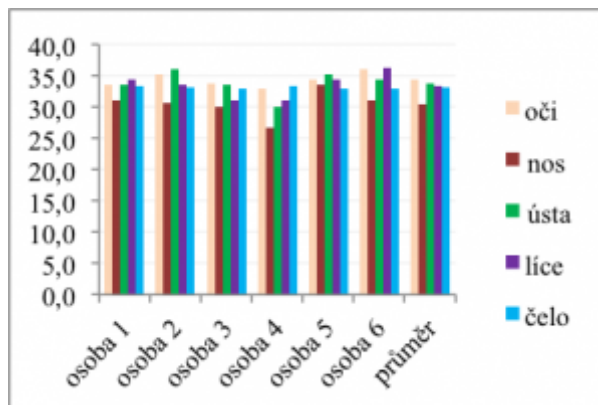
Tváře dvou lidí byly při některých teplotách téměř celé zbarvené do červena. Bylo to způsobené tím, že dotyčné osoby neměly na hlavě vlasy. Termokamera tedy měří teplotu přímo z pokožky hlavy. Z toho nám vyplývá, že pokožka hlavy bez vlasů má podobnou teplotu jako pokožka tvářové části hlavy.



Obrázek 16 - Průměrné teploty jednotlivých zón

Jak je patrné z obrázku 5, průměrná teplota lidského čela je 32,9 °C. V tabulce 4 můžeme vidět, že maximální průměrná teplota čel našich probandů je 36,2 °C což je nárůst o 3,3 °C. V následující tabulce (obrázek 17) můžeme vidět průměrné teploty vybraných zón jednotlivých osob, které absolvovaly všechna měření. Za nejteplejší obličej můžeme považovat obličej osoby č. 1, jehož vyšší teploty vůči průměru jsou rozloženy nejrovnoměrěji.

Jako kontrast můžeme uvést obličej osoby č. 4, která je naopak oproti průměru a ostatním osobám výrazněji chladnější. Z výsledků je patrné, že nejteplejší rovnoměrně rozvrstvené hodnoty obličeje oproti průměru měla osoba č. 1. Zajímavého výsledku dosáhla osoba č. 5, která má výrazně teplejší partii nosu jak vzhledem k průměru, tak vůči všem ostatním testovaným osobám.

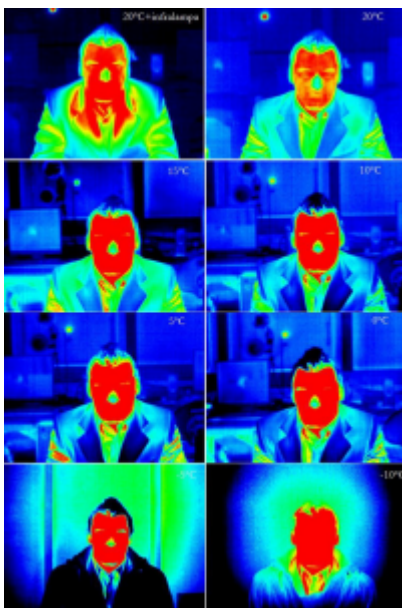
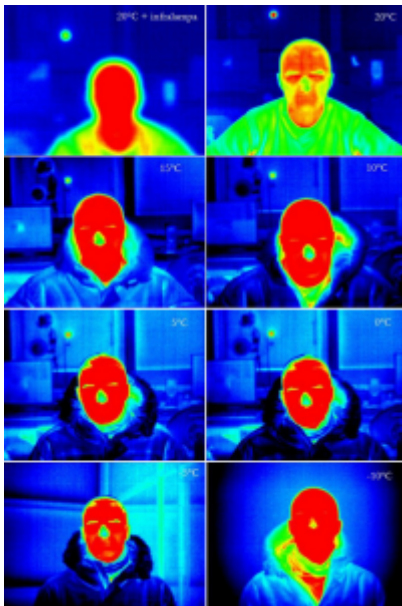


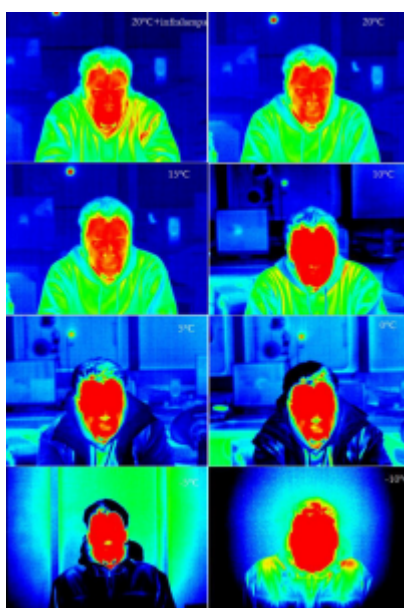
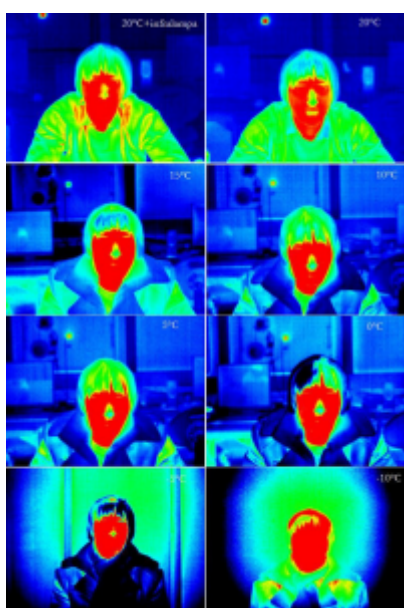
Obrázek 17 - Průměrné teploty vybraných zón jednotlivých osob

Histogramy vybraných teplot okolí jsou uvedeny na obrázku 18. Histogramy ukazují na proměnlivost jednotlivých osob, která však v globálu není při stejných teplotách okolního prostředí velká a hodnoty jsou až na drobné výkyvy obdobné. Dá se předpokládat, že při zkoumání většího počtu osob by si jednotlivé skupiny byly více podobné. Z tohoto důvodu není termografie vhodnou metodou pro samostatné rozpoznávání a je vhodné ji spíše kombinovat s jinými metodami.

	20 °C	5 °C	-10 °C																																																																																																																																																
osoba 1	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>36.0</td><td>35.0</td><td>34.5</td><td>35.4</td><td>35.5</td></tr> <tr><td>30</td><td>33.0</td><td>31.0</td><td>33.5</td><td>34.2</td><td>33.5</td></tr> <tr><td>15</td><td>33.0</td><td>28.0</td><td>31.0</td><td>30.0</td><td>31.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>32.5</td><td>27.0</td><td>30.0</td><td>29.0</td><td>31.4</td></tr> <tr><td>0</td><td>29.0</td><td>24.0</td><td>27.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>28.0</td><td>23.0</td><td>26.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>27.0</td><td>22.0</td><td>25.0</td><td>24.0</td><td>25.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	36.0	35.0	34.5	35.4	35.5	30	33.0	31.0	33.5	34.2	33.5	15	33.0	28.0	31.0	30.0	31.0	5	32.5	27.0	30.0	29.0	31.4	0	29.0	24.0	27.0	26.0	27.0	-5	28.0	23.0	26.0	25.0	26.0	-10	27.0	22.0	25.0	24.0	25.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>36.5</td><td>32.0</td><td>34.0</td><td>34.0</td><td>35.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>36.0</td><td>30.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>33.0</td><td>28.0</td><td>31.0</td><td>31.0</td><td>31.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>30.0</td><td>27.0</td><td>29.0</td><td>28.0</td><td>31.2</td></tr> <tr><td>0</td><td>30.0</td><td>26.0</td><td>28.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>30.0</td><td>25.0</td><td>27.0</td><td>26.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>28.0</td><td>24.0</td><td>27.0</td><td>26.0</td><td>25.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	36.5	32.0	34.0	34.0	35.0	30	36.0	30.0	33.0	33.0	33.0	15	33.0	28.0	31.0	31.0	31.0	5	30.0	27.0	29.0	28.0	31.2	0	30.0	26.0	28.0	27.0	28.0	-5	30.0	25.0	27.0	26.0	28.0	-10	28.0	24.0	27.0	26.0	25.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>36.0</td><td>35.5</td><td>34.0</td><td>35.0</td><td>35.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>33.0</td><td>30.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>32.0</td><td>28.0</td><td>30.0</td><td>30.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>30.0</td><td>27.0</td><td>29.0</td><td>28.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>29.0</td><td>26.0</td><td>28.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>28.0</td><td>25.0</td><td>27.0</td><td>26.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>27.0</td><td>24.0</td><td>26.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	36.0	35.5	34.0	35.0	35.0	30	33.0	30.0	33.0	33.0	32.0	15	32.0	28.0	30.0	30.0	32.0	5	30.0	27.0	29.0	28.0	30.0	0	29.0	26.0	28.0	27.0	28.0	-5	28.0	25.0	27.0	26.0	28.0	-10	27.0	24.0	26.0	25.0	25.0
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	36.0	35.0	34.5	35.4	35.5																																																																																																																																														
30	33.0	31.0	33.5	34.2	33.5																																																																																																																																														
15	33.0	28.0	31.0	30.0	31.0																																																																																																																																														
5	32.5	27.0	30.0	29.0	31.4																																																																																																																																														
0	29.0	24.0	27.0	26.0	27.0																																																																																																																																														
-5	28.0	23.0	26.0	25.0	26.0																																																																																																																																														
-10	27.0	22.0	25.0	24.0	25.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	36.5	32.0	34.0	34.0	35.0																																																																																																																																														
30	36.0	30.0	33.0	33.0	33.0																																																																																																																																														
15	33.0	28.0	31.0	31.0	31.0																																																																																																																																														
5	30.0	27.0	29.0	28.0	31.2																																																																																																																																														
0	30.0	26.0	28.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-5	30.0	25.0	27.0	26.0	28.0																																																																																																																																														
-10	28.0	24.0	27.0	26.0	25.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	36.0	35.5	34.0	35.0	35.0																																																																																																																																														
30	33.0	30.0	33.0	33.0	32.0																																																																																																																																														
15	32.0	28.0	30.0	30.0	32.0																																																																																																																																														
5	30.0	27.0	29.0	28.0	30.0																																																																																																																																														
0	29.0	26.0	28.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-5	28.0	25.0	27.0	26.0	28.0																																																																																																																																														
-10	27.0	24.0	26.0	25.0	25.0																																																																																																																																														
osoba 2	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>34.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>34.0</td><td>34.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>32.0</td><td>30.0</td><td>32.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>31.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>30.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>29.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>28.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0	30	32.0	30.0	32.0	33.0	33.0	15	31.0	29.0	29.0	30.0	30.0	5	30.0	28.0	29.0	29.0	30.0	0	29.0	27.0	28.0	28.0	29.0	-5	28.0	26.0	27.0	27.0	28.0	-10	28.0	25.0	26.0	26.0	27.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>35.0</td><td>34.0</td><td>33.0</td><td>34.0</td><td>35.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>34.0</td><td>32.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>34.0</td><td>30.0</td><td>31.0</td><td>31.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>31.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>31.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>31.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>31.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	35.0	34.0	33.0	34.0	35.0	30	34.0	32.0	33.0	33.0	33.0	15	34.0	30.0	31.0	31.0	32.0	5	31.0	29.0	29.0	29.0	31.0	0	31.0	28.0	29.0	28.0	29.0	-5	31.0	27.0	28.0	27.0	28.0	-10	28.0	26.0	27.0	26.0	26.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>32.0</td><td>31.0</td><td>30.0</td><td>31.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>30.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>30.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>29.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>27.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>26.0</td><td>24.0</td><td>24.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	32.0	31.0	30.0	31.0	32.0	30	30.0	29.0	29.0	30.0	30.0	15	30.0	28.0	28.0	29.0	29.0	5	29.0	27.0	27.0	28.0	28.0	0	28.0	26.0	26.0	27.0	27.0	-5	27.0	25.0	25.0	26.0	26.0	-10	26.0	24.0	24.0	25.0	25.0
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0																																																																																																																																														
30	32.0	30.0	32.0	33.0	33.0																																																																																																																																														
15	31.0	29.0	29.0	30.0	30.0																																																																																																																																														
5	30.0	28.0	29.0	29.0	30.0																																																																																																																																														
0	29.0	27.0	28.0	28.0	29.0																																																																																																																																														
-5	28.0	26.0	27.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-10	28.0	25.0	26.0	26.0	27.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	35.0	34.0	33.0	34.0	35.0																																																																																																																																														
30	34.0	32.0	33.0	33.0	33.0																																																																																																																																														
15	34.0	30.0	31.0	31.0	32.0																																																																																																																																														
5	31.0	29.0	29.0	29.0	31.0																																																																																																																																														
0	31.0	28.0	29.0	28.0	29.0																																																																																																																																														
-5	31.0	27.0	28.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-10	28.0	26.0	27.0	26.0	26.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	32.0	31.0	30.0	31.0	32.0																																																																																																																																														
30	30.0	29.0	29.0	30.0	30.0																																																																																																																																														
15	30.0	28.0	28.0	29.0	29.0																																																																																																																																														
5	29.0	27.0	27.0	28.0	28.0																																																																																																																																														
0	28.0	26.0	26.0	27.0	27.0																																																																																																																																														
-5	27.0	25.0	25.0	26.0	26.0																																																																																																																																														
-10	26.0	24.0	24.0	25.0	25.0																																																																																																																																														
osoba 3	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>34.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>34.0</td><td>34.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>32.0</td><td>30.0</td><td>32.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>31.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>30.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>29.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>28.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0	30	32.0	30.0	32.0	33.0	33.0	15	31.0	29.0	29.0	30.0	30.0	5	30.0	28.0	29.0	29.0	30.0	0	29.0	27.0	28.0	28.0	29.0	-5	28.0	26.0	27.0	27.0	28.0	-10	28.0	25.0	26.0	26.0	27.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>35.0</td><td>34.0</td><td>33.0</td><td>34.0</td><td>35.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>34.0</td><td>32.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>34.0</td><td>30.0</td><td>31.0</td><td>31.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>31.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>31.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>31.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>31.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	35.0	34.0	33.0	34.0	35.0	30	34.0	32.0	33.0	33.0	33.0	15	34.0	30.0	31.0	31.0	32.0	5	31.0	29.0	29.0	29.0	31.0	0	31.0	28.0	29.0	28.0	29.0	-5	31.0	27.0	28.0	27.0	28.0	-10	28.0	26.0	27.0	26.0	26.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>32.0</td><td>31.0</td><td>30.0</td><td>31.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>30.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>30.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>29.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>27.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>26.0</td><td>24.0</td><td>24.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	32.0	31.0	30.0	31.0	32.0	30	30.0	29.0	29.0	30.0	30.0	15	30.0	28.0	28.0	29.0	29.0	5	29.0	27.0	27.0	28.0	28.0	0	28.0	26.0	26.0	27.0	27.0	-5	27.0	25.0	25.0	26.0	26.0	-10	26.0	24.0	24.0	25.0	25.0
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0																																																																																																																																														
30	32.0	30.0	32.0	33.0	33.0																																																																																																																																														
15	31.0	29.0	29.0	30.0	30.0																																																																																																																																														
5	30.0	28.0	29.0	29.0	30.0																																																																																																																																														
0	29.0	27.0	28.0	28.0	29.0																																																																																																																																														
-5	28.0	26.0	27.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-10	28.0	25.0	26.0	26.0	27.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	35.0	34.0	33.0	34.0	35.0																																																																																																																																														
30	34.0	32.0	33.0	33.0	33.0																																																																																																																																														
15	34.0	30.0	31.0	31.0	32.0																																																																																																																																														
5	31.0	29.0	29.0	29.0	31.0																																																																																																																																														
0	31.0	28.0	29.0	28.0	29.0																																																																																																																																														
-5	31.0	27.0	28.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-10	28.0	26.0	27.0	26.0	26.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	32.0	31.0	30.0	31.0	32.0																																																																																																																																														
30	30.0	29.0	29.0	30.0	30.0																																																																																																																																														
15	30.0	28.0	28.0	29.0	29.0																																																																																																																																														
5	29.0	27.0	27.0	28.0	28.0																																																																																																																																														
0	28.0	26.0	26.0	27.0	27.0																																																																																																																																														
-5	27.0	25.0	25.0	26.0	26.0																																																																																																																																														
-10	26.0	24.0	24.0	25.0	25.0																																																																																																																																														
osoba 4	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>34.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>34.0</td><td>34.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>32.0</td><td>30.0</td><td>32.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>31.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>30.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>29.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>28.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0	30	32.0	30.0	32.0	33.0	33.0	15	31.0	29.0	29.0	30.0	30.0	5	30.0	28.0	29.0	29.0	30.0	0	29.0	27.0	28.0	28.0	29.0	-5	28.0	26.0	27.0	27.0	28.0	-10	28.0	25.0	26.0	26.0	27.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>35.0</td><td>34.0</td><td>33.0</td><td>34.0</td><td>35.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>34.0</td><td>32.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>34.0</td><td>30.0</td><td>31.0</td><td>31.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>31.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>31.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>31.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>31.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	35.0	34.0	33.0	34.0	35.0	30	34.0	32.0	33.0	33.0	33.0	15	34.0	30.0	31.0	31.0	32.0	5	31.0	29.0	29.0	29.0	31.0	0	31.0	28.0	29.0	28.0	29.0	-5	31.0	27.0	28.0	27.0	28.0	-10	28.0	26.0	27.0	26.0	26.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>32.0</td><td>31.0</td><td>30.0</td><td>31.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>30.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>30.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>29.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>27.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>26.0</td><td>24.0</td><td>24.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	32.0	31.0	30.0	31.0	32.0	30	30.0	29.0	29.0	30.0	30.0	15	30.0	28.0	28.0	29.0	29.0	5	29.0	27.0	27.0	28.0	28.0	0	28.0	26.0	26.0	27.0	27.0	-5	27.0	25.0	25.0	26.0	26.0	-10	26.0	24.0	24.0	25.0	25.0
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0																																																																																																																																														
30	32.0	30.0	32.0	33.0	33.0																																																																																																																																														
15	31.0	29.0	29.0	30.0	30.0																																																																																																																																														
5	30.0	28.0	29.0	29.0	30.0																																																																																																																																														
0	29.0	27.0	28.0	28.0	29.0																																																																																																																																														
-5	28.0	26.0	27.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-10	28.0	25.0	26.0	26.0	27.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	35.0	34.0	33.0	34.0	35.0																																																																																																																																														
30	34.0	32.0	33.0	33.0	33.0																																																																																																																																														
15	34.0	30.0	31.0	31.0	32.0																																																																																																																																														
5	31.0	29.0	29.0	29.0	31.0																																																																																																																																														
0	31.0	28.0	29.0	28.0	29.0																																																																																																																																														
-5	31.0	27.0	28.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-10	28.0	26.0	27.0	26.0	26.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	32.0	31.0	30.0	31.0	32.0																																																																																																																																														
30	30.0	29.0	29.0	30.0	30.0																																																																																																																																														
15	30.0	28.0	28.0	29.0	29.0																																																																																																																																														
5	29.0	27.0	27.0	28.0	28.0																																																																																																																																														
0	28.0	26.0	26.0	27.0	27.0																																																																																																																																														
-5	27.0	25.0	25.0	26.0	26.0																																																																																																																																														
-10	26.0	24.0	24.0	25.0	25.0																																																																																																																																														
osoba 5	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>34.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>34.0</td><td>34.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>32.0</td><td>30.0</td><td>32.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>31.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>30.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>29.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>28.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0	30	32.0	30.0	32.0	33.0	33.0	15	31.0	29.0	29.0	30.0	30.0	5	30.0	28.0	29.0	29.0	30.0	0	29.0	27.0	28.0	28.0	29.0	-5	28.0	26.0	27.0	27.0	28.0	-10	28.0	25.0	26.0	26.0	27.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>35.0</td><td>34.0</td><td>33.0</td><td>34.0</td><td>35.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>34.0</td><td>32.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>34.0</td><td>30.0</td><td>31.0</td><td>31.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>31.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>31.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>31.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>31.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	35.0	34.0	33.0	34.0	35.0	30	34.0	32.0	33.0	33.0	33.0	15	34.0	30.0	31.0	31.0	32.0	5	31.0	29.0	29.0	29.0	31.0	0	31.0	28.0	29.0	28.0	29.0	-5	31.0	27.0	28.0	27.0	28.0	-10	28.0	26.0	27.0	26.0	26.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>32.0</td><td>31.0</td><td>30.0</td><td>31.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>30.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>30.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>29.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>27.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>26.0</td><td>24.0</td><td>24.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	32.0	31.0	30.0	31.0	32.0	30	30.0	29.0	29.0	30.0	30.0	15	30.0	28.0	28.0	29.0	29.0	5	29.0	27.0	27.0	28.0	28.0	0	28.0	26.0	26.0	27.0	27.0	-5	27.0	25.0	25.0	26.0	26.0	-10	26.0	24.0	24.0	25.0	25.0
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0																																																																																																																																														
30	32.0	30.0	32.0	33.0	33.0																																																																																																																																														
15	31.0	29.0	29.0	30.0	30.0																																																																																																																																														
5	30.0	28.0	29.0	29.0	30.0																																																																																																																																														
0	29.0	27.0	28.0	28.0	29.0																																																																																																																																														
-5	28.0	26.0	27.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-10	28.0	25.0	26.0	26.0	27.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	35.0	34.0	33.0	34.0	35.0																																																																																																																																														
30	34.0	32.0	33.0	33.0	33.0																																																																																																																																														
15	34.0	30.0	31.0	31.0	32.0																																																																																																																																														
5	31.0	29.0	29.0	29.0	31.0																																																																																																																																														
0	31.0	28.0	29.0	28.0	29.0																																																																																																																																														
-5	31.0	27.0	28.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-10	28.0	26.0	27.0	26.0	26.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	32.0	31.0	30.0	31.0	32.0																																																																																																																																														
30	30.0	29.0	29.0	30.0	30.0																																																																																																																																														
15	30.0	28.0	28.0	29.0	29.0																																																																																																																																														
5	29.0	27.0	27.0	28.0	28.0																																																																																																																																														
0	28.0	26.0	26.0	27.0	27.0																																																																																																																																														
-5	27.0	25.0	25.0	26.0	26.0																																																																																																																																														
-10	26.0	24.0	24.0	25.0	25.0																																																																																																																																														
osoba 6	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>34.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>34.0</td><td>34.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>32.0</td><td>30.0</td><td>32.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>31.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>30.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>29.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>28.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0	30	32.0	30.0	32.0	33.0	33.0	15	31.0	29.0	29.0	30.0	30.0	5	30.0	28.0	29.0	29.0	30.0	0	29.0	27.0	28.0	28.0	29.0	-5	28.0	26.0	27.0	27.0	28.0	-10	28.0	25.0	26.0	26.0	27.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>35.0</td><td>34.0</td><td>33.0</td><td>34.0</td><td>35.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>34.0</td><td>32.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>34.0</td><td>30.0</td><td>31.0</td><td>31.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>31.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>31.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>31.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>31.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	35.0	34.0	33.0	34.0	35.0	30	34.0	32.0	33.0	33.0	33.0	15	34.0	30.0	31.0	31.0	32.0	5	31.0	29.0	29.0	29.0	31.0	0	31.0	28.0	29.0	28.0	29.0	-5	31.0	27.0	28.0	27.0	28.0	-10	28.0	26.0	27.0	26.0	26.0	<table border="1"> <tr><th>°C</th><th>oči</th><th>nos</th><th>ústa</th><th>líce</th><th>čelo</th></tr> <tr><td>35</td><td>32.0</td><td>31.0</td><td>30.0</td><td>31.0</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>30.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td><td>30.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>30.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td><td>29.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>29.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td><td>28.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>0</td><td>28.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>-5</td><td>27.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>-10</td><td>26.0</td><td>24.0</td><td>24.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td></tr> </table>	°C	oči	nos	ústa	líce	čelo	35	32.0	31.0	30.0	31.0	32.0	30	30.0	29.0	29.0	30.0	30.0	15	30.0	28.0	28.0	29.0	29.0	5	29.0	27.0	27.0	28.0	28.0	0	28.0	26.0	26.0	27.0	27.0	-5	27.0	25.0	25.0	26.0	26.0	-10	26.0	24.0	24.0	25.0	25.0
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0																																																																																																																																														
30	32.0	30.0	32.0	33.0	33.0																																																																																																																																														
15	31.0	29.0	29.0	30.0	30.0																																																																																																																																														
5	30.0	28.0	29.0	29.0	30.0																																																																																																																																														
0	29.0	27.0	28.0	28.0	29.0																																																																																																																																														
-5	28.0	26.0	27.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-10	28.0	25.0	26.0	26.0	27.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	35.0	34.0	33.0	34.0	35.0																																																																																																																																														
30	34.0	32.0	33.0	33.0	33.0																																																																																																																																														
15	34.0	30.0	31.0	31.0	32.0																																																																																																																																														
5	31.0	29.0	29.0	29.0	31.0																																																																																																																																														
0	31.0	28.0	29.0	28.0	29.0																																																																																																																																														
-5	31.0	27.0	28.0	27.0	28.0																																																																																																																																														
-10	28.0	26.0	27.0	26.0	26.0																																																																																																																																														
°C	oči	nos	ústa	líce	čelo																																																																																																																																														
35	32.0	31.0	30.0	31.0	32.0																																																																																																																																														
30	30.0	29.0	29.0	30.0	30.0																																																																																																																																														
15	30.0	28.0	28.0	29.0	29.0																																																																																																																																														
5	29.0	27.0	27.0	28.0	28.0																																																																																																																																														
0	28.0	26.0	26.0	27.0	27.0																																																																																																																																														
-5	27.0	25.0	25.0	26.0	26.0																																																																																																																																														
-10	26.0	24.0	24.0	25.0	25.0																																																																																																																																														

Obrázek 18 - Srovnání histogramů všech osob při teplotách 20 °C, 5 °C, -10 °C (zleva doprava)





Obrázek 19 - Jednotlivé snímky pořízené při daných teplotách testovaných osob [galerie autorů]

## 5. Závěr

Problematika využití dálkového bezkontaktního snímání infračervené části elektromagnetického spektra na detekci, lokalizaci a identifikaci lidské tváře je velmi komplexní. Bezpečnostní systémy na principu rozpoznávání tváře bez použití termografu jsou staro-nová záležitost a jejich nasazování je dennodenní praxí. V následujících letech se dá předpokládat jejich zdokonalení (algoritmy) a vývoj, což povede k ještě širšímu uplatnění. V budoucnosti můžeme být svědky verifikace osob (oprávněných osob) samotnými bankomaty nebo auty.

Termografie je využitelná v mnoha oborech, včetně využití v biometrických systémech. I tak by ale použití mohlo mít několik omezení, např. horší rozlišovací schopnosti kamery pod  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a nad  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tento nedostatek by však šel vykompenzovat v tzv. multibiometrických systémech (např. v kombinaci s otisky prstů, obrazem sítnice, nebo s lidskou chůzí), kde by termogram osoby sloužil i jako ověření živosti jedince. Další možností potom může být kombinace spojené s fyzicky vlastněným klíčem (token, klíč, čipová karta, ...).

## Poděkování

Tento článek vznikl za podpory Interní grantové agentury Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně číslo IGA/FAI/2012/016. Autoři by na tomto místě rádi poděkovali probandům za jejich pomoc při měření a vytváření termosnímků obličeje.

## Literatura

1. Klemera, Jozef: Somatologie a antropologie. 1. vyd., Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1981, 502 str.
2. Machová, Jitka: Biologie člověka pro učitele. 1. vyd., Karolinum, Praha 2005, 270 str., ISBN 80-7184-867-0
3. Dokládál, Milan a Libor Páč: Anatomie člověka. 2. vyd., Masarykova univerzita, Brno 1997, 267 str., ISBN 80-210-1633-7
4. Enlow, D. H. a M. G. Hans: Essentials of Facial Growth. W. B. Saunders Company, Oxford 1996
5. Taylor Karen T.: Forensic Art and Illustration. CRC Press, Boca Raton, Florida 2001, 580 pgs., ISBN 08-493-8118-5
6. Rak, Roman et al.: Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích. 1. vyd., Grada Publishing, Praha 2008, 631 str., ISBN 978-80-247-2365-5
7. Já a Peca DAAAM
8. Ščurek, Radomír: Biometrické metody identifikace osob v bezpečnostní praxi. 2008, [online], [cit. 23.5.2012], dostupné z [www: http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/biometricke\\_metody.pdf](http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/biometricke_metody.pdf)
9. Kočár, Radek: Experimenty s termosnímků obličeju. Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně, Brno 2009, vedoucí práce Ing. Martin Drahanský, Ph.D.
10. Stupňánková, Magda: Infračervené záření v současnosti. Bakalářská práce, Masarykova univerzita, Brno 2009, MUDr. Věra Maryšková
11. FLIR system: ThermaCAM Reporter – user's manual: Professional Edition 8.1, 2007
12. DADOS Company s.r.o.: Termografia. 2012, [online], [cit. 23.5.2012], dostupné z [www: http://www.dados.cz](http://www.dados.cz)

- <http://www.termo-kamera.sk/termografia/>
13. Slovenský portál Termografia.sk: Aplikácie priemysel. 2011, [online], [cit. 23.5.2012], dostupné z www:  
<http://www.termografia.sk/clanky/aplikacie-priemysel>
  14. Promedical: Infračervená kamera SVIT. PROMEDICAL Czech a.s., 2008, [online], [cit. 12. 6. 2012], dostupné z www:  
<http://www.promedical.cz/infrakamera.htm>
  15. Pekarská, Veronika: Multimediální učebnice konvenčních zobrazovacích systémů - IR. ČVUT - Fakulta biomedicínského inženýrství, [online], [cit. 12. 6. 2012], dostupné z www:  
[webzam.fbmi.cvut.cz/hozman/AKK/ZSL\\_IR.ppt](http://webzam.fbmi.cvut.cz/hozman/AKK/ZSL_IR.ppt)
  16. Tam, Nguyen: How to tell if someone is telling a lie of lying: Viewzone. [Online], 22. 3. 2010, [cit. 24. 6. 2012], dostupné z www:  
<http://viewzone2.com/liarx.html>
  17. AMETEK Company: Thermal imaging camera: GUIDE ThermoPro™ TP8. [Online], [cit. 24. 6. 2012], dostupné z www:  
[http://www.wormald.com.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0005/162527/ThermoPro\\_TP8\\_Datasheet.pdf](http://www.wormald.com.au/_data/assets/pdf_file/0005/162527/ThermoPro_TP8_Datasheet.pdf)
  18. Shoniregum, Charles A. a Stephen Crosier: Securing Biometric Applications. Springer Science+Business Media LLC., 2008, e-ISBN: 978-0-387-69933-2
  19. Plasencia, Yenisel et al.: A Study on Representations for Face Recognition from Thermal Images. In CIARP 2009, LCNS 5856, pp. 185-192, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009
  20. Prokoski, Francine J. a Robert B. Riedel: Infrared Identification of Faces and Body Parts. Michigan State University, course materials, 2005
  21. Lawlor, Maryann: Thermal Pattern Recognition System Faces Security Challenges Head on. In Signal 52 (3): 64-66, 1997

---

Spoluautorom článku je Radovan Kováčik, Ústav bezpečnostního inženýrství, Fakulta aplikované informatiky, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

---