

## **Bakalářská práce**

# **Tepelný komfort pracovního oděvu**

*Studijní program:*

B0414A270001 Textilní marketing

*Autor práce:*

**Lukáš Karban**

*Vedoucí práce:*

doc. Ing. Ludmila Fridrichová, Ph.D.

Katedra hodnocení textilií

Liberec 2023



## Zadání bakalářské práce

# Tepelný komfort pracovního oděvu

*Jméno a příjmení:*

**Lukáš Karban**

*Osobní číslo:*

T20000337

*Studijní program:*

B0414A270001 Textilní marketing

*Zadávací katedra:*

Katedra hodnocení textilií

*Akademický rok:*

2022/2023

### Zásady pro vypracování:

1. Popište stávající metody mapování tepelného komfortu oděvu při práci. Popište teoretická východiska pro vámi navržený experiment.
2. Analyzujte současný stav tepelného komfortu pracovního oděvu. Využijte termokameru.
3. Popište použité textilní materiály, střih. Diskutujte jejich slabá místa. Navrhněte možnosti pro zlepšení tepelného komfortu oděvu při práci.



*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:* 30-40 normostran  
*Forma zpracování práce:* tištěná/elektronická  
*Jazyk práce:* Čeština

### **Seznam odborné literatury:**

HES, Luboš. *TEXTILNÍ VLÁKNA Klasická a speciální*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1.

HES, Luboš a Petr SLUKA. *Úvod do komfortu textilií*. 1. vydání. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0.

JOKL, Miloslav. *Přirozená klimatizace*. Brno: ERA, 2004. ISBN: 80-86517-84-5.

RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. *Oděvní materiály*. Liberec: Technická univerzita, Textilní fakulta, 2003. ISBN: 80-7083-682-2.

MALÝ, David. *Vliv podložky a konstrukce textilií na stanovení tepelného odporu textilního materiálu na přístroji Termoskop*. Liberec, 2020. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci.

KŘEMENÁKOVÁ, Dana, Jiří MILITKÝ a Jaroslav ŠESTÁK. *Vláknenné struktury pro speciální aplikace*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013. ISBN 978-80-87269-32-9.

KITTNAR, Otomar. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.

KRÁL, Jiří. *Fysiologie a biochemie potu*. Praha: SZdN, 1964.

HONZÍK, Lumír. *Infračervené záření* [online]. 2010. Dostupné z: <https://www.hvr.cz/2010/11/22/minislovnicek-infracervene-zareni/>

VAŠKO, Antonín. *Infračervené záření a jeho užití*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1963.

*Vedoucí práce:* doc. Ing. Ludmila Fridrichová, Ph.D.  
Katedra hodnocení textilií

*Datum zadání práce:* 17. března 2023  
*Předpokládaný termín odevzdání:* 2. června 2023

L.S.

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.  
děkan

Ing. Roman Knížek, Ph.D., MBA  
vedoucí katedry

V Liberci dne 3. května 2023

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

## Poděkování

Tímto bych rád poděkoval své vedoucí práce paní doc. Ing. Ludmile Fridrichové, Ph.D. za odborné a velmi vstřícné vedení v průběhu zpracování mé bakalářské práce.

Dále mé poděkování náleží panu Ing. Miroslavu Frydrychovi za odbornou pomoc při laboratorním testování na Katedře hodnocení textilií.

V neposlední řadě děkuji společnosti EUROVIA Kamenolomy, a. s., předně panu Ing. Petru Polákovi, za zapůjčení pracovních trik zaměstnanců.

## **Anotace**

Záměrem této bakalářské práce je zjištění termofyziologického komfortu používaného materiálu pro výrobu pracovních oděvů splňujících normu ČSN EN ISO 20471:2013, kterou požaduje společnost EUROVIA Kamenolomy, a.s. Zároveň je práce zaměřena i na navržení úpravy pracovních oděvů pro zlepšení termofyziologického komfortu. V praktické části probíhá experiment, který je rozdělen do dvou částí. V první části experimentu dochází k fyzickému testování subjektů za pomoci cyklotrenažéru a následnému měření termokamerou a teploměrem. Druhá část experimentu probíhá v laboratoři, kde dochází k měření vlastností testovaných materiálů ovlivňujících termofyziologický komfort. V závěru je shrnutí a vyhodnocení získaných výsledků experimentu.

## **Klíčová slova**

termofyziologický komfort, termoregulace, infračervené záření, termovizní kamera, teploměr, fyzické testování, laboratorní testování

## **Annotation**

The aim of this bachelor's thesis is to determine the thermophysiological comfort of the material used for the production of workwear that meets the standard ČSN EN ISO 20471:2013, as required by EUROVIA Kamenolomy, a.s. Additionally, the thesis focuses on proposing modifications to improve the thermophysiological comfort of the workwear. The practical part includes an experiment divided into two sections. The first part involves physical testing of subjects using a cycle ergometer, followed by measurements using a thermal camera and a thermometer. The second part of the experiment takes place in a laboratory, where the properties of the tested materials affecting thermophysiological comfort are measured. The thesis concludes with a summary and evaluation of the obtained experimental results.

## **Keywords**

thermophysiological comfort, thermoregulation, infrared radiation, thermal camera, thermometer, physical testing, laboratory testing

## Obsah

Seznam použitých zkratk, značek, symbolů .....	9
Úvod .....	10
1. Pracovní oděv .....	11
1.1. Komfortní vlastnosti .....	12
1.1.1. Psychologický komfort .....	12
1.1.2. Senzorický komfort .....	12
1.1.3. Patofyziologický komfort.....	13
1.1.4. Termofyziologický komfort .....	13
2. Termoregulace.....	13
2.1. Mechanismy přenosu tepla .....	14
2.2. Lidský organismus a teplo .....	18
2.3. Teplota pokožky a pocit tepla.....	18
2.4. Vliv teploty na výkonnost člověka .....	20
2.5. Pot .....	21
3. Infračervené záření .....	22
3.1. Historie .....	22
3.2. Použití infračerveného záření .....	23
3.3. Termokamera.....	24
3.4. Termovizní kamera VOLTCRAFT PT-32 .....	25
3.5. Teploměr GM320 .....	26
Experimentální část .....	27
4. Fyzické testování .....	30
4.1. Vyhodnocení fyzického testování.....	32
4.1.1. Vyhodnocení teploty – teploměr .....	32

4.1.2. Vyhodnocení teploty – termokamera .....	35
5. Laboratorní testování.....	39
5.1. Měření na zařízení Alambeta.....	40
5.1.1. Výsledky měření na zařízení Alambeta.....	40
5.2. Permetest .....	43
5.3. Moisture Management Tester .....	44
6. Celkové porovnání výsledků.....	48
7. Návrh inovace pracovního trika .....	49
8. Závěr.....	50
Seznam příloh.....	53

## Seznam použitých zkratk, značek, symbolů

<i>symbol</i>	<i>jednotka</i>	<i>popis</i>
atd.		A tak dále
např.		Například
	%	Procento, bezrozměrná jednotka
PES		Polyester
	g/m <sup>2</sup>	Plošná hmotnost
	°C	Stupeň Celsia
	nm	Nanometr
	ml	Mililitr
	W	Watt
	l	Litr
tj.		To je
IR		Infračervené záření
	eV	elektronvolt
	mm	Milimetr
	px	Pixel
	μm	Mikrometr
	Hz	Hertz
	mK	Milikelvin
LCD		Displej z tekutých krystalů
	cm	Centimetr
	t/min	Tepů za minutu
	Pa	Pascal
	kg	Kilogram

## Úvod

EUROVIA CS, a. s. se zabývá stavbami mostů, pozemních komunikací, těžbou nerostných surovin a pozemními stavbami. Společnost působí po celém světě a je součástí světového koncernu VINCI construction. Ve společnosti EUROVIA Kamenolomy, a.s., která mi poskytla firemní pracovní oděvy pro mou BP, je dán velký důraz na bezpečnost práce. Z toho důvodu musí všichni zaměstnanci firmy pracující na stavbě nosit pouze firemní pracovní oděv. Toto oblečení splňuje požadavky, jako jsou například reflexní prvky, vyšší odolnost vůči oděru apod. Oblečení je většinou vyráběno ze 100 % PES, popřípadě různých syntetických směsí a není tedy dosaženo dostatečného fyziologického komfortu. Dle mého názoru, je při fyzicky náročné práci důležitý také osobní komfort, kterého lze docílit zlepšením kvality pracovních oděvů. Zejména inovace fyziologických vlastností textilu by se měla stát prioritou, aby se zaměstnanec cítil lépe a dosáhl tak lepších pracovních výkonů.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. V teoretické části se zaměřuji na základní pojmy, jako jsou komfortní vlastnosti, termoregulace člověka při extrémních podmínkách, lidský organismus a teplo, infračervené záření, využívání infračerveného záření, mechanismy přenosu tepla, způsoby měření nasákavosti textilií, měření transportu kapalin, měření prodyšnosti textilie a měření paropropustnosti textilie. Zároveň se zde zmiňuji i o způsobu výroby a rozestavení funkčních prvků na textilu v horní části těla. Experimentální část je zaměřena na fyzické testování subjektů a laboratorní testování používaných materiálů.

Cílem bakalářské práce je zjistit termo-fyziologický komfort používaného materiálu pro výrobu pracovních oděvů dle specifikace, kterou požaduje firma EUROVIA kamenolomy, a.s., a zároveň navržení úpravy pracovních oděvů. Vzhledem k náročným požadavkům firmy na pracovní oděvy z pohledu jejich použití v kamenolomech, kdy se vyžaduje vysoká bezpečnost (materiál, reflexní prvky apod.), můžeme předpokládat nepříliš komfortní pracovní oděv pro zaměstnance.



## 1. Pracovní oděv

Pracovní triko je vyrobeno z materiálu polyester s tvarovanými vlákny CoolMax. Triko je barveno fluorescenčními barvivy z důvodu dobré viditelnosti na pracovišti. Triko je jednovrstvá funkční pletenina, která obsahuje speciální modifikovaný čtyřkomorový polyester s charakteristickým tvarovaným průřezem. Plošná hmotnost trika je 145 g/m<sup>2</sup>. Polyesterová vlákna tvoří největší podíl na celosvětovém trhu se syntetickými vlákny. PES můžeme vidat i pod obchodním názvem Tesil. Výrobní surovinou pro výrobu polyesterových vláken je ropa, zemní plyn nebo uhlí. Prvním výrobním krokem je příprava polymerů, monomer → chemická reakce (polykondenzace) → polykondenzát → zvlákňování. Pro PES se využívá technologie zvlákňování z taveniny. Při protlačení taveniny skrz zvlákňovací trysky dochází k profilování vláken, například u polyuretanu moira nebo u polyesteru coolmax nebo thermax. Vlákna se tvarují vzhledem k budoucímu využití, s cílem zlepšení vlastností finálního výrobku. Jedná se například o vlákna dutá, která jsou využívána k výrobě zimního oblečení nebo přikrývek, díky dobrým izolačním vlastnostem. Další skupinou jsou vlákna bikomponentní, která jsou vyráběna ze dvou nebo více komponent. Vlákna se nejčastěji vyrábějí variantou S/S (bok po boku), C/S (jádro – plášť) a M/F (ostrovy v moři). Po operaci zvlákňování a dloužení dochází k fixaci. Při poslední operaci dochází k aviváži, která je nanášena na povrch vláken a určuje jejich povrchové vlastnosti [1,2].



Obrázek 1 firemní triko EUROVIA



Obrázek 2 Testované triko 100% bavlna

## 1.1. Komfortní vlastnosti

Mezi komfortní vlastnosti patří patofyziologický, sensorický, psychologický a termofyziologický komfort. Jedná se o stav, jehož cílem je dosáhnout u všech vjemů lidského organismu optima. Zároveň klimatické podmínky ani oděv samotný nevytváří nepříjemný pocit pro spotřebitele při používání. „Komfort je vnímán všemi lidskými smysly kromě chuti, v následujícím pořadí důležitosti: hmat, zrak, sluch, čich.“ [3]

### 1.1.1. Psychologický komfort

Psychologický komfort je vnímán ze šesti hledisek: klimatické, ekonomické, historické, kulturní, sociální a skupinové. Každý jedinec vnímá psychologický komfort subjektivně. Z klimatického hlediska je nejdůležitější, aby denní oděv splňoval tepelně-klimatické podmínky, které jsou určeny geograficky. Ekonomické hledisko zahrnuje vývoj technologií nebo politický systém v zemi. Sociální hledisko je zaměřeno na věk, vzdělání, sociální třídu, postavení jedince v dané třídě apod. Kulturní hledisko určuje zvyky, náboženství nebo tradice [3].

### 1.1.2. Sensorický komfort

Sensorický komfort zahrnuje vnímání člověka, jakmile dochází ke styku pokožky s textilií. Vnímání může být kladné nebo záporné. Mezi kladné patří například příjemný omak textilu, dobrá splývavost nebo tepelné vlastnosti textilie. Naopak u záporných může nastat pocit škrábání, kousání apod. [3].

### 1.1.3. Patofyziologický komfort

Patofyziologický komfort je považován jako odolnost lidské pokožky před působením patofyziologicko-toxických vlivů obsažených v materiálu, ze kterého je textilní oděv vyroben. Látky, před kterými lidská pokožka chrání člověka, mohou být například chemikálie v pracích prostředcích, plísně nebo bakterie v oděvu. Pokud lidská pokožka není dostatečně imunní vůči látkám obsažených v oděvu, dochází k dermatóze (kožnímu onemocnění). Dermatóza může být způsobena alergickou reakcí (imunologický jev, při kterém dochází ke styku pokožky s alergenem) nebo drážděním pokožky (fyzikálně – chemický jev) [3].

### 1.1.4. Termofyziologický komfort

Termofyziologický komfort je ovlivněn vlastnostmi oděvu. Oděv je nutné vyrobit tak, aby byl schopný zajistit optimální podmínky pro člověka. Mezi tyto podmínky patří schopnost přenosu tepla, vzduchu a paropropustnost. Při optimálních podmínkách se teplota pokožky pohybuje v rozmezí 33–35 °C a na pokožce není přítomnost vody, relativní vlhkost vzduchu je okolo 50%, rychlost proudění vzduchu je 15 – 35 cm.s<sup>-1</sup> a obsah CO<sub>2</sub> je 0,07% [3].

## 2. Termoregulace

Termoregulace je výsledek vzájemné interakce člověka a prostředí, což je umožněno souhrou vytváření a výdeje tepla. Tento jev představuje komplex dějů k zajištění udržení tělesné teploty v určitém rozmezí, při kterém jsou zachovány funkce všech vnitřních orgánů. Hlavním úkolem je udržení konstantní teploty jádra těla s celkovou optimální teplotou. Tato teplota se pohybuje kolem 37 °C. Člověk si za normálních okolností udržuje stálou teplotu vnitřního prostředí různými termoregulačními mechanismy. Kolísání způsobují vnitřní i vnější vlivy [3,4,5].

Termoregulace se dělí do tří skupin – chemická, fyzikální a mechanická. Každá z těchto částí spočívá v určitých změnách.

- Chemická termoregulace spočívá v tvorbě tepla. Závisí na fyzické zátěži organismu, zároveň se na ni váže jeho celková činnost. Při namáhavé činnosti organismu tělo produkuje největší množství tepla. Tok tepla v lidském organismu lze redukovat přímou změnou tepla, která probíhá především v játrech. Může být regulována také změnou tělesné aktivity ve svalových skupinách [3,4].

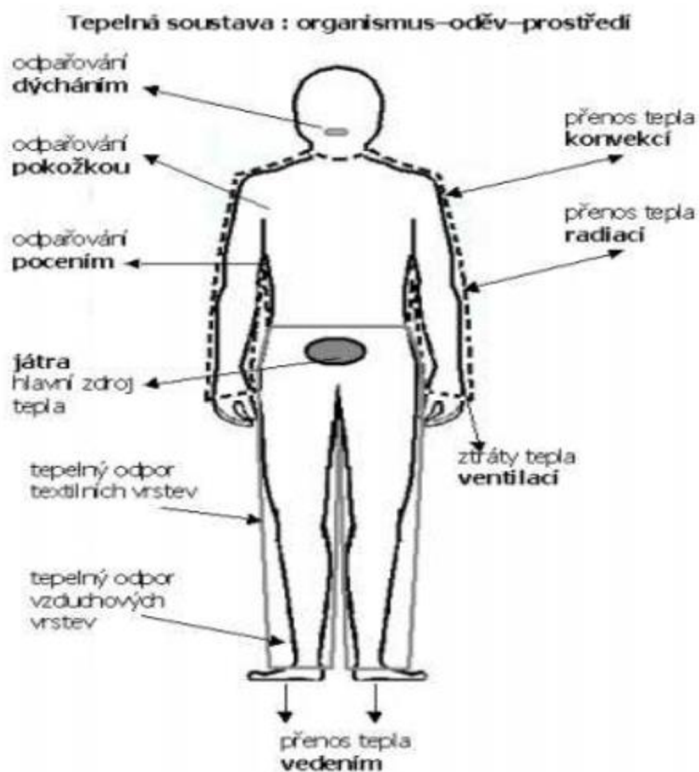
- Fyzikální termoregulace obsahuje části jednotlivých odvodů tepla z organismu – tvorbu a výdej tepla. Tato termoregulace může být prováděna vazodilatací a vazokonstrikcí. K vazodilataci dochází v horkém prostředí, projevuje se zvýšením tepové frekvence a větším průtokem krve. Opakem vazodilatace je vazokonstrikce. Při vazokonstrikci se omezí průtok krve periferními částmi těla i pokožkou. Projevuje se v chladném prostředí, kdy kožní teplota klesá, ale zároveň klesají také teplotní ztráty do okolí. Tímto způsobem tělo zajistí v krizových situacích konstantní teplotu vnitřních orgánů.

Dalším způsobem fyzikální termoregulace je změna tepelněizolační tukové vrstvy. U obnažených částí těla dochází ke konvenci a radiaci. Naopak u částí, které jsou pokryty textilem ke kondukcí. U všech těchto přenosů tepla mezi živým organismem a okolím se jedná o přestup tepla. Mezi další položky přenosů se řadí evaporace (odpařování potu) a respirace (dýchání) [3,4,5].

- Mechanická termoregulace je realizována zásahem mimo organismus. Vzniká změnou tepelného odporu oděvu. Například při svlékání nebo oblékání částí oděvu [4].

## 2.1. Mechanismy přenosu tepla

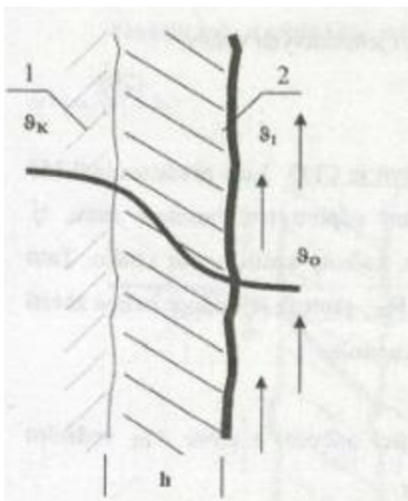
K přenosu tepla mezi organismem a okolím dochází třemi způsoby. Pomocí přenosu tepla, kam se řadí kondukce (vedením), konvekce (prouděním) a radiace (zářením). Další dva způsoby jsou evaporací (odpařováním) a respirací (dýcháním). Na obrázku č. 3 lze vidět všechny uplatněné mechanismy přenosu tepla a hlavní orgán, který je zdrojem tepla [3].



Obrázek 2 Tepelná soustava: organismus-oděv-prostředí [3]

- Kondukce (přenos tepla vedením) - k přenosu tepla dochází v okamžiku, kdy dojde ke kontaktu kůže s chladnějším prostředím. K vedení tepla dochází například při těsném styku oděvu s pokožkou, který nastává u zadní části těla při sezení nebo spaní. Dále k přenosu tepla dochází při kontaktu země s chodidly. Rychlost sdílení tepla ovlivňuje teplota a rychlost vzduchu v okolí, tloušťka vrstvy oděvu, množství vzduchu mezi textilními vrstvami [3,6].





Obrázek 3 Přenos tepla kondukcí Zdroj: [3]

Na obrázku č. 4 lze vidět přenos tepla z pokožky do okolí. Kde: 1...pokožka

2...textilní vrstva

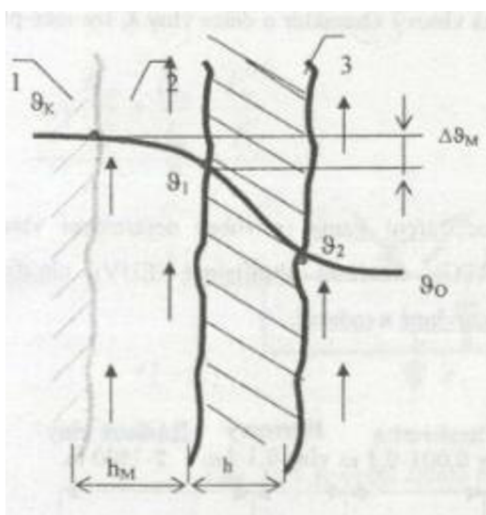
$\vartheta_K$ ...teplota pokožky

$\vartheta_O$ ...teplota okolí

$\vartheta_1$ ...teplota vnější vrstvy oděvu

h...tloušťka textilní vrstvy

- Konvekce (přenos tepla prouděním) – k přenosu tepla prouděním dochází v důsledku rozdílných teplot mezi pokožkou a oděvní vrstvou, kde se vytváří vzduchová mezivrstva, nazývaná též mikroklima o tloušťce  $\vartheta$ . Teplo se přenáší pomocí plynu a kapalin. V tepelné mezní vrstvě (mikroklimatu) dochází k teplotnímu spádu. Přenos tepla ovlivňuje proudění vzduchu, rychlost větru a odhalení těla. Konvekce může být volná a nucená. Volná konvekce je způsobena rozdílnými teplotami a koeficient přestupu tepla je nízký. U nucené konvekce koeficient stoupá, je způsobena vnějším činitelem (např. ventilátor) [3,6].



Obrázek 4 Přestup tepla prouděním Zdroj: [3]

Na obrázku č. 5 je vidět přestup tepla prouděním. Kde: 1...pokožka

2...mikroklima

3...textilie

$\vartheta_K$ ...teplota pokožky

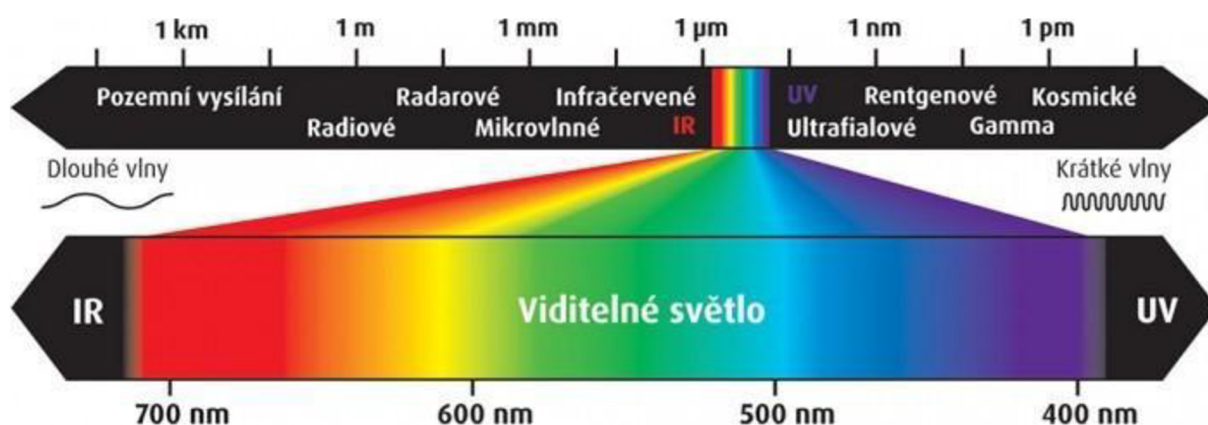
$\vartheta_O$ ...teplota okolí

$\Delta\vartheta_M$ ...pokles teploty

$h_M$ ...tloušťka mikroklimatu

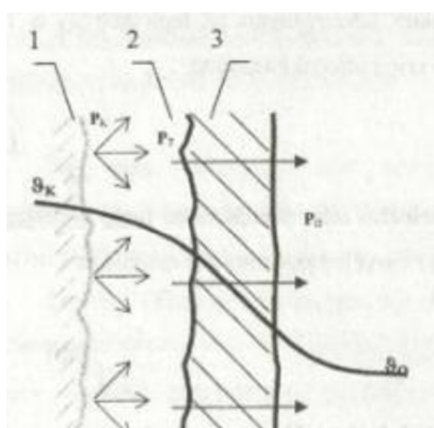
h...tloušťka materiálu

- Radiace (přenos tepla zářením) – záření se přenáší elektromagnetickým vlněním šířící se prostorem o rychlosti  $300\,000\,000\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Záření se rozlišuje na kosmické, gamma, rentgenové (RTG), ultrafialové (UV), viditelné, infračervené (IR), mikrovlnné a radiové vlny. Viditelné elektromagnetické záření je od 380–760 nm. Pokožka vydává teplo do okolí, zároveň přijímá z prostředí infračervené záření, jehož energie se při tom mění v energii tepelnou. Výdej tepla závisí na odkrytí lidského těla, vlhkosti a teplotě okolí [3,6,7].



Obrázek 5 Viditelné světlo Zdroj: [9]

- Evaporace (sdílení tepla odpařováním) – jedná se o odpařování potu z povrchu těla. K přenosu tepla odpařováním dochází při přehřátí organismu, které může nastat, jakmile teplota okolí je vyšší než teplota těla a dochází k přeměně skupenství potu na páru. Evaporace je velmi efektivní a důležitá pro fungování lidského organismu. U člověka dochází za běžných podmínek ke ztrátě okolo 450-800 ml tekutin denně [6,8]. Na obrázku je vidět přenos vlhkosti vedením mezi kůží a okolím.



Obrázek 6 Přenos vlhkosti vedením mezi kůží a okolím Zdroj: [3]

1...pokožka

2...mikroklima

3...textilie

$p_k$ ...parciální tlak vodních par na povrchu kůže

$p_r$ ...parciální tlak vodních par na vnitřní straně první textilie

$p_o$ ...parciální tlak vodních par ve vnějším prostředí

$\vartheta_k$ ...teplota pokožky

$\vartheta_o$ ...teplota okolí

- Respirace (sdílení tepla dýcháním) – Odvod tepla probíhá pomocí dýchacích cest. Množství odvedeného tepla je rozdíl vdechovaných a vydechovaných vodních par. Celkové množství tepla, které prochází od organismu přes textil až do prostředí, je součet všech způsobů průchodů tepla (kondukce, konvekce, radiace, evaporace a respirace) [6].

## 2.2. Lidský organismus a teplo

Lidský organismus se neustále snaží udržovat svoji teplotu v rovnováze. Lidské tělo funguje jako tepelný stroj, jehož úkolem je vytváření tepla, přijímání tepla z okolí, ale také odvod tepla od těla do okolí. Kromě tepelné rovnováhy je lidský organismus citlivý také na rovnoměrný odvod tepla do okolí, a to v prostoru i v čase. U rovnoměrného odvodu tepla do okolí v prostoru dochází například při průvanu. V tomto případě může docházet k rychlejšímu ochlazování nohou oproti zbytku těla a odvod tepla je tedy nerovnoměrný. Mělo by být zabráněno příliš velkému proudění vzduchu v dané místnosti, aby organismus mohl odvádět teplo rovnoměrně. Na těle jsou místa, která jsou citlivější na ochlazování nebo ohřívání. Jedná se především o oblasti dolní části nohou, zad a ramen. V případě nechránění těchto částí může dojít i k vážným zdravotním problémům.

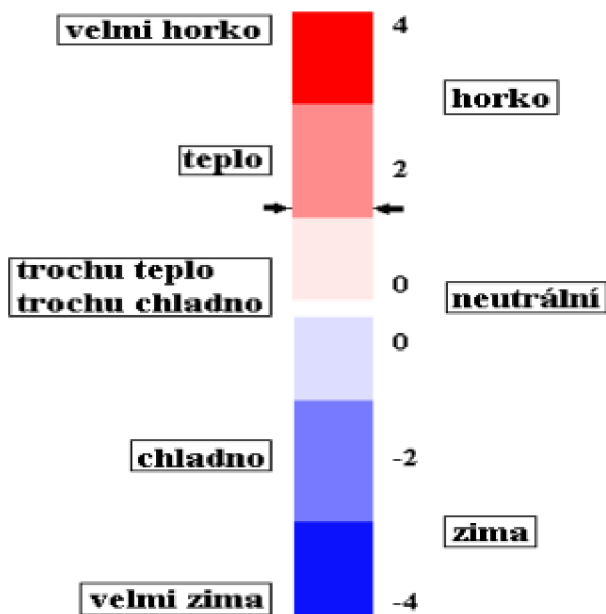
Při odvádění tepla do okolí v čase záleží, na jakém místě se nachází člověk a jak dlouho na místě setrvává. Záleží na tom, zda není teplota příliš vysoká (například sauna) nebo příliš nízká. V případě překročení rozmezí optimální teploty organismu může dojít k případnému přehřátí nebo naopak podchlazení. Dále také záleží, jestli člověk přechází z jedné místnosti do druhé a jejich teplotní rozdíl je velmi vysoký. V tomto případě je nutné využít vhodný oděv, aby nedošlo k překročení termoregulačních možností lidského organismu [4].

## 2.3. Teplota pokožky a pocit tepla

Tepelný komfort souvisí s tím, jak lidské tělo reaguje na teplotu okolí a psychice člověka v daném prostředí. Lidské tělo je tepelný zdroj, který vyrábí nepřetržitě teplo. Při spánku, když je člověk v klidu, dochází k výrobě tepla okolo 75 W, naopak při extrémní zátěži se generace tepla pohybuje až k 1 000 W. Nejvíce tepla odchází skrz lidskou pokožku přibližně až 85 %. Tepelná citlivost pokožky je na každém místě těla jiná. Organismus automaticky udržuje teplotu těla v určitých teplotních mezích. Za normálních podmínek, kdy je výdej a tvorba tepla v rovnováze, se určité části těla udržují při konstantní (tepelně neutrální) teplotě. Pokud dojde ke změně o jeden nebo dva stupně celsia, může nastat pocit diskomfortu (tělesné

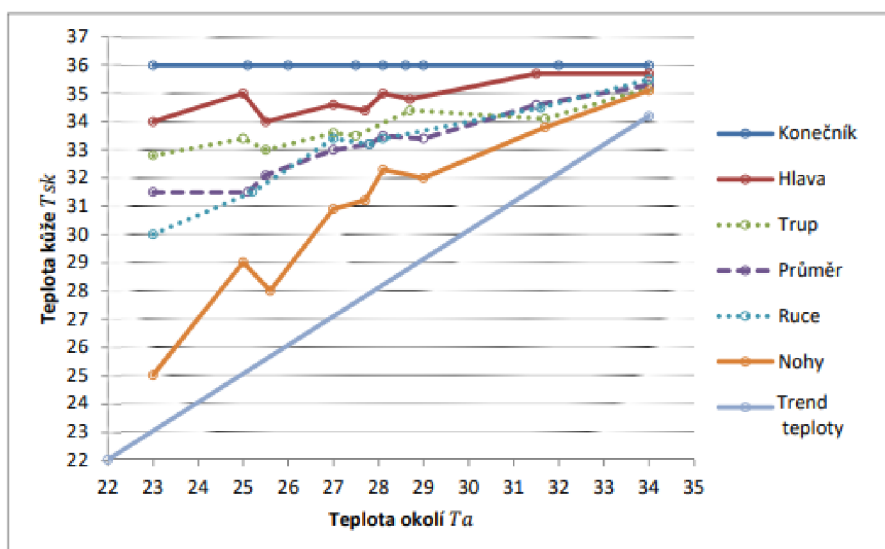


nebo sociální nepohodlí). Na obrázku č. 8 lze vidět stupnici pocitu tepla charakterizující tepelný komfort v závislosti na změně teploty pokožky od tepelně neutrální teploty [10].



Obrázek 8 Stupnice pocitu tepla Zdroj: [10]

Teplota pokožky je na závislá na místě, kde je měřena a zároveň i na teplotě okolí. Teplota pokožky se pohybuje okolo 37 °C. Termoregulační systém v určitých částech lidského těla zamezuje kolísání teplot (např.: regulace průtoku krve, pocení atd.) kvůli možnému přehřátí nebo podchlazení při nedostatečné termoregulaci. Graf č. 1 znázorňuje teplotu kůže nahého člověka v závislosti na teplotě okolí [10].



Graf 1 Teplota kůže nahého člověka v závislosti na teplotě okolí Zdroj: [10]

Pokožka je velmi citlivým detektorem tepelného komfortu, respektive pocitu tepla. Ke změnám tepelného komfortu dochází v okamžiku, kdy je systém člověk-oděv-okolí ovlivněn a je mimo rovnovážný stav. Tepelný komfort nezajišťuje pouze oděv. K docílení komfortu je důležité počítat i s dalšími faktory jako jsou např.: aktivita člověka nebo teplota a vlhkost okolí. Tepelný komfort je tedy souhrn všech vlivů, které ovlivňují teplotu organismu [10].

## 2.4. Vliv teploty na výkonnost člověka

Nadměrnými teplotami může být velmi ovlivněna psychická i fyzická stránka člověka. Kromě poškození vlastního zdraví může být člověk nebezpečný i pro své okolí. V důsledku přehřátí se zvyšuje vznik nehod. Při přehřátí je člověk daleko rychleji unavený, a to vede k poklesu pracovního výkonu, vyšší míře zmetkovosti a k chybám při rozhodování. Tyto faktory mají negativní dopad na ekonomickou stránku podniku. Na základě uvedených důvodů je doporučeno, aby člověk při vykonávání pracovních činností měl vhodný pracovní oděv, který by zajistil optimální podmínky pro jeho komfort [11].

Hlavním příznakem dosažení horní hranice tepelného pásma je viditelné pocení. Toto pásmo je označováno jako dlouhodobě únosná tepelná zátěž, která je limitována množstvím vody ztracené pocením a dýcháním. Pokud tento stav přetrvává delší dobu, dochází k vyčerpání kapacity potního systému a organismus přechází do stavu krátkodobě únosné tepelné zátěže. V tomto případě teplota jádra organismu prudce stoupá a tělo toto zatížení nedokáže regulovat samo. Proto je především v letních měsících důležité zaměstnancům poskytnout dostatek preventivních opatření proti přehřátí. Mezi tyto opatření patří dostatečný pitný režim, pravidelné bezpečnostní přestávky, změna pracovní doby nebo její zkrácení a vhodný pracovní oděv. Přehled opatření k omezení rizik tepelné zátěže popisuje podrobněji tabulka č. 1 [11].

Tabulka 1 Opatření k omezení rizika tepelné zátěže (upraveno) Zdroj: [11]

Opatření k omezení rizika tepelné zátěže	
<b>Technická</b>	větrání, snížení intenzity sálání zdroje, odclonění pracovníka, ochlazování pracovníka, klimatizace pracovního prostoru (podmínka udržování dobrého technického stavu klimatizačního zařízení – pravidelná údržba a čištění)
<b>Organizační</b>	střídání práce a bezpečnostní přestávky, poskytování ochranných nápojů, tepelná izolace pracovníka speciálními oděvy
<b>Medicínská</b>	pečlivý výběr pracovníků pro práce v extrémních podmínkách, a to s ohledem na budoucí zátěž srdečně cévní soustavy a periferního cévního systému

## 2.5.Pot

Pocení je jednou ze základních funkcí lidského organismu. V lidském těle se objevují dva druhy potních žláz – apokrinní a ekrinní. Apokrinní žlázy se nazývají pachové a vyskytují se především v podpaží, ušních kanálcích, v okolí pohlavních orgánů a prsních bradavek. Pravé potní žlázy, ekrinní, se nachází na celé pokožce lidského těla. Oba druhy potních žláz se nacházejí ve střední vrstvě kůže a pomáhají ochlazovat tělo při zvyšování tělesné teploty a zbavovat jej toxických látek [12].

Tělo v klidu denně vyprodukuje přibližně 200 ml potu, při extrémní zátěži může vyprodukovat až 10l. Množství vyprodukovaného potu ovlivňuje hodně faktorů, jako například teplota okolí, záření, vlhkost, proudění vzduchu nebo oděv. Zároveň je pot také ovlivněn kvalitou a kvantitou tělesné práce. Za jednu hodinu fyzicky namáhavé práce je lidské tělo schopno vypotit 1-4 litry tekutin. Nadměrný nebo nevhodný oděv přispívá k rychlejšímu zahřívání organismu a tím i vydatnějšímu pocení. Práce se tak stává pro člověka daleko namáhavější a obtížnější, zároveň také dochází k rychlejší dehydrataci organismu [13,14].

Fyzickou námahou se zvýší počet fungujících potních žláz a jednotlivé žlázy zvýší množství produkovaného potu. Při fyzické práci se pocení začne projevovat dříve než v teplém prostředí, tj. při teplotě 30-32 °C. Vše je však ovlivněno sezónními vlivy, v letních měsících je pocení vyvoláno daleko rychleji než v zimních měsících [14].

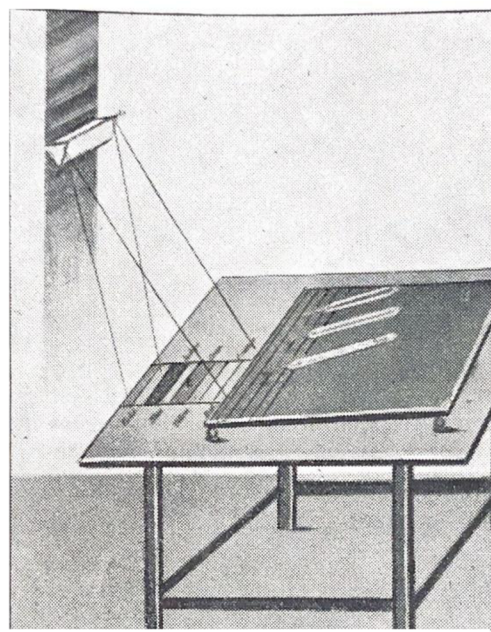
### 3. Infračervené záření

Infračervené záření je typem zářivé energie, kterou lidské oko nevidí, ale lze ho cítit v podobě tepla. Je označováno značkou IR z latinského původu infra. V elektromagnetickém spektru se nachází v červené oblasti. Vlnová délka je větší než okem viditelné světlo, ale zároveň je menší než mikrovlnné záření a pohybuje se mezi 760 nm a 1 mm (energie fotonů mezi 0,0012 a 1,63 eV). Tělesa zahřátá na relativně nízkou teplotu jsou zdrojem IR [15].

#### 3.1. Historie

Znalosti o infračerveném záření byly získávány velmi pomalu. Před objevením infračerveného záření astronomem Williamem Herschelem roku 1800 se lidstvo o tepelný účinek pomoci slunce, ohně nebo horkými tělesy zajímalo už od začátku vývoje člověka. Proto také první poznatky byly možnosti soustředění světla a tepelného záření slunce, které bylo využíváno k zapalování ohně [16].

Jeden z prvních vědeckých pokusů s infračerveným zářením byl proveden v 17. století, kdy se žáci snažili „soustředit chlad“ ze vzdáleného chladného bodu pomocí zrcadel. Další pokusy byly prováděny i nadále a ke konci 18. století byl Prévostem položen základ teorie záření těles, který je platný dodnes. Následoval pokus J. Leslieho („Leslieova koska“), který využil zdroj infračerveného záření mosazné krychle. Plochy krychle byly opracované, popřípadě se používaly různé nátěry. Astronom W. Herschel roku 1800 zkoumal tepelný účinek u jednotlivých barev pomocí skleněného hranolu. Teplota byla zjišťována pomocí dvou teploměrů. První teploměr byl vkládán na různá místa spektra a druhý teploměr byl umístěn do stínu. Následovalo odečtení teplot a bylo zjištěno, že teplota stoupá od fialového konce spektra k červenému konci. Herschelův pokus je znázorněn na obrázku č. 9 [16].



Obrázek 9 Uspořádání klasického Herschelova pokusu (objevení IR)  
Zdroj: [16]

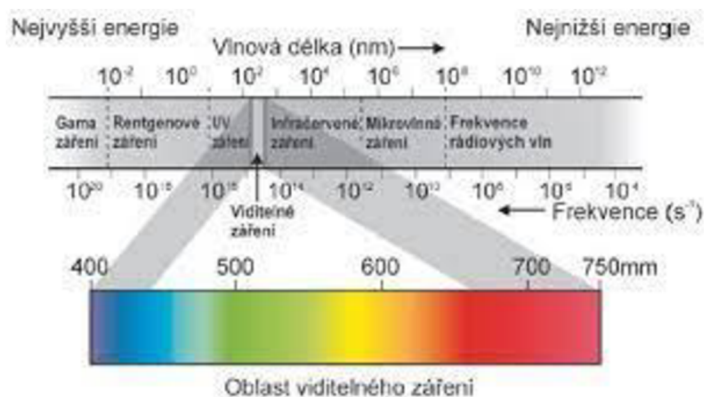
### 3.2. Použití infračerveného záření

S IR zářením se lze setkat v každodenním životě. V podobě čoček, zrcadel, vytápění a ohřevu prostor, sušení nebo v dálkových ovladačích. V medicíně je velmi oblíbeno na prohřívání tkání, které je využíváno pro regeneraci tkání, při chronických bolestech pohybového aparátu nebo při pourazových a pooperačních stavech. Dále se infračervené záření začalo využívat pomocí termokamer u armády, policie, hasičů a dalších bezpečnostních složek, kde slouží například k detekci požárů, k pátrání po pohřešovaných osobách nebo pátrání po vozidlech.

IR záření je využíváno v různých oborech vědy a techniky. Jako například v dálkové fotografii nebo botanice a fytopatologii. Velmi rozšířené je také v archeologii, kriminalistice, ale také ve zkušebnictví a zbožíznalství.

Vzhledem k tomu, že je infračervené záření pohlcováno i velmi tenkými vrstvami kovů (uhlíkem a látkami, ve kterých je uhlík rozptýlen), lze jej využívat ke zjišťování přítomnosti uhlíku v mazacích olejích. Zároveň lze také pomocí různé odrazivosti infračerveného záření nátěrových barev posoudit vhodnost nátěrů objektů, které se nemají dopadajícím zářením zahřívat.

V textilním průmyslu je infračervené záření využíváno zejména k volbě vhodné tkaniny a její barvy na léto nebo zimu. Tkaniny, které se jeví v infračerveném záření jako světlé, záření odrážejí, tepelné účinky nejsou uplatněny – tkanina je chladnější. Zatímco tkaniny, které se jeví tmavě, budou hřejivější (viz obrázek č. 10) [16,19].



Obrázek 10 Spektrum elektromagnetického záření Zdroj: [17]



### 3.3. Termokamera

V roce 1970 vznikl první termografický systém, který byl používán v tehdejší Československu. Prvním zástupcem byl výrobek AGA Termovision 680, jehož výrobcem byla firma AGA Infrared Systems AB. Systém AGA Termovision 680 se využíval především pro měření rozvodu elektrické energie. Dnes lze firmu vyhledat pod novým názvem FLIR Systems AB.

Pro zviditelnění teplotních polí těles je využíváno dvou vizualizačních metod – dotykových a bezdotykových. U dotykových vizualizačních metod se využívají pole, která mění svou barvu při styku s teplým povrchem. Při této metodě se využívají různé tužky, nálepky, tekuté krystaly, tablety nebo nátěry. Bezdotykové vizualizační metody využívají termovize, které fungují na principu radiačních teploměřů a dokáží tak teploty povrchů změřit bez vzájemného dotyku. Výhodou termokamery je, že dokáže na monitoru zobrazit plochy celého objektu, což umožní sledovat souvislosti či teplotní vývoj celého objektu. Je určena pro měření v rozsahu teplot  $-40$  až  $+2000$  °C s rozlišením  $0,1$  °C.

Termokamery využívají měřicí funkce, které umožní analýzu problému přímo v terénu. Všechny údaje lze vidět barevně nebo černobíle ihned na obrazovce termokamery nebo později v počítači či tabletu. Většina termokamer obsahuje tři základní měřicí funkce – měření teploty v bodě, měřicí funkce oblasti a teplotní profil. U každého zařízení se mohou však jeho funkce lišit (počet funkcí může být omezen nebo rozšířen, funkce nemohou být aktivní zároveň).

Měření teploty v bodě umožňuje změřit teplotu v malé kruhové oblasti. V terénu lze tuto funkci využít spojením několika bodů a tím zjistit rozsah závady. Měřicí funkce označovaná jako oblast stanovuje minimální, maximální a průměrnou teplotu nepravidelné oblasti. V praxi je velmi užitečná, lze ji využít například při výměně oken nebo při kontrole přetížení či opotřebení. Funkce teplotní profil umožňuje zobrazit průběh teploty v podobě grafu. Využívá se především při analýze teplotní homogenity a rozsahu nalezených závad [18,19].

### 3.4. Termovizní kamera VOLT CRAFT PT-32

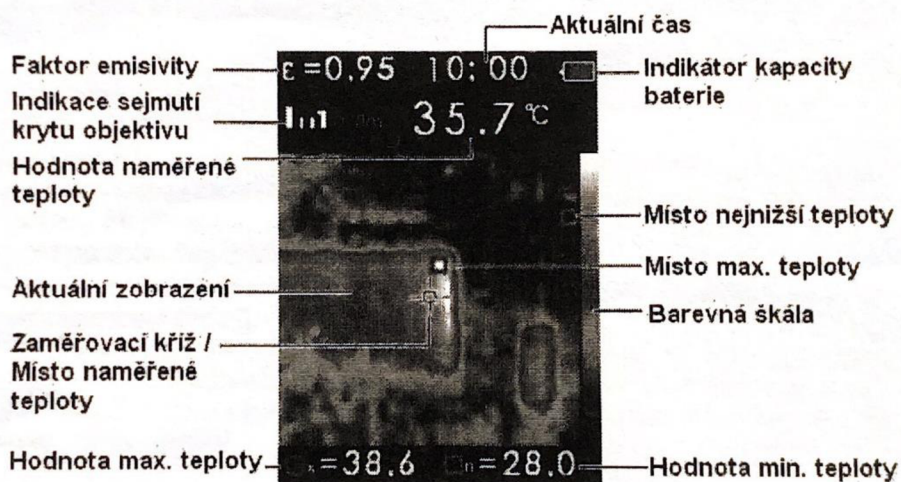
Termokamera (obrázek č. 11) je určena pro bezdotykové zobrazení rozdělení teploty na povrchu a teploty ve středobodu měřeného prostoru. Na termokameře lze zapnout emisní stupeň, který upřesňuje, o jaký měřený povrch nebo materiál se jedná a díky tomu naměřená hodnota odpovídá realitě. Citlivost infračerveného spektra přístroje se pohybuje v rozmezí 6,5 – 15  $\mu\text{m}$ . Infračervené záření termokamera přijímá na senzor, který je vyrobený z nechlazené pyroelektrické keramiky a jeho rozlišení je 32 x 31 px. Teplotní rozsah přístroje je od -20  $^{\circ}\text{C}$  až do 300  $^{\circ}\text{C}$ . Přesnost naměřené teploty podle výrobce se pohybuje kolem  $\pm 2$   $^{\circ}\text{C}$  nebo  $\pm 2$  %.



Obrázek 11 Termokamera Voltcraft PT-32 Zdroj: [20]

Teplotní citlivost termokamery je 150 mK. Přístroj má barevný TFT displej s rozlišením 320 x 240 px a frekvence obrazu je 9 Hz. Dále je na displeji možnost měnění až 6 barevných palet k různému nastavení barev, které se využívají pro různé aplikace zobrazení. Maximální kapacita paměti je pro 24 000 termogramů (snímků).

Na displeji je uvedeno několik informací o naměřeném snímku. V pravém rohu je zobrazena barevná škála, která ukazuje maximální a minimální teplotní hodnoty naměřeného snímku. Přístroj nabízí 6 možných zobrazení obrazu přes černobílé až po barevné. Dále je na displeji uveden faktor emisivity,



Obrázek 12 displej termokamery PT-32 Zdroj: [20]

indikace sejmutí krytu objektivu nebo aktuální naměřená hodnota. Aktuální naměřená hodnota je teplota přesně daného místa nebo objektu, která je změřena pomocí zaměřovacího kříže. Na obrázku č. 12 lze vidět displej termokamery s naměřenými hodnotami [20].

### 3.5. Teploměr GM320

Infračervený teploměr GM320 (obrázek č. 13) je používán pro měření teploty bezkontaktním způsobem. Lze ho využít pro bezpečné měření teploty nebezpečných, špatně dostupných nebo horkých objektů. Skládá se ze zesilovače signálu, obvodu pro zpracování dat, přehledného LCD displeje, optické soustavy a teploměru. Zařízení podporuje Celsiovu i Fahrenheitovu stupnici a jeho teplotní rozsah je přibližně -50 až 380 °C. Přesnost měření se od 0 do 380 °C pohybuje okolo 1,5 °C a od -50 do 0 °C okolo 3 °C. Teploměr lze používat při běžné provozní teplotě 0-40 °C.

Na zařízení jsou rozmístěna čtyři tlačítka, která umožňují jednodušší a rychlejší ovládání. Tlačítko na držadle slouží pro zapnutí a zároveň jeho zmáčknutím probíhá měření. Tlačítkem vlevo od displeje se vypíná nebo zapíná laserové ukazovátko, které napomáhá snadnějšímu míření. Tlačítkem uprostřed displeje lze přepínat měřicí jednotky a tlačítkem vpravo vypnout podsvícení displeje.



Obrázek 13 Teploměr GM320

Pro co nejpřesnější měření je vhodné, aby byl teploměr vzdálen od objektu cca 12 cm a měřený objekt alespoň dvakrát větší než snímaná plocha.



## Experimentální část

Experimentální část této bakalářské práce je věnována testování tepelného komfortu pracovních oděvů určených pro horní část těla. Pracovní oděvy pro testování byly poskytnuty společností EUROVIA Kamenolomy, a.s. Před fyzickým testováním a následným měření pomocí termokamery bylo zapotřebí zjistit, zda rozdílná barva testovaných trik ovlivňuje naměřené hodnoty. Trika společně s papíry stejné barvy byly ponechány 24 hodin při teplotě 22 °C a vlhkosti 40 %. Testování probíhalo při fyzické aktivitě, která byla vyvíjena na cyklotrenažeru a poté následovalo měření lidského těla pomocí termokamery Voltcraft PT-32 a teploměru Benetech GM 320. K objektivnímu měření pomocí termokamery a teploměru bylo zjišťováno i subjektivní hodnocení komfortu testovaných triček. Dále byly vzorky z pracovních oděvů měřeny a testovány přístroji Alambeta, Permetest, FX 3300, Moisture Management Tester (MMT) na Katedře hodnocení textilií Technické univerzity v Liberci.

Dalším úkolem a zároveň cílem experimentální části bakalářské práce je nové navrzení a zároveň vylepšení pracovních triček společnosti EUROVIA Kamenolomy, a.s. za účelem zlepšení termo-fyziologického komfortu pracovníků. Navrzení pracovního trička vychází ze získaných informací literární rešerše a naměřených hodnot pomocí uvedených přístrojů pro měření komfortu oděvu.

## Popis testovaných materiálů

Pro experimentální část bakalářské práce jsou testovány tři druhy pletenin s různou plošnou hmotností a materiálového složení. Pracovní trika pro experimentální část bakalářské práce poskytla společnost EUROVIA Kamenolomy, a.s., která je významným dodavatelem drceného a těženého kameniva na českém trhu. Jedná se o pracovní triko ze 100 % polyesteru s plošnou hmotností 145 g/m<sup>2</sup>, splňující normu ČSN EN ISO 20471:2013 (dále triko A) a pracovní triko ze 100 % bavlny s plošnou hmotností 156 g/m<sup>2</sup> (dále triko B). K co největšímu přiblížení pracovnímu triku z polyesteru bylo na testování použito také triko, zakoupené v obchodním řetězci, ze 100 % bavlny s plošnou hmotností 149 g/m<sup>2</sup> (dále triko C). Tím bylo umožněno porovnat tři trika z jiného materiálového složení, ale přibližně stejné plošné hmotnosti.

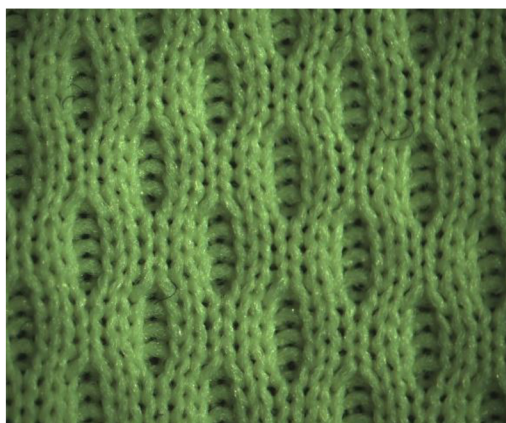
Charakteristika trička A:

Materiálové složení: 100 % polyester

Konstrukce: jednovrstvá funkční pletenina

Plošná hmotnost: 145 g/m<sup>2</sup>

Tloušťka textilie: 0,54 mm



Obrázek 14 lící strana trička A



Obrázek 15 rubní strana trička A

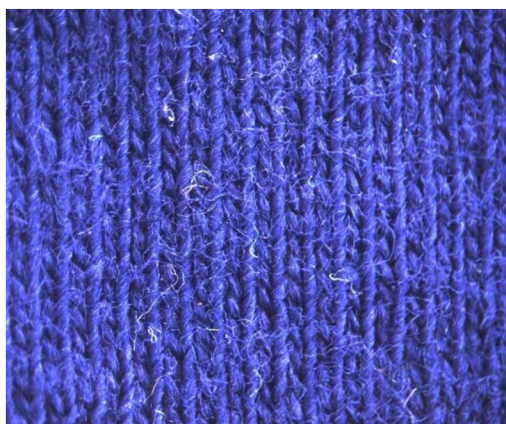
Charakteristika trička B:

Materiálové složení: 100 % bavlna

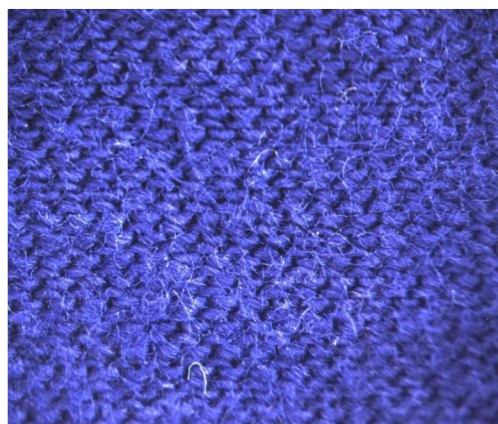
Konstrukce: zátažná jednolící hladká pletenina

Plošná hmotnost: 156 g/m<sup>2</sup>

Tloušťka textilie: 0,72 mm



Obrázek 16 lící strana trička B



Obrázek 17 rubní strana trička B

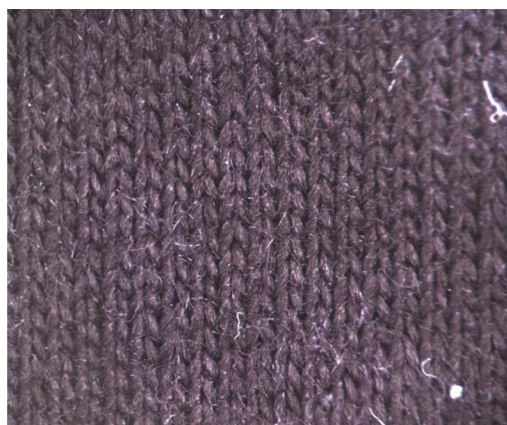
Charakteristika trička C:

Materiálové složení: 100 % bavlna

Konstrukce: zátažná jednolícni hladká pletenina

Plošná hmotnost: 149 g/m<sup>2</sup>

Tloušťka textilie: 0,67 mm



*Obrázek 18 lícni strana trička C*



*Obrázek 19 rubní strana trička C*

## 4. Fyzické testování

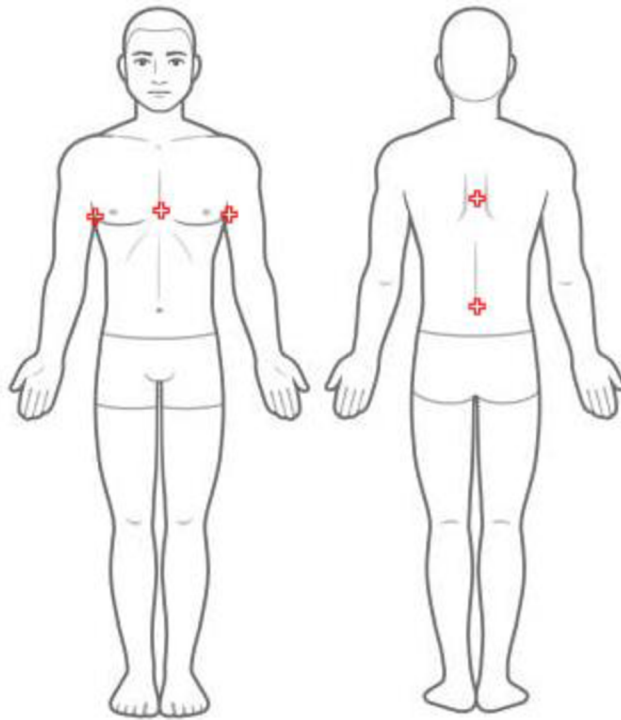
Testování pomocí termokamery VOLTcraft PT-32 probíhalo za standardních podmínek v místnosti o teplotě 22 °C a vlhkosti 40 %. Fyzická zátěž byla testována na cyklotrenažéru, kdy testovaný subjekt před každým testováním dostal hrudní pás na měření tepové frekvence, aby bylo dosaženo stejné fyzické aktivity u všech subjektů. Testování se zúčastnily čtyři subjekty v různé věkové kategorii s odlišnou výškou a hmotností. Každý ze subjektů testoval trika A, B a C, všichni muži tedy podstoupili 9 testovacích fází. Po testování bylo triko vypráno v pračce při 30 °C, 30 minut, 1 200 ot. /min.

Fyzická aktivita se skládala ze dvou částí. První část testování trvala 10 minut čistého času. Čas se začal měřit, jakmile testovaný jedinec dosáhl určené tepové frekvence, která byla stanovena na 65 % z maximální hodnoty tepové frekvence jedince. V této části došlo k zahřátí organismu a k lehkému pocení. Při druhé části bylo stanoveno 20 minut čistého času s tepovou frekvencí přibližně 75 % z maximální hodnoty tepové frekvence jedince, kvůli dosažení vyšší teploty lidského organismu a zároveň vysokého pocení jedince.

Americká asociace pro kardiovaskulární onemocnění (American Heart Association) uvádí, že s věkem se takzvaná maximální tepová frekvence snižuje. Maximální tepovou frekvenci se myslí maximální počet tepů za minutu, při kterých srdce dokáže ještě správně fungovat. K maximální tepové frekvenci se obvykle lze dostat během vysoce náročného tréninku. Maximální tepovou frekvenci zdravého člověka (mimo profesionální sportovce, kteří můžou mít maximální tepovou frekvenci vyšší bez ohledu na věk) lze vypočítat pomocí rovnice  $220 \text{ tepů za minutu} - \text{věk osoby} = \text{průměrná maximální tepová frekvence při 100 \% námaze}$  [21].

Každý subjekt byl měřen termokamerou ze vzdálenosti 2 metrů. U každého subjektu bylo pořízeno pomocí termokamery vždy 6 snímků a následně byla teplota měřena také teploměrem BENETECH GM320 na předem stanovených bodech (levé podpaží, pravé podpaží, střed hrudníku, mezi lopatkami a na bedrech). Body jsou uvedeny na obrázku č. 20.





Obrázek 20 vyznačené body na lidském těle

Fyzické testování probíhalo ve třech fázích – klidová, mírné zátěže, vysoké zátěže. V první fázi (klidové) byla subjektu změřena teplota pokožky vrchní části těla bez oděvu. Následně byl subjekt vyfocen termokamerou v daném zkušebním vzorku (tričku). Ve druhé fázi (mírné zátěže) byla podle věku určena tepová frekvence, při které dotyčný vykonával fyzickou aktivitu na cyklotrenažéru. Po dokončení zátěže byly znovu pořízeny snímky z termokamery a následovalo měření lidské pokožky pomocí teploměru. Při poslední fázi (vysoké zátěže) došlo ke stejnému postupu pouze se zvedla tepová frekvence jedince.

## 4.1. Vyhodnocení fyzického testování

Fyzické testování podstoupily celkem čtyři subjekty. Zástupci reprezentují různé věkové skupiny, které jsou v rozmezí od 20 do 50 let. Do fyzického testování byli vybráni pouze muži, z důvodu četnějšího zastoupení na pozicích pracovníků v lomech. Společnost na tyto pozice zaměstnává především muže, kvůli velmi fyzicky náročné práci. Fyzická kondice jedinců je na stejné úrovni, jako u běžných zdravých lidí, kteří rekreačně sportují. Při vyhodnocování výsledků budou nejdříve popsáni jednotliví jedinci, tyto informace lze vidět v tabulce č. 2.

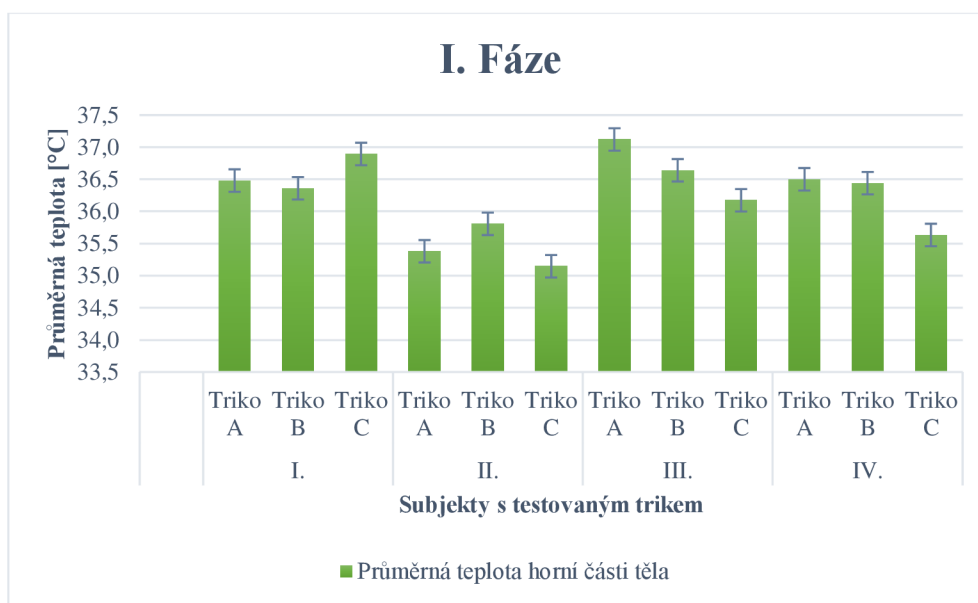
Tabulka 2 základní informace o subjektu

	Subjekt č. 1	Subjekt č. 2	Subjekt č. 3	Subjekt č. 4
<b>Věk</b>	50 let	40 let	22 let	20 let
<b>Hmotnost</b>	90 kg	90 kg	75 kg	70 kg
<b>Výška</b>	187 cm	174 cm	193 cm	190 cm
<b>Max. tepová frekvence</b>	170 t/min	180 t/min	200 t/min	200 t/min
<b>Tepová frekvence při 65 % zátěže – II. fáze</b>	110 t/min	117 t/min	130 t/min	130 t/min
<b>Tepová frekvence při 75 % zátěže – III. fáze</b>	128 t/min	135 t/min	150 t/min	150 t/min

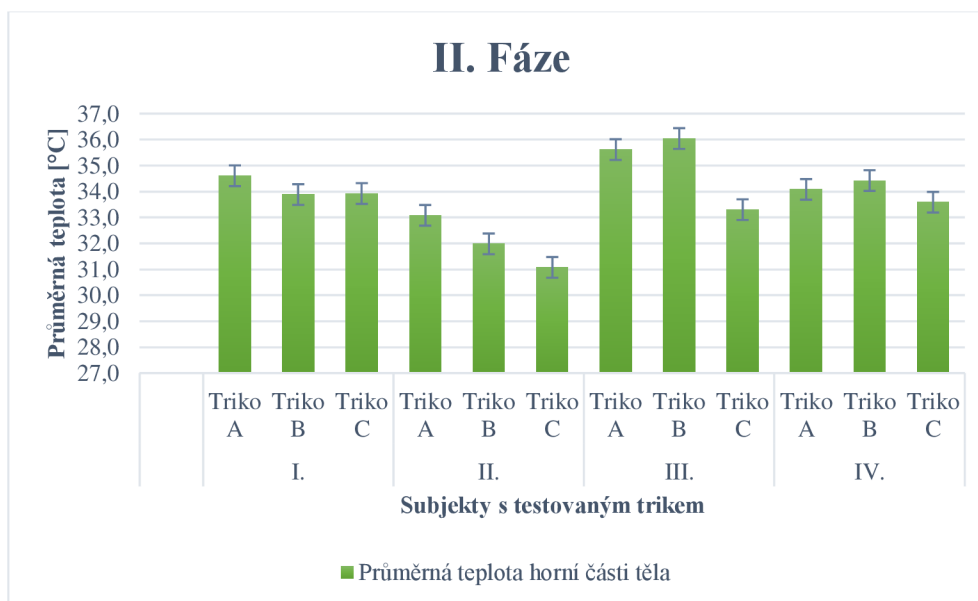
### 4.1.1. Vyhodnocení teploty – teploměr

V každé fázi byla zjištěna teplota pokožky na definovaných bodech pomocí teploměru. Teploměr se vždy namířil na stanovený bod a po pěti vteřinách byla naměřena hodnota. Každý bod byl měřen třikrát a následně byl z naměřených hodnot vytvořen průměr, který slouží pro co nejpřesnější naměřenou teplotu lidské pokožky. Naměřené hodnoty zároveň slouží k posouzení, zda je mezi pleteninou coolmax a bavlněnou pleteninou nějaký rozdíl z hlediska tepelného komfortu. V tabulkách uvedených v příloze č. 1 lze vidět průměrné hodnoty naměřených teplot na definovaných bodech lidského těla u každého subjektu zvlášť. Tabulky jsou rozděleny do 3 fází.

Mezi naměřenými hodnotami teplot u jednotlivých bodů jsou značné rozdíly, které mohou být způsobeny z důvodu přilnavosti oděvu. Zároveň rozdíl teplot může spočívat i v odlišné fyzické kondici a věkového rozdílu jedinců. Na grafu č. 2 jsou vidět hodnoty naměřené při první fázi, kde jsou průměrné teploty u každého subjektu odlišné. Při druhé fázi (první zátěž), která trvala 10 minut došlo k lehkému ochlazení na definovaných bodech lidského těla u všech subjektů a začalo mírné pocení. U všech testovaných došlo u trika C k největšímu ochlazení. Druhá fáze s průměrnou teplotou těla lze vidět na grafu č. 3.

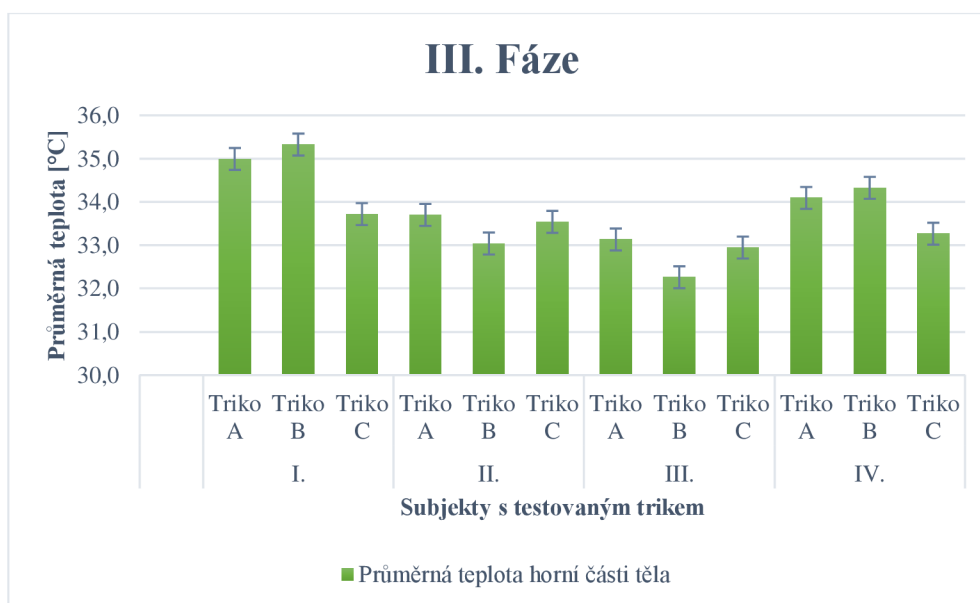


Graf 2 průměrných teplot těla při první fázi



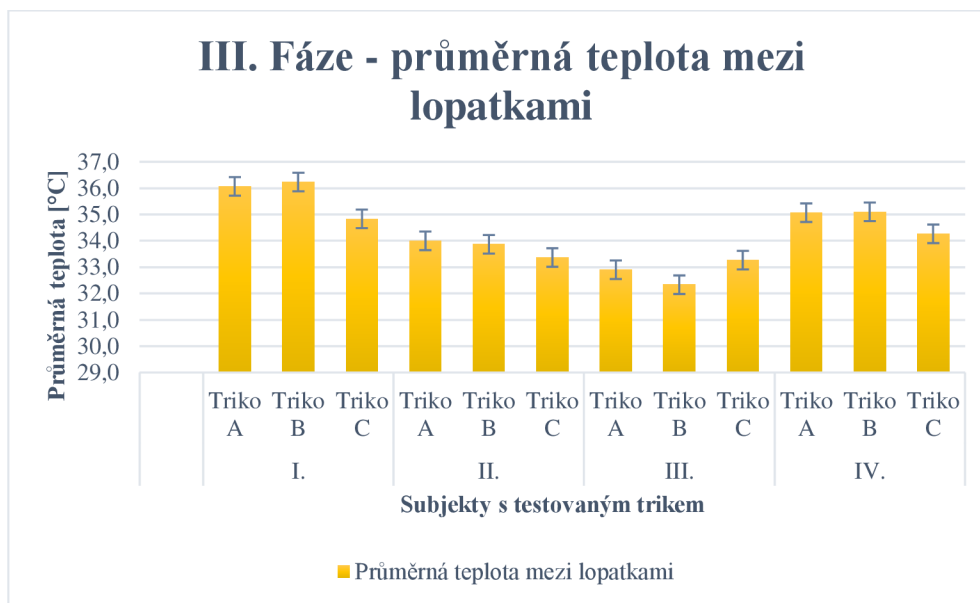
Graf 3 průměrných teplot těla při druhé fázi

U třetí fáze při vyšší fyzické zátěži došlo po prvních 5 minutách k většímu pocení. Na grafu č. 4 lze vidět průměrné teploty pokožky. U všech subjektů byla průměrná teplota lidské pokožky menší u trik bavlněných než u pracovního trika z polyesteru. Subjekt I. a IV. měl nejnižší teplotu pokožky u trika C a subjekt II. a III. naopak zase u trika B. Jakmile se tedy začali jedinci potit došlo u bavlněných trik k většímu ochlazení těla než u pracovních trik. Pro přesnější porovnání na grafu č. 5 lze vidět výsledky, které byly naměřeny na bodě mezi lopatkami, protože na tomto místě docházelo po celou dobu testování k přímému styku s pokožkou. U subjektu III. bylo o 1 °C větší ochlazení u trika B jinak u všech ostatních subjektů došlo k největšímu ochlazení u trika C, a to v rozmezí od 0,5 až 1 °C.



Graf 4 průměrných teplot těla při třetí fázi





Graf 5 průměrných teplot mezi lopatkami při třetí fázi

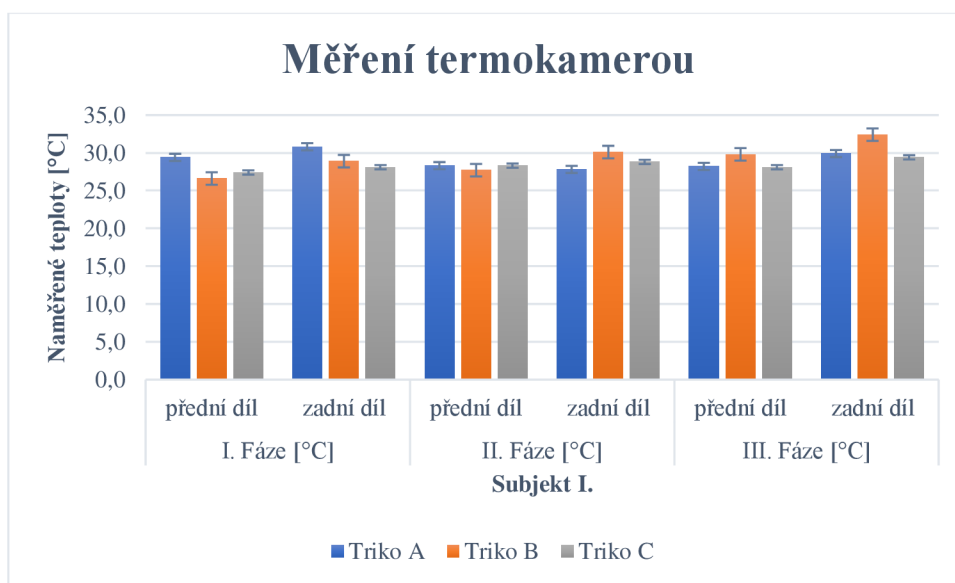
#### 4.1.2. Vyhodnocení teploty – termokamera

Před samotným měřením pomocí termokamery byl proveden test, zda termokameru ovlivňuje barva měřeného materiálu. Tento test byl proveden za pomoci stejně barevných papírů, jako jsou testovaná trika (černá, modrá, svítivě žlutá barva). Papíry byly nejdříve klimatizovány po dobu 24 hodin v místnosti o teplotě 22 °C a vlhkosti 37 %. Po uplynutí 24 hodin proběhlo měření pomocí termokamery. Papír byl měřen vždy uprostřed a byla provedena tři měření. Na obrázku č. 21 lze vidět testované papíry. Teplota u všech třech papírů vyšla vždy 22 °C a tím se tedy potvrdilo, že barva materiálů nemá žádný vliv při měření různých barevných materiálů za pomoci termokamery.



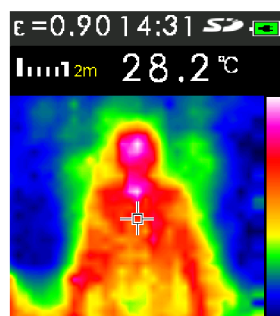
Obrázek 21 barevné papíry pro testování vlivu barvy při měření termokarou

Měření termokamerou VOLTCRAFT PT-32 probíhalo pomocí uchycení kamery na stativ, aby nedocházelo k sevření úhlu a subjekt se vždy postavil na stejné místo, které bylo od kamery vzdálené 2 metry. Měření termokamerou se provádělo ihned po ukončení fyzické zátěže a následovalo měření teploměrem. V tabulkách uvedených v příloze č. 2 lze vidět naměřené hodnoty pomocí termokamery a jsou zde uvedeny veškeré snímky pořízené termokamerou. U výsledků lze vidět, že testovaní měli nejnižší teplotu u fáze III. s trikem C. Na grafu č. 6 jsou uvedené naměřené údaje ze tří fází subjektu I., které byly naměřené termokamerou.

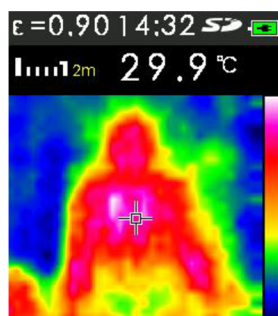


Graf 6 teplot měřených pomocí termokamery – subjekt I.

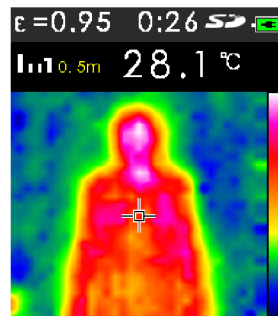
Na výše uvedeném grafu, lze vidět hodnoty z termokamery od Fáze I. (klidové) až po fázi III. (vysoké zátěže). Subjekt stojí vždy čelem a zády ke kameře. Při druhé fázi u zadního dílu subjektu I. došlo u bavlněných triko ke zvýšení teploty až o 2 °C, to může být způsobeno tím, že v této fázi nenastalo ještě tak velké pocení jako ve třetí fázi. Dále je na grafu možné vidět hodnoty, které ukazují, že dochází k velkému zahřátí, přičemž bavlněná trika nejsou natolik prodyšná jako pracovní triko A.



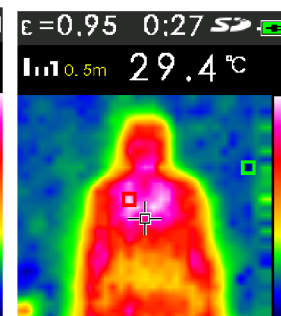
Obrázek 22 přední díl (A)



Obrázek 23 zadní díl (A)

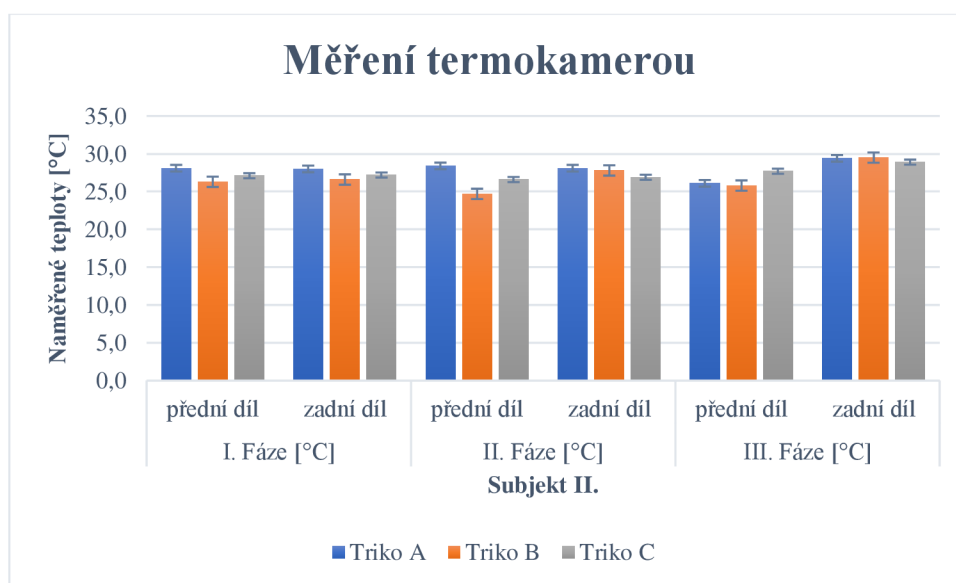


Obrázek 24 přední díl (C)



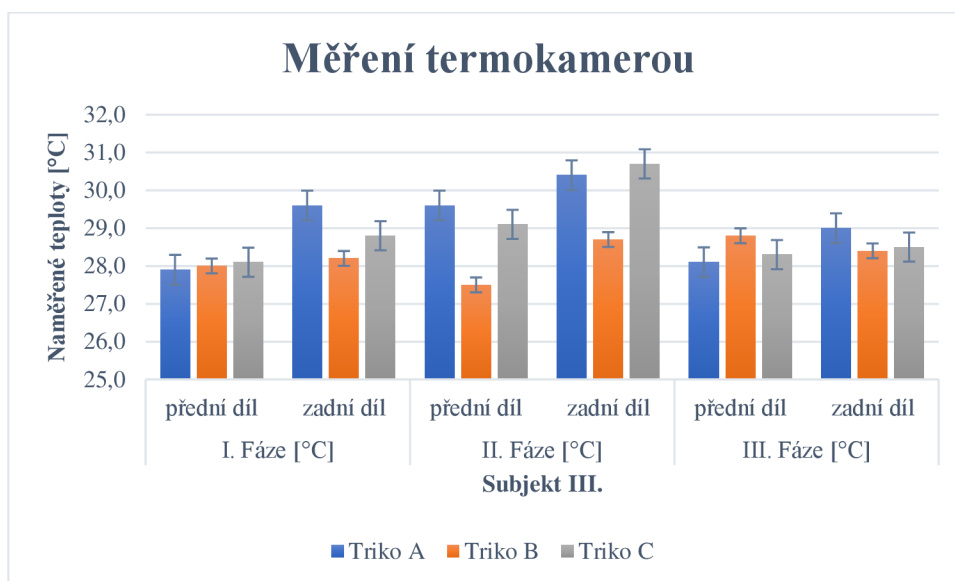
Obrázek 25 zadní díl (C)

Výše na obrázcích č. 22 až 25 jsou uvedeny snímky teplot naměřených pomocí termokamery. Snímek je vždy pořízen čelem k termokameře a následně i zády k termokameře. Na snímcích zleva (obrázek č. 22 a 23) je zobrazen subjekt I. oblečený v triku A, focený ve třetí fázi. K porovnání na dalších snímcích (obrázek č. 24 a 25) je subjekt I. zobrazen s trikem C, taktéž focený ve třetí fázi. Veškeré pořízené snímky termokamerou jsou uvedeny v příloze č. 3.



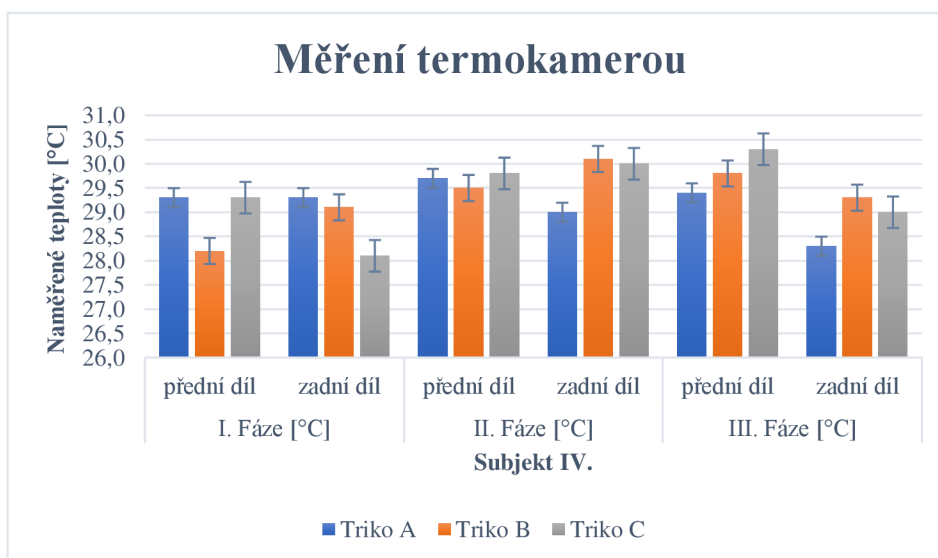
Graf 7 teplot měřených pomocí termokamery – subjekt II.

U subjektu II. (viz graf č. 7) po ukončení třetí fáze měla trika A a C mezi sebou rozdíl okolo 0,5 °C, triko C mělo nižší teplotu na zadním díle. Teplota na zadním díle je přesnější ukazatel tepelného komfortu trik z důvodu přímého kontaktu oděvu s pokožkou. U předního dílu byla teplota vyšší u trika C až o 1,5 °C vzhledem k menší přilnavosti a zároveň horší prodyšnosti trika C.



Graf 8 teplot měřených pomocí termokamery – subjekt III.

U třetího subjektu byla opět teplota ve třetí fázi vyšší u trika A o 0,5 °C než u trika C. Zároveň u trika B ve druhé fázi nedošlo skoro k žádnému zahřátí a u třetí fáze na zadním díle byla naměřena nejnižší teplota (viz graf č. 8).

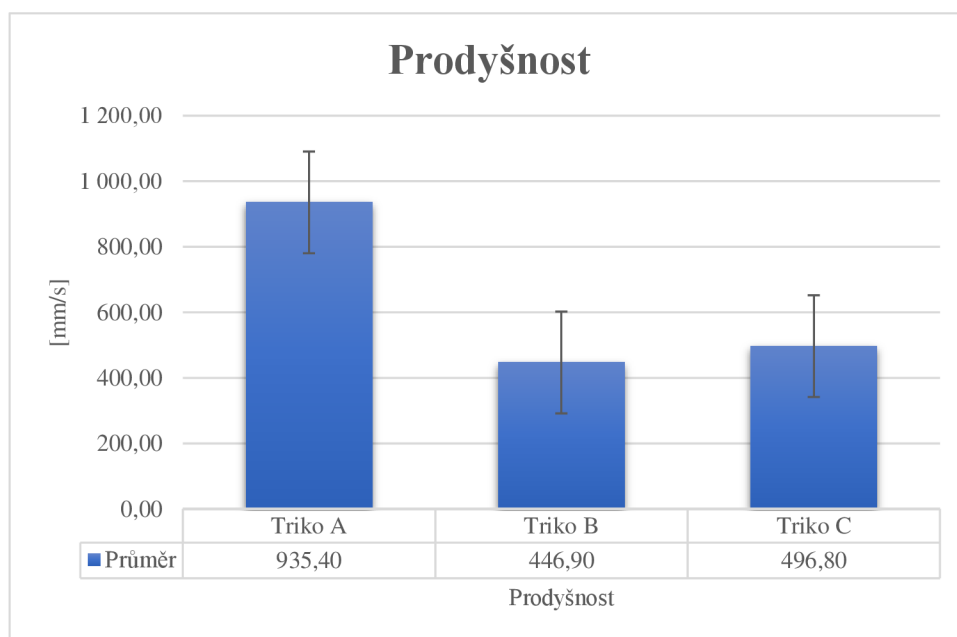


Graf 9 teplot měřených pomocí termokamery – subjekt IV.

U subjektu IV. (viz graf č. 9) došlo jako u jediného testovaného k nejnižší teplotě u trika A ve třetí fázi. Rozdíl teplot mezi triky A a C byl okolo 0,5 °C. I přes vyšší teplotu u trika B a C jedinec hodnotil trika ze 100 % bavlny, jako lepší z hlediska celkového komfortu.

## 5. Laboratorní testování

V laboratoři se testovaly vzorky triček A, B a C kvůli zjištění a ověření vlastností materiálů. Trika se testovala na přístrojích Alambeta, Moisture Management Tester, Permetest a FX 3300 z důvodů zjištění komfortních vlastností (pocit chladu, tepla atd.). Celé testování probíhalo na Katedře hodnocení textilií Technické univerzity v Liberci. Nejdříve byla změřena prodyšnost jednotlivých vzorků. Test prodyšnosti se řídí normou ČSN EN ISO 9237. Zkouška probíhala při tlakovém spádu 100 Pa, měřící plocha čelisti byla 20 cm<sup>2</sup> a bylo provedeno celkem 10 měření u každého trika. Tabulky s naměřenými hodnotami jsou uvedeny i se statistickými údaji v příloze č. 4. Na grafu č. 10 lze vidět porovnání prodyšnosti jednotlivých trik. Na grafu je viditelné, že triko A je daleko více prodyšné než trika vyrobená z bavlny.



Graf 10 prodyšnosti testovaných trik

## 5.1. Měření na zařízení Alambeta

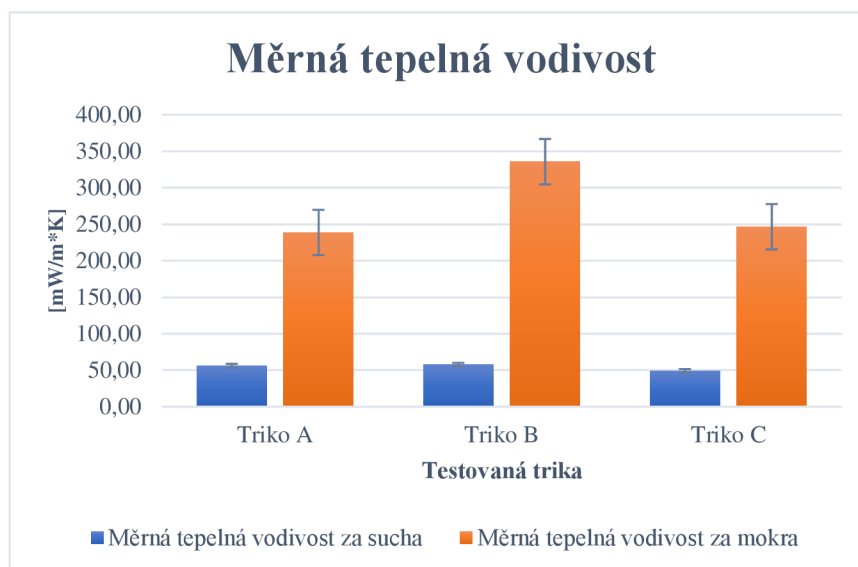
Přístroj Alambeta byl vyvinut panem profesorem Hesem a panem docentem Doležalem. Alambeta je určena k měření termofyzikálních parametrů textilií. Přístroj měří najednou stacionární tepelně – izolační vlastnosti tak i vlastnosti dynamické (tepelná jímavost, tepelný tok). Měřicí plocha, která je v kontaktu s textilií si udržuje konstantní teplotu 35 °C. Tato teplota odpovídá teplotě lidské pokožky. Pro správný průběh testování je nutné umístit vzorky tak, aby došlo ke správnému tepelnému kontaktu mezi měřicí hlavicí a vzorkem [3].

Přístroj měří následující parametry:

- Tloušťka materiálu  $h$  [mm]
- Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ]: znázorňuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a díky tomu vytvoří rozdíl teplot 1 K. Jakmile dochází k růstu teploty tak teplotní vodivost klesá [3].
- Plošný odpor vedení tepla  $r$  [ $W^{-1} \cdot K \cdot m^2$ ]: Plošný odpor představuje odpor při průchodu tepla textilií. Čím vyšší je tepelný odpor, tím nižší je tepelná vodivost a textilie má lepší izolační vlastnosti [3].
- Tepelný tok  $q$  [ $W/m^2$ ]: je množství tepla, které se šíří z hlavice přístroje o teplotě lidské pokožky  $t_2 = 35$  °C do textilie o počáteční teplotě  $t_1$  za jednotku času [3].
- Měrná teplotní vodivost  $a$  [ $m^2 \cdot s^{-1}$ ]: teplotní vodivost udává, jak je látka schopná vyrovnat teplotu. Čím je teplotní vodivost vyšší, tím je vyrovnávání látky a teploty rychlejší [3].
- Tepelná jímavost  $b$  [ $W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$ ]: parametr charakterizující tepelný omak a množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K. Zároveň je jediným parametrem, který udává tepelně-komfortní vjem dotyku pokožky a textilie. Při vyšší hodnotě tepelné jímavosti u materiálu dochází ke chladnějšímu pocitu hmatem [3].

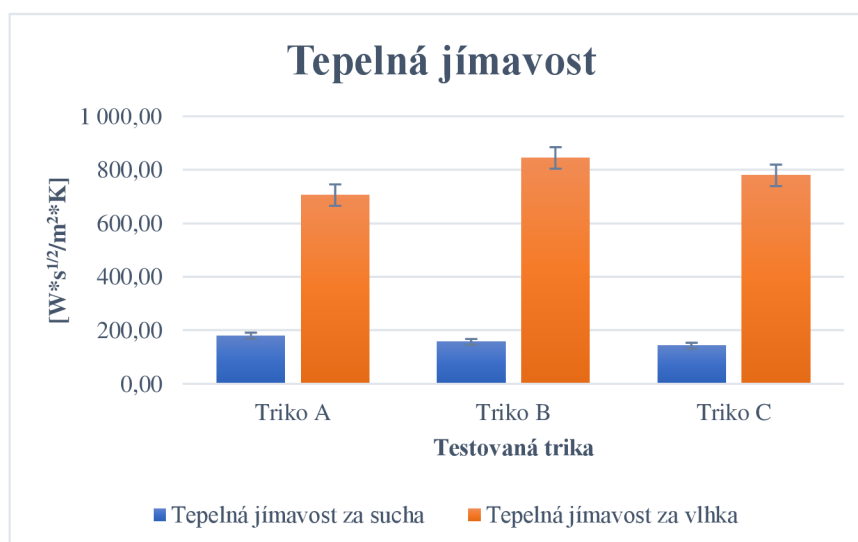
### 5.1.1. Výsledky měření na zařízení Alambeta

Výsledky ukázané v následujících grafech vychází z průměrných hodnot. Všechna naměřená data a jejich statistické vyhodnocení jsou uvedeny v příloze č. 5. Na grafu č. 11 je vidět porovnání měrné tepelné vodivosti materiálů za sucha a za mokra.



Graf 11 Měrná tepelná vodivost trik

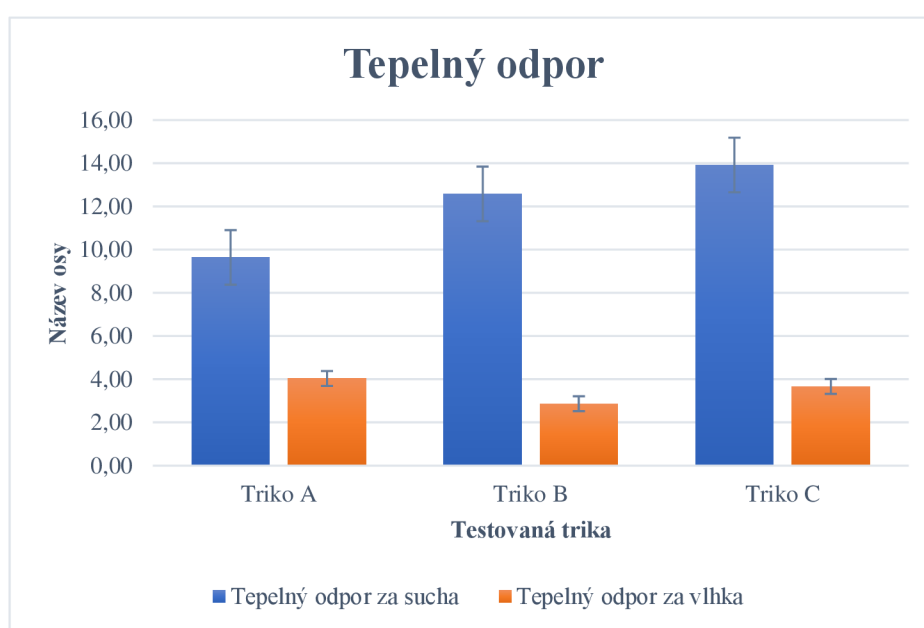
V grafu č. 11 lze vidět porovnání průměrných hodnot měrné tepelné vodivosti. Hodnoty za sucha se pohybují v rozmezí 50–60 mW/m·K. Nejvyšší hodnotu tepelné vodivosti za sucha vykazuje triko B s průměrnou hodnotou 57,5 mW/m·K a nejnižší tepelnou vodivost má triko C. U měrné tepelné vodivosti za vlhka se pohybují okolo 250–350 mW/m·K. Za vlhka má opět nejvyšší hodnotu triko B a nejmenší vodivost za vlhka má triko A. U měrné tepelné vodivosti platí, že textilie s vyšší hodnotou jsou lepší vodiče a textilie s nižší hodnotou mají lepší izolační vlastnosti.



Graf 12 Tepelná jímavost trik

Na grafu č. 12 lze vidět porovnání tepelné jímavosti za sucha a za mokra. Tepelná jímavost za mokra byla výrazně vyšší u bavlněných trik oproti triku z polyesteru. U testování

za sucha nebyly rozdíly až tak enormní oproti testování za mokra. Triko A za sucha mělo nejvyšší tepelnou jímavost okolo  $180 \text{ W*s}^{1/2}/\text{m}^2*\text{K}$ . Tepelná jímavost je jediný parametr, který charakterizuje tepelný omak a představuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K. jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu. U tepelné jímavosti platí, že čím vyšší je hodnota tak tím je textilie pocitově vnímána jako chladnější. U testování za sucha lze říci, že největší chladičivý efekt má triko A, ale při testování za vlhka se ukázalo, že triko B dosáhlo daleko vyšších hodnot a bude mít tedy daleko lepší chladičivý omak při navlhčení.



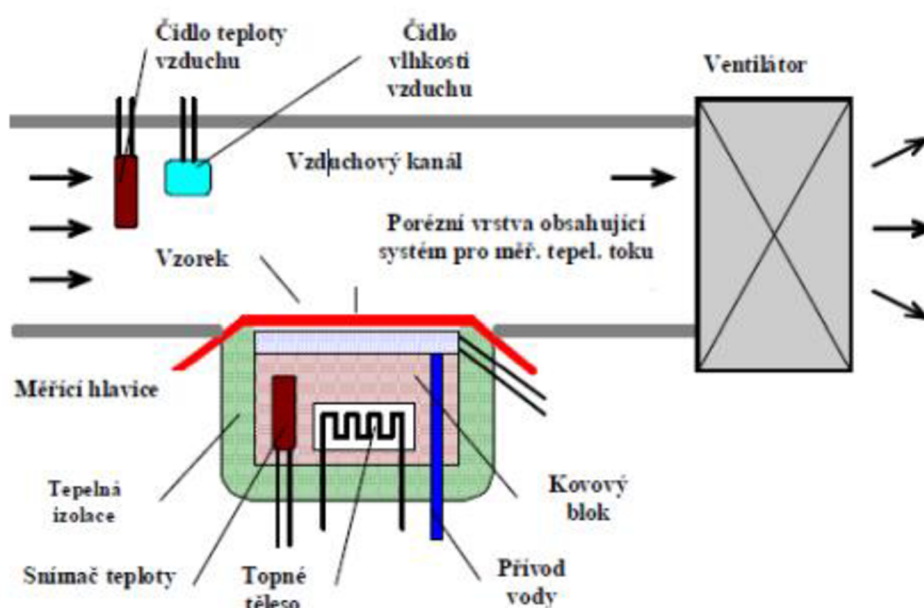
Graf 13 Tepelný odpor trik

Na grafu č. 13 lze vidět porovnání tepelného odporu trik za sucha a za mokra. Plošný odpor je dán poměrem tloušťky materiálu a měrné tepelné vodivosti. Za sucha lze vidět, že nejvyšší tepelný odpor má triko C je tedy možné hodnotit triko tak, že má nejkvalitnější tepelnou izolaci. U tepelného odporu za vlhka se hodnoty pohybovaly podobně, ale nejvyšší hodnotu mělo triko A, přičemž zde se to jeví jako negativní jev z důvodu horšího tepelného komfortu.



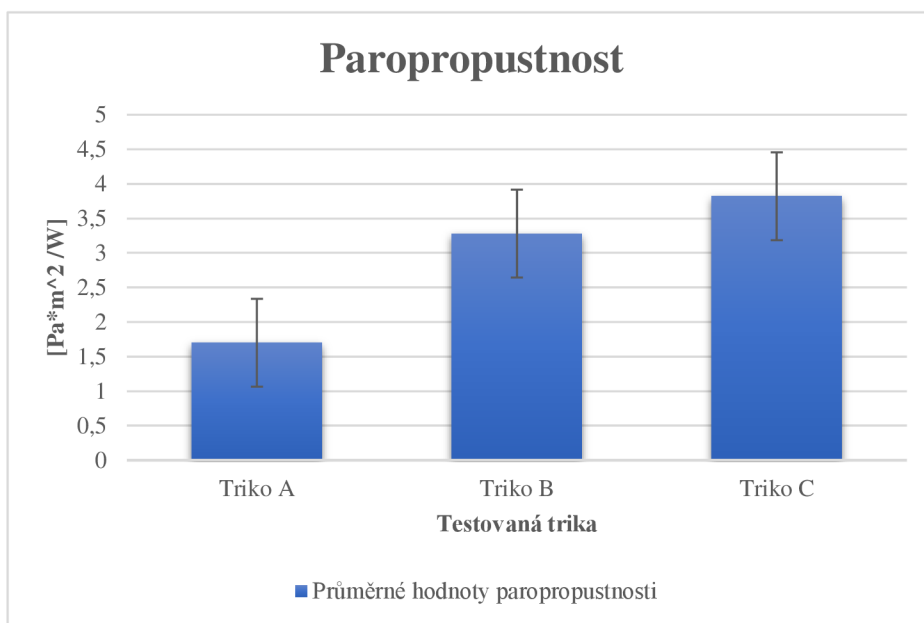
## 5.2. Permetest

Permetest (viz obrázek č. 26) je přístroj, který je využíván pro měření propustnosti vodních par (paropropustnost) a výparného odporu od lidské pokožky přes oděv do okolí. Přístroj funguje na principu tepelného toku procházejícího povrchem modelu lidské pokožky. Měření na přístroji trvá pouze několik minut a výsledek je ihned viditelný na počítači. Mezi další výhody přístroje patří možnost testování bez případné destrukce testovaného materiálu. Přístroj byl patentován v roce 1990 profesorem Lubošem Hesem [3].



Obrázek 26 Schéma přístroje Permetest Zdroj: [3]

Měření na zařízení Permetest probíhalo v klimatizovaných podmínkách na Katedře hodnocení textilií. Vzorky nejdříve byly klimatizovány po dobu 2 hodin a následně testovány v suchém stavu. Každé triko bylo měřeno celkem pětkrát. Jednotlivá měření probíhala na různých částech oděvu z důvodu možného ovlivnění výsledků z předešlého měření. Na grafu č. 14 lze vidět porovnání průměrné hodnoty výparného odporu trik. Výparný odpor a paropropustnost spolu úzce souvisí a navzájem se ovlivňují.



Graf 14 Paropropustnost trik

Na výše uvedeném grafu lze vidět porovnání výparného odporu všech testovaných vzorků. Nejnižší výparný odpor má triko A s průměrnou hodnotou 1,7 [Pa\*m<sup>2</sup>/W]. Trika ze 100 % bavlny mají výparný odpor vyšší. Zároveň u trika C, které má nižší plošnou hmotnost je výparný odpor o 0,6 [Pa\*m<sup>2</sup>/W] vyšší, než u trika B. Jak již bylo zmíněno výparný odpor a paropropustnost spolu úzce souvisí a platí, že čím nižší je hodnota výparného odporu, tím vyšší je relativní paropropustnost pro vodní páry. Podle klasifikace propustnosti textilie pro vodní páry, dle normy ISO, spadají všechny tři testovaná trika do první kategorie, kde výparný odpor  $R_{et} < 6$  = velmi dobrá propustnost vodních par (nad  $> 16\ 000\ g/m^2$  za 24 hod.).

### 5.3. Moisture Management Tester

Přístroj Moisture Management Tester (MMT) slouží k měření šíření vlhkosti u plošných textilních materiálů. Zařízení dokáže změřit šíření vlhkosti u tkanin, pletenin nebo netkaných textilií ve třech rozměrech a simuluje nošení – kontakt materiálu s pokožkou. Jedná se o savost materiálu, rychlost šíření/vysychání a schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti. Tyto parametry se měří pomocí horních a dolních čidel, mezi které se vkládá testovaná textilie. Na vrchní stranu textilie se dávkuje předem stanovené množství roztoku (syntetický pot) a následně se vyhodnocují naměřené hodnoty [22].

Přístroj zjistí hodnoty, které se dále můžou porovnávat s ostatními textiliemi. Mezi tyto hodnoty patří: doba navlhčení [s], savost textilie [%/s], maximální rádius navlhčení [mm],

rychlost šíření kapaliny [mm/s], schopnost jednosměrného přenosu kapaliny [%] a OMMC (celkový ukazatel managementu vlhkosti) [22].

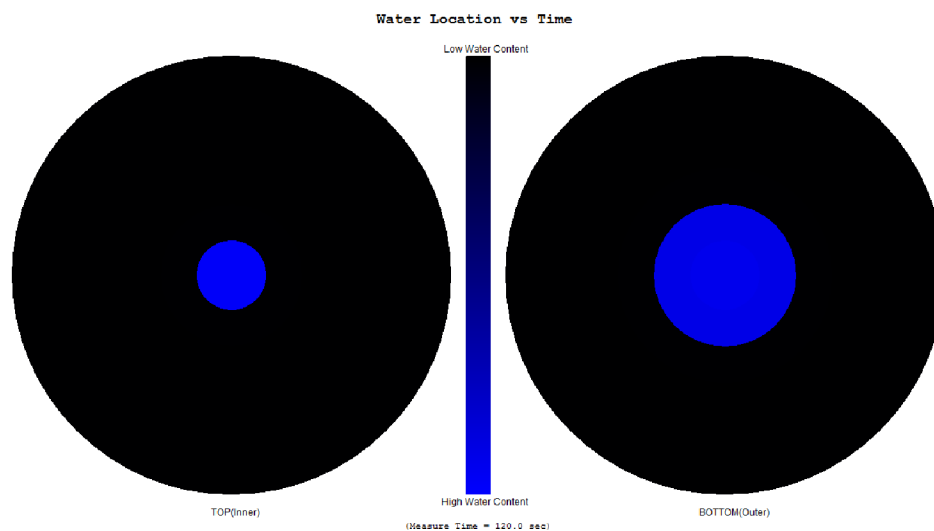
Pro měření na přístroji MMT byly z každého testovaného trika vytvořeny tři čtverečky o rozměrech 90 x 90 mm. Následně bylo provedeno měření na přístroji. Na obrázku č. 27 lze vidět konec měření trika A, u kterého nedošlo k žádné savosti.



Obrázek 27 konec měření trika A

Na následujících obrázcích je znázorněné vyhodnocení transportu vlhkosti testovaných trik. Čím je plocha kruhu více modrá, tím je navlhavost vzorku vyšší. Na levé straně grafu se vždy nachází lícní strana textilie a na pravé straně se nachází rubní strana textilie.

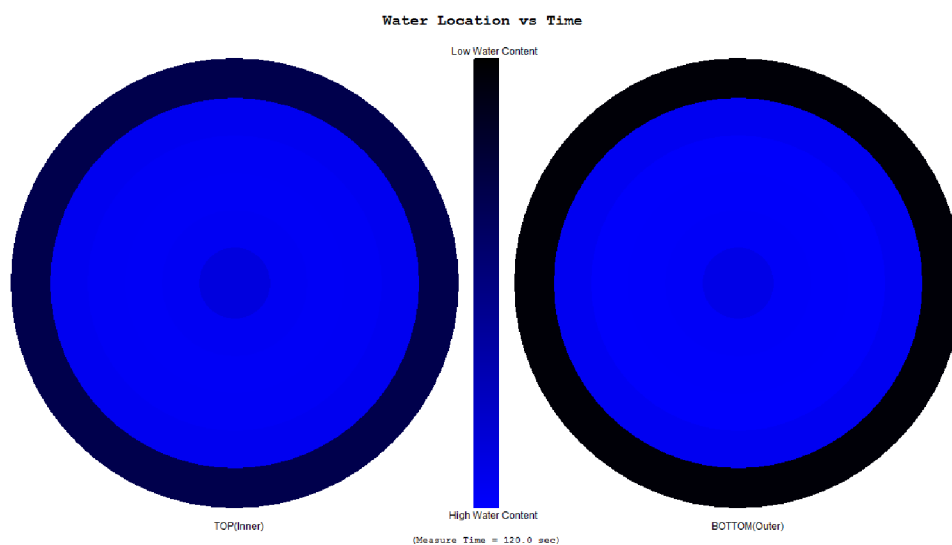
### TRIKO A



Obrázek 28 transport vlhkosti trika A

U trika A (viz obrázek č. 28) je viditelné, že se jedná o špatně navlhavou textilii (vodu odpuzující textilie). U vrchní strany nedochází k žádnému navlhčení a u spodní strany dochází k pomalému navlhčení. U vrchní strany textilie nedochází k žádné savosti a u spodní strany dochází k velmi pomalé savosti. Rychlost šíření kapaliny nastává pouze u spodní strany a je velmi pomalá. Přístrojem byla textilie vyhodnocena jako rychle absorbující a pomalu schnoucí tkanina.

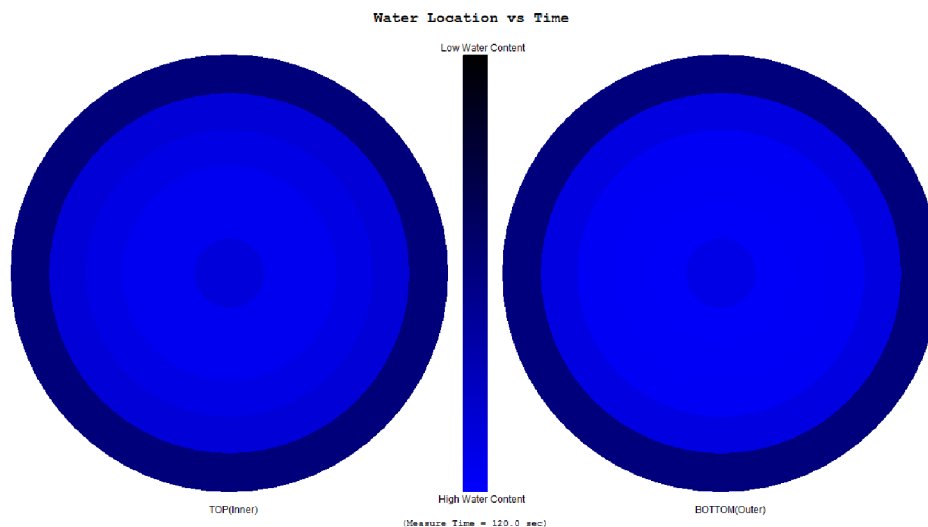
### TRIKO B



Obrázek 29 Transport vlhkosti trika B

U trika B (viz obrázek č. 29) dochází k pomalému až střednímu namočení vrchní i spodní strany textilie. Savost obou stran textilie je střední. Kapalina se šíří textilií u horní strany středně a u spodní strany je šíření pomalé, oblast šíření kapaliny je velká a jednosměrný přenos kapaliny je dobrý. Z obrázku č. 40 je patrné, že se jedná o textilii s managementem vlhkosti s dobrým jednosměrným přenosem vlhkosti.

## TRIKO C



Obrázek 30 Transport vlhkosti trika C

U trika C (viz obrázek č. 30) dochází k rychlému navlhčení horní i spodní strany. Savost textilie je střední až rychlá z obou stran textilie. Rychlost šíření kapaliny textilií je rychlá jak u horní, tak i u spodní strany textilie. Oblast šíření kapaliny v textilie je velká (velmi rychlá). Z obrázku č. 41 lze říct, že se jedná o textilií s managementem vlhkosti s výborným jednosměrným přenosem kapaliny.

## 6. Celkové porovnání výsledků

Testové měření probíhalo pomocí teploměru a termokamery. Zároveň po fyzickém testování subjektů následovalo testování laboratorní, kde byly zjištěny vlastnosti jednotlivých použitých materiálů (prodyšnost, tepelné vlastnosti, paropropustnost a MMT test).

Před začátkem fyzického testování byla definována místa na těle subjektů (podpaží, střed hrudi, mezi lopatkami a v úrovni beder), která se následně po zátěži měřila termokamerou a teploměrem.

Testovaní dostali na začátku testu hrudní pás pro měření tepové frekvence. První měření proběhlo při klidové tepové frekvenci a následovala první fyzická zátěž na cyklotrenažeru při 65 % tepové frekvence z maximální tepové frekvence jedince. Každému testovanému subjektu se spustil čas měření ve chvíli, kdy se na cyklotrenažeru dostal na požadovanou tepovou frekvenci. Poté následovalo měření po dobu 10 minut čistého času. Druhá fyzická zátěž probíhala při 75 % tepové zátěže z maximální tepové frekvence jedince a probíhala po dobu 20 minut čistého času.

Trika B a C ze 100 % bavlny dopadla při fyzickém testu lépe než pracovní triko společnosti EUROVIA, které bylo vyrobeno ze 100 % PES. Trika dokázala u subjektů I. až III. snížit teplotu organismu i při druhé fyzické zátěži z důvodu lepších absorpčních vlastností. Bavlněná trika většinu vlhkosti nasákla do sebe a následně docházelo k pomalému odpařování a lepšímu ochlazení lidského organismu. Pracovní triko nepohltilo takové množství vlhkosti a následné odpařování a odvod vlhkosti neprobíhalo dostatečně rychle jako u bavlněných trik.

Z laboratorního testování bylo zjištěno, že prodyšnost pracovního trika je daleko vyšší než u bavlněných trik. Zároveň při měření na zařízení Alambeta se zjistilo, že tepelný odpor za sucha má nejnižší pracovní triko, ale za mokra mají nižší tepelný odpor trika z bavlny. Tyto výsledky potvrdily, že bavlněná trika mají lepší chladivý efekt než triko z polyesteru. Zároveň i subjektivní hodnocení testovaných potvrzuje, že trika z bavlny jsou komfortnější než polyesterové triko.

I přes rozdílný výsledek u subjektu IV., kde došlo k nižší teplotě při fyzické zátěži u trika A, lze díky objektivnímu a subjektivnímu měření říci, že trika bavlněná poskytují svému nositeli lepší tepelný komfort než pracovní polyesterové triko.



## 7. Návrh inovace pracovního trika

Celkové výsledky z experimentální části potvrdily, že bavlněný materiál dokáže nositeli zlepšit termofyziologický komfort více než polyesterový materiál. Z tohoto důvodu bych doporučil následné vylepšení pracovního oděvu pro zaměstnance společnosti EUROVIA Kamenolomy, a.s. U pracovního trika, které je vyrobené z více dílů, bych na dříve definovaných místech (levé podpaží, pravé podpaží, střed hrudníku, mezi lopatkami a na bedrech) nahradil původní materiál 100% PES materiálem ze 100% bavlny. Tato místa byla vybrána z důvodu většího pocení a zahřívání organismu v horní části lidského těla. Na obrázku č. 31 lze vidět pracovní triko s vyznačenými místy, kde by bylo vhodné nahrazení polyesterového materiálu za bavlněný. Tímto nahrazením by byl zajištěn lepší odvod potu od těla a předešlo by se tak stékání potu po těle. Zároveň při pocení dochází k navlhčení bavlny, což vede k lepšímu chladivému efektu a následnému snižování teploty organismu. Další možností, jak by společnost mohla pracovníkům zlepšit termofyziologický komfort při výkonu práce je každodenní fasování tenkého bavlněného tílka. Zaměstnanec by si na začátku pracovní doby oblékl tílko pod pracovní triko. Na konci pracovní doby by použitá tílka odevzdávali a společnost by je do dalšího dne nechala vyčistit. Tento způsob lze využít také jako jeden z možných bonusů pro zaměstnance.



Obrázek 31 pracovní triko společnosti EUROVIA

## 8. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo hodnocení tepelného komfortu pracovního oděvu ve společnosti EUROVIA Kamenolomy, a.s. Pro porovnání bylo provedeno fyzické a laboratorní testování. U fyzického testování bylo použito měření pomocí termokamery a teploměru. Při laboratorním testování se testovala trika na přístrojích Permetest, Alambeta, MMT a FX 3300.

V teoretické části je definován oděvní komfort, který je rozdělen na psychologický, senzorický, patofyziologický a termofyziologický komfort. Dále se v teoretické části popisuje termoregulace lidského organismu, reagování organismu na teplo při výkonu fyzické zátěže a mechanismy přenosu tepla. Vzhledem používání termokamery v experimentální části je v teorii zmíněno i infračervené záření a jeho následné využití.

Experimentální část bakalářské práce je rozdělena na dvě části fyzické testování a laboratorní testování. K porovnání pracovního trika byla použita dvě další trika ze 100 % bavlny. Triko modré barvy bylo rovněž od společnosti EUROVIA a černé triko bylo pořízeno z důvodu stejné plošné hmotnosti, jako má triko A (pracovní triko) k laboratornímu testování.

U fyzického testování proběhly dohromady tři fáze měření pomocí termokamery a teploměru. Zároveň se testování zúčastnili celkem čtyři muži, přičemž každý testoval tři trika. První fáze byla klidová a měření proběhlo při klidové tepové frekvenci testovaného. Druhá fáze byla při mírné zátěži po dobu 10 minut a testovaní udržovali svoji tepovou frekvenci při 65 % z jejich maximální tepové frekvence. U třetí fáze (vysoká zátěž), která byla stanovena na 20 minut, se testovaní snažili udržet svoji tepovou frekvenci při 75 % z jejich maximální tepové frekvence.

Naměřená data z termokamery a teploměru měla podobný průběh. Data byla pouze posunuta o necelé 2 °C. Tento rozdíl spadá do možné odchylky termokamery a teploměru. Bavlněná trika dosahovala vyšších teplot při druhé fázi, kde docházelo pouze k zahřátí organismu a začátku lehkého pocení. Při třetí fázi bavlněná trika dosahovala už nižších teplot z důvodu lepší navlhavosti materiálu a ochlazování lidského organismu. Výsledky z laboratorního testování následně potvrdily komfortnější vlastnosti bavlněných trik (vyšší navlhavost, chladivější omak...). Z tohoto důvodu bych doporučil nahradit polyesterový materiál za bavlněný materiál na citlivých místech u horní části těla.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HES, Luboš. *TEXTILNÍ VLÁKNA Klasická a speciální*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1.
- [2] *Polyesterová vlákna* [online]. [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: <http://www.skolertextilu.cz/elearning/467/textilni-terminologie-zboziznalstvi/vlakna-prize-a-nite/Polyesterova-vlakna.html>
- [3] HES, Luboš a Petr SLUKA. *Úvod do komfortu textilií*. 1. vydání. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0.
- [4] JOKL, Miloslav. *Přirozená klimatizace*. Brno: ERA, 2004. ISBN: 80-86517-84-5.
- [5] JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK. *Biologie pro gymnázia: teoretická a praktická část*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2014. ISBN: 978-80-7182-338-4.
- [6] RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. *Oděvní materiály*. Liberec: Technická univerzita, Textilní fakulta, 2003. ISBN: 80-7083-682-2.
- [7] POKORNÝ, Marek. *Sálání tepla*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2006 [online]. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: [http://people.fsv.cvut.cz/www/wald/Pozarni\\_odolnost/e-text/specialiste/1/1-4\\_Salani\\_tepla.pdf](http://people.fsv.cvut.cz/www/wald/Pozarni_odolnost/e-text/specialiste/1/1-4_Salani_tepla.pdf)
- [8] MALÝ, David. *Vliv podložky a konstrukce textilií na stanovení tepelného odporu textilního materiálu na přístroji Termoskop*. Liberec, 2020. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci.
- [9] MACHÁČKOVÁ, Blažena. *Viditelné elektromagnetické záření* [online]. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/115994259-Viditelne-elektromagneticke-zareni.html>
- [10] KŘEMENÁKOVÁ, Dana, Jiří MILITKÝ a Jaroslav ŠESTÁK. *Vláknenné struktury pro speciální aplikace*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013. ISBN 978-80-87269-32-9.
- [11] ŠPLÍCHALOVÁ, Anna. *Ergonomie tepleného prostředí* [online]. 2017. Dostupné z: <https://www.mediprofi.cz/33/ergonomie-tepelneho-prostredi-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EtMunbzcZIB9rMc70MVMFpw/>

- [12] KITTNAR, Otomar. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.
- [13] LITVIK, Radek. *Struktura a funkce ekrinních potních žláz a možnosti ovlivnění produkce potu* [online]. 2014. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/cesko-slovenska-dermatologie/2014-5/struktura-a-funkce-ekrinnich-potnich-zlaz-a-moznosti-ovlivneni-produkce-potu-51037>
- [14] KRÁL, Jiří. *Fysiologie a biochemie potu*. Praha: SZdN, 1964.
- [15] HONZÍK, Lumír. *Infračervené záření* [online]. 2010. Dostupné z: <https://www.hvr.cz/2010/11/22/minislovnicek-infracervene-zareni/>
- [16] VAŠKO, Antonín. *Infračervené záření a jeho užití*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1963.
- [17] *Obrázek elektromagnetického spektra* [online]. [cit. 2023-01-14]. Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/docu/clanky/0058/005802o10.jpg>
- [18] *Termovizní systémy* [online]. [cit. 2023-01-14]. Dostupné z: <https://eu.fme.vutbr.cz/file/vomm/0700.htm>
- [19] *Funkce termokamery* [online]. [cit. 2023-01-14]. Dostupné z: <http://www.termokamera.cz/princip-a-funkce/funkce-termokamery/>
- [20] *Voltcraft PT-32-Termokamera* [online]. [cit. 2023-01-14]. Dostupné z: <https://www.revizeshop.cz/VOLTCRAFT-PT-32-Termokamera>
- [21] VILÍMOVSKÝ, Michal. *Jakou tepovou frekvenci byste měli mít?* [online]. 2019. [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: <https://cs.medlicker.com/1559-tepova-frekvence>
- [22] MOISTURE MANAGEMENT TESTER. SDL ATLAS Ltd. 2010, DOI: M290 MMT.

## Seznam příloh

Příloha č. 1 – Naměřené hodnoty na definovaných bodech horní části těla

Příloha č. 2 – Hodnoty naměřené termokamerou

Příloha č. 3 – Snímky pořízené pomocí termokamery

Příloha č. 4 – Tabulky s naměřenými hodnotami z laboratorního testování a statistickými údaji

Příloha č. 1 – Naměřené hodnoty na definovaných bodech horní části těla

TRIKO A; subjekt 50 let				TRIKO B; subjekt 50 let				TRIKO C; subjekt 50 let			
měřené body		měření I. Fáze [°C]		měřené body		měření I. Fáze [°C]		měřené body		měření I. Fáze [°C]	
pravé podpaží	36,7	37,1	36,2	pravé podpaží	36,6	36,5	36,8	pravé podpaží	37,2	36,8	37,1
levé podpaží	36,6	35,6	35,8	levé podpaží	36,1	36,8	36,8	levé podpaží	37,0	36,9	36,9
uprostřed hrudi	36,3	36,0	35,8	uprostřed hrudi	36,2	36,5	36,3	uprostřed hrudi	36,5	36,4	36,5
mezi lopatkami	36,5	36,7	36,5	mezi lopatkami	36,0	36,0	36,1	mezi lopatkami	36,9	37,0	36,8
bedra	37,3	37,1	37,0	bedra	36,0	36,3	36,4	bedra	37,0	37,2	37,2
měřené body		měření II. Fáze [°C]		měřené body		měření II. Fáze [°C]		měřené body		měření II. Fáze [°C]	
pravé podpaží	34,8	34,6	34,3	pravé podpaží	35,0	35,2	35,0	pravé podpaží	33,0	32,7	32,7
levé podpaží	34,7	34,5	34,0	levé podpaží	35,0	35,0	34,7	levé podpaží	32,6	32,6	33,0
uprostřed hrudi	35,0	34,5	34,6	uprostřed hrudi	34,0	34,1	34,0	uprostřed hrudi	34,6	34,7	34,2
mezi lopatkami	35,0	34,4	34,7	mezi lopatkami	32,5	32,6	32,6	mezi lopatkami	35,0	34,6	34,6
bedra	34,7	34,6	34,7	bedra	32,5	33,0	33,0	bedra	34,7	34,8	35,0
měřené body		měření III. Fáze [°C]		měřené body		měření III. Fáze [°C]		měřené body		měření III. Fáze [°C]	
pravé podpaží	33,8	33,0	33,5	pravé podpaží	34,3	34,0	34,1	pravé podpaží	32,4	32,2	32,3
levé podpaží	33,8	34,2	34,1	levé podpaží	34,5	34,9	34,3	levé podpaží	32,5	32,1	32,2
uprostřed hrudi	36,0	36,3	36,1	uprostřed hrudi	36,3	36,0	36,0	uprostřed hrudi	34,5	34,2	34,0
mezi lopatkami	36,0	36,1	36,1	mezi lopatkami	36,4	36,3	36,0	mezi lopatkami	34,7	35,1	34,7
bedra	35,1	35,2	35,6	bedra	35,9	35,7	35,2	bedra	34,8	35,1	35,0

TRIKO A; subjekt 40 let				TRIKO B; subjekt 40 let				TRIKO C; subjekt 40 let			
měřené body		měření I. Fáze [°C]		měřené body		měření I. Fáze [°C]		měřené body		měření I. Fáze [°C]	
pravé podpaží	35,1	35,4	35,2	pravé podpaží	36,2	36,0	36,1	pravé podpaží	35,6	35,0	34,9
levé podpaží	35,3	35,4	35,2	levé podpaží	36,0	36,0	36,2	levé podpaží	35,4	35,1	34,6
uprostřed hrudi	35,8	35,6	35,6	uprostřed hrudi	36,0	36,0	36,0	uprostřed hrudi	35,5	35,0	34,8
mezi lopatkami	35,5	35,3	35,3	mezi lopatkami	35,3	35,5	35,5	mezi lopatkami	35,6	35,2	35,0
bedra	35,4	35,3	35,3	bedra	35,5	35,5	35,3	bedra	35,3	35,1	35,1
měřené body		měření II. Fáze [°C]		měřené body		měření II. Fáze [°C]		měřené body		měření II. Fáze [°C]	
pravé podpaží	34,4	33,8	34,2	pravé podpaží	32,2	32,4	32,5	pravé podpaží	30,6	31,3	31,0
levé podpaží	33,2	33,3	33,5	levé podpaží	31,1	31,1	31,0	levé podpaží	30,5	30,3	30,3
uprostřed hrudi	33,2	32,5	32,8	uprostřed hrudi	31,8	32,0	31,8	uprostřed hrudi	31,5	30,7	30,7
mezi lopatkami	32,3	32,6	32,3	mezi lopatkami	32,0	32,2	32,2	mezi lopatkami	30,9	31,0	31,5
bedra	32,6	33,0	32,5	bedra	32,3	32,7	32,4	bedra	32,8	31,5	31,5
měřené body		měření III. Fáze [°C]		měřené body		měření III. Fáze [°C]		měřené body		měření III. Fáze [°C]	
pravé podpaží	33,1	33,1	33,5	pravé podpaží	32,0	32,2	32,3	pravé podpaží	32,8	32,0	33,2
levé podpaží	32,3	32,5	33,0	levé podpaží	30,5	31,6	30,5	levé podpaží	32,0	33,3	33,1
uprostřed hrudi	34,3	34,3	34,0	uprostřed hrudi	34,3	33,7	33,6	uprostřed hrudi	34,5	34,7	34,4
mezi lopatkami	33,9	34,2	33,9	mezi lopatkami	33,8	33,8	34,0	mezi lopatkami	33,3	33,5	33,3
bedra	34,6	34,5	34,3	bedra	34,5	34,6	34,2	bedra	34,3	34,6	34,1



TRIKO A; subjekt 20 let				TRIKO B; subjekt 20 let				TRIKO C; subjekt 20 let			
měřené body	měření I. Fáze [°C]			měřené body	měření I. Fáze [°C]			měřené body	měření I. Fáze [°C]		
pravé podpaží	37,2	37,1	37,1	pravé podpaží	36,8	36,7	36,6	pravé podpaží	36,0	36,2	35,8
levé podpaží	37,2	37,1	37,1	levé podpaží	37,2	36,5	36,6	levé podpaží	35,9	36,2	36,0
uprostřed hrudi	37,1	37,0	37,1	uprostřed hrudi	36,6	36,5	36,5	uprostřed hrudi	36,4	36,1	35,8
mezi lopatkami	37,2	37,1	37,1	mezi lopatkami	36,7	36,5	36,6	mezi lopatkami	36,3	36,5	36,2
bedra	37,1	37,1	37,2	bedra	36,7	36,6	36,5	bedra	36,6	36,2	36,4
měřené body	měření II. Fáze [°C]			měřené body	měření II. Fáze [°C]			měřené body	měření II. Fáze [°C]		
pravé podpaží	35,5	35,3	35,6	pravé podpaží	36,6	36,5	36,3	pravé podpaží	33,5	33,4	33,6
levé podpaží	35,5	35,4	35,5	levé podpaží	36,7	36,8	36,3	levé podpaží	33,8	33,2	33,3
uprostřed hrudi	36,0	36,5	36,6	uprostřed hrudi	36,6	36,5	36,3	uprostřed hrudi	33,6	33,3	33,0
mezi lopatkami	35,5	35,8	35,9	mezi lopatkami	35,5	36,0	36,0	mezi lopatkami	33,4	33,1	33,0
bedra	35,0	35,0	35,1	bedra	34,6	34,9	35,0	bedra	33,5	32,9	32,9
měřené body	měření III. Fáze [°C]			měřené body	měření III. Fáze [°C]			měřené body	měření III. Fáze [°C]		
pravé podpaží	33,5	33,0	32,8	pravé podpaží	33,0	32,3	32,1	pravé podpaží	33,7	33,0	33,6
levé podpaží	34,1	33,2	32,8	levé podpaží	33,1	31,5	32,2	levé podpaží	33,1	33,3	33,0
uprostřed hrudi	34,0	33,1	33,0	uprostřed hrudi	34,0	33,5	33,1	uprostřed hrudi	33,0	33,6	33,0
mezi lopatkami	33,0	33,1	32,6	mezi lopatkami	32,4	32,6	32,0	mezi lopatkami	33,7	33,1	33,0
bedra	33,0	33,0	32,8	bedra	30,9	30,7	30,5	bedra	31,0	33,1	31,0

TRIKO A; subjekt 22 let				TRIKO B; subjekt 22 let				TRIKO C; subjekt 22 let			
měřené body	měření I. Fáze [°C]			měřené body	měření I. Fáze [°C]			měřené body	měření I. Fáze [°C]		
pravé podpaží	37,2	37,1	37,0	pravé podpaží	37,0	36,3	37,1	pravé podpaží	35,8	36,1	35,4
levé podpaží	37,0	37,0	36,8	levé podpaží	36,6	36,5	36,7	levé podpaží	35,4	36,5	35,8
uprostřed hrudi	36,2	36,6	36,0	uprostřed hrudi	35,6	35,5	35,5	uprostřed hrudi	35,0	35,3	35,4
mezi lopatkami	36,6	36,6	36,5	mezi lopatkami	37,0	37,1	37,0	mezi lopatkami	36,1	36,1	35,9
bedra	35,7	35,7	35,5	bedra	36,0	36,0	36,7	bedra	35,2	35,2	35,3
měřené body	měření II. Fáze [°C]			měřené body	měření II. Fáze [°C]			měřené body	měření II. Fáze [°C]		
pravé podpaží	34,5	33,9	34,6	pravé podpaží	35,6	34,6	33,8	pravé podpaží	34,4	34,0	33,5
levé podpaží	34,2	33,9	33,8	levé podpaží	35,3	34,5	33,6	levé podpaží	34,3	33,4	33,3
uprostřed hrudi	34,4	34,6	34,9	uprostřed hrudi	34,8	34,6	33,9	uprostřed hrudi	33,7	33,2	33,3
mezi lopatkami	34,2	34,5	34,2	mezi lopatkami	34,7	35,0	34,5	mezi lopatkami	33,8	34,1	34,3
bedra	33,3	33,1	33,1	bedra	33,7	33,6	34,1	bedra	33,1	32,7	32,7
měřené body	měření III. Fáze [°C]			měřené body	měření III. Fáze [°C]			měřené body	měření III. Fáze [°C]		
pravé podpaží	35,4	35,6	35,0	pravé podpaží	35,4	33,8	33,8	pravé podpaží	33,5	34,1	33,7
levé podpaží	33,9	34,0	34,2	levé podpaží	34,8	35,0	33,7	levé podpaží	32,6	32,8	32,3
uprostřed hrudi	33,9	33,4	33,6	uprostřed hrudi	34,3	34,4	33,8	uprostřed hrudi	33,2	33,2	33,4
mezi lopatkami	35,4	35,2	34,6	mezi lopatkami	35,7	35,3	34,3	mezi lopatkami	34,5	34,1	34,2
bedra	32,7	32,3	32,2	bedra	33,8	33,0	33,8	bedra	33,1	32,0	32,3

I. FÁZE												
Průměrná teplota [°C] při klidové tepové frekvenci												
SUBJEKT	I.			II.			III.			IV.		
TESTOVANÉ TRIKA	Triko A	Triko B	Triko C	Triko A	Triko B	Triko C	Triko A	Triko B	Triko C	Triko A	Triko B	Triko C
pravé podpaží	36,7	36,6	37,0	35,2	36,1	35,2	37,1	36,7	36,0	37,1	36,8	35,8
levé podpaží	36,0	36,6	36,9	35,3	36,1	35,0	37,1	36,8	36,0	36,9	36,6	35,9
uprostřed hrudi	36,0	36,3	36,5	35,7	36,0	35,1	37,1	36,5	36,1	36,3	35,5	35,2
mezi lopatkami	36,6	36,0	36,9	35,4	35,4	35,3	37,1	36,6	36,3	36,6	37,0	36,0
bedra	37,1	36,2	37,1	35,3	35,4	35,2	37,1	36,6	36,4	35,6	36,2	35,2

II. FÁZE												
Průměrná teplota [°C] při 65 % z max. tepové frekvenci												
SUBJEKT	I.			II.			III.			IV.		
TESTOVANÉ TRIKA	Triko A	Triko B	Triko C	Triko A	Triko B	Triko C	Triko A	Triko B	Triko C	Triko A	Triko B	Triko C
pravé podpaží	34,6	35,1	32,8	34,1	32,4	31,0	35,5	36,5	33,5	34,3	34,7	34,0
levé podpaží	34,4	34,9	32,7	33,3	31,1	30,4	35,5	36,6	33,4	34,0	34,5	33,7
uprostřed hrudi	34,7	34,0	34,5	32,8	31,9	31,0	36,4	36,5	33,3	34,6	34,4	33,4
mezi lopatkami	34,7	32,6	34,7	32,4	32,1	31,1	35,7	35,8	33,2	34,3	34,7	34,1
bedra	34,7	32,8	34,8	32,7	32,5	31,9	35,0	34,8	33,1	33,2	33,8	32,8

III. FÁZE												
Průměrná teplota [°C] při 75 % z max. tepové frekvenci												
SUBJEKT	I.			II.			III.			IV.		
TESTOVANÉ TRIKA	Triko A	Triko B	Triko C	Triko A	Triko B	Triko C	Triko A	Triko B	Triko C	Triko A	Triko B	Triko C
pravé podpaží	33,4	34,1	32,3	33,2	32,2	32,7	33,1	32,5	33,4	35,3	34,3	33,8
levé podpaží	34,0	34,6	32,3	32,6	30,9	32,8	33,4	32,3	33,1	34,0	34,5	32,6
uprostřed hrudi	36,1	36,1	34,2	34,2	33,9	34,5	33,4	33,5	33,2	33,6	34,2	33,3
mezi lopatkami	36,1	36,2	34,8	34,0	33,9	33,4	32,9	32,3	33,3	35,1	35,1	34,3
bedra	35,3	35,6	35,0	34,5	34,4	34,3	32,9	30,7	31,7	32,4	33,5	32,5

Příloha č. 2 – hodnoty naměřené termokamerou (SUBJEKT I.)

	I. Fáze [°C]		II. Fáze [°C]		III. Fáze [°C]	
	přední díl	zadní díl	přední díl	zadní díl	přední díl	zadní díl
<b>Triko A</b>	29,4	30,8	28,3	27,8	28,2	29,9
<b>Triko B</b>	26,6	28,9	27,7	30,1	29,8	32,4
<b>Triko C</b>	27,4	28,1	28,3	28,8	28,1	29,4

SUBJEKT II.

	I. Fáze [°C]		II. Fáze [°C]		III. Fáze [°C]	
	přední díl	zadní díl	přední díl	zadní díl	přední díl	zadní díl
<b>Triko A</b>	28,1	28,0	28,4	28,1	26,1	29,4
<b>Triko B</b>	26,3	26,6	24,7	27,8	25,8	29,5
<b>Triko C</b>	27,1	27,2	26,6	26,9	27,7	28,9

**SUBJEKT III.**

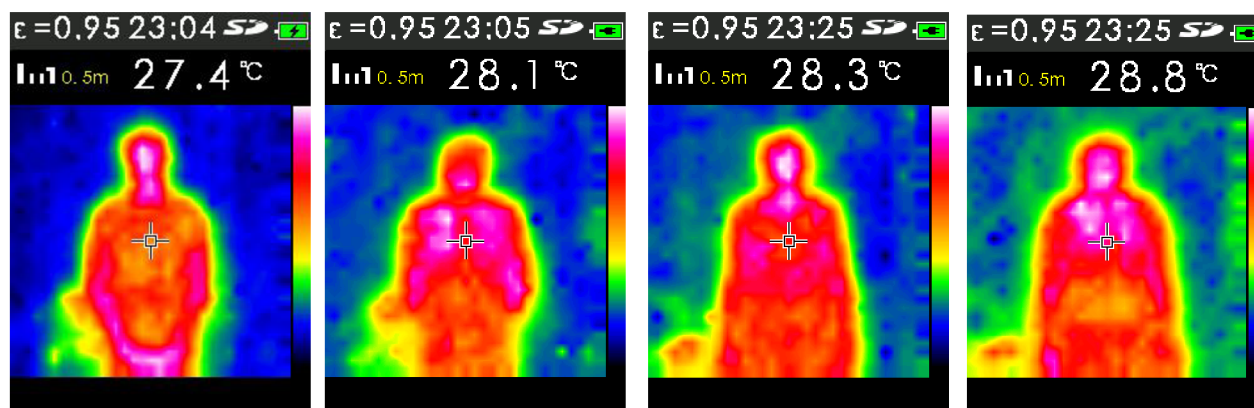
	I. Fáze [°C]		II. Fáze [°C]		III. Fáze [°C]	
	přední díl	zadní díl	přední díl	zadní díl	přední díl	zadní díl
<b>Triko A</b>	27,9	29,6	29,6	30,4	28,1	29,0
<b>Triko B</b>	28,0	28,2	27,5	28,7	28,8	28,4
<b>Triko C</b>	28,1	28,8	29,1	30,7	28,3	28,5

**SUBJEKT IV.**

	I. Fáze [°C]		II. Fáze [°C]		III. Fáze [°C]	
	přední díl	zadní díl	přední díl	zadní díl	přední díl	zadní díl
<b>Triko A</b>	29,3	29,3	29,7	29,0	29,4	28,3
<b>Triko B</b>	28,2	29,1	29,5	30,1	29,8	29,3
<b>Triko C</b>	29,3	28,1	29,8	30,0	30,3	29,0

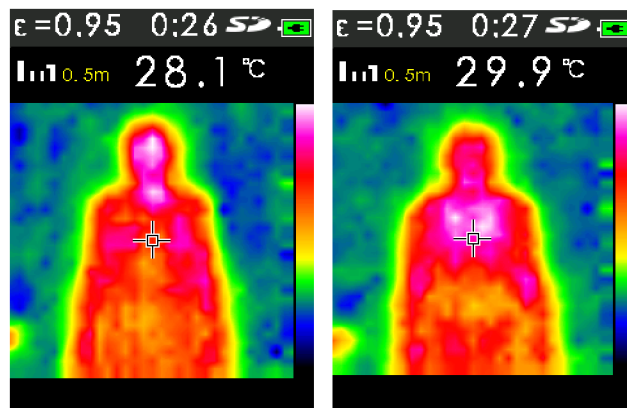
**Příloha č. 3 – snímky pořízené pomocí termokamery**

**TRIKO C – subjekt I.**



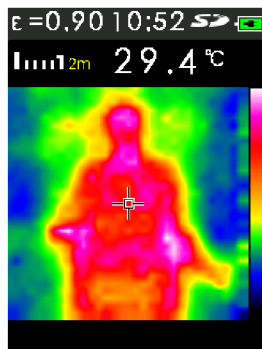
I. Fáze

II. Fáze

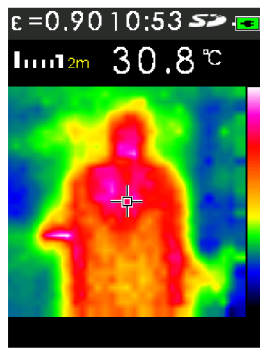


III. Fáze

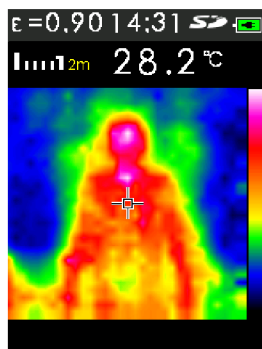
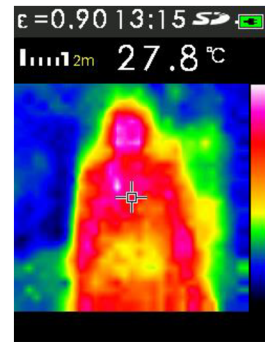
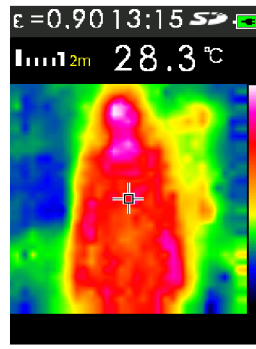
**TRIKO A – subjekt I.**



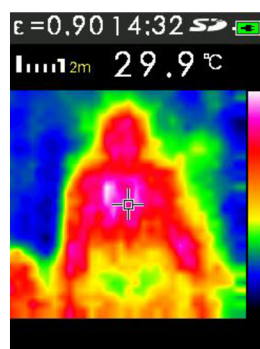
I. Fáze



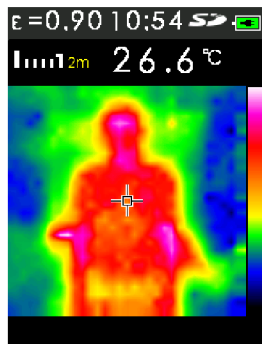
II. Fáze



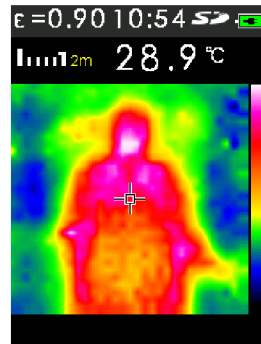
III. Fáze



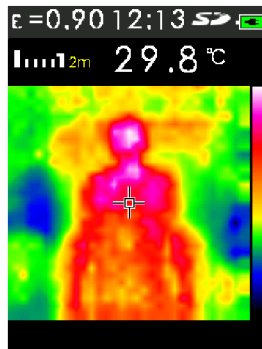
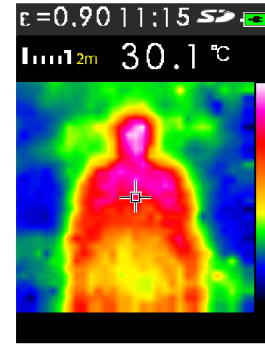
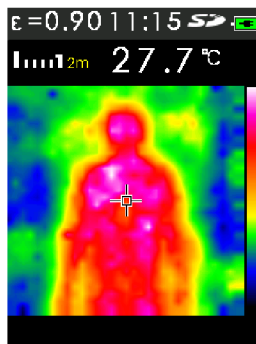
**TRIKO B – subjekt I.**



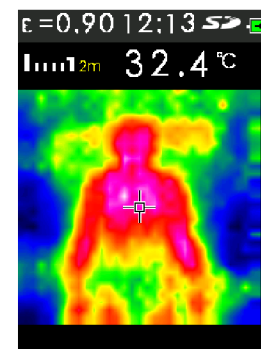
I. Fáze



II. Fáze

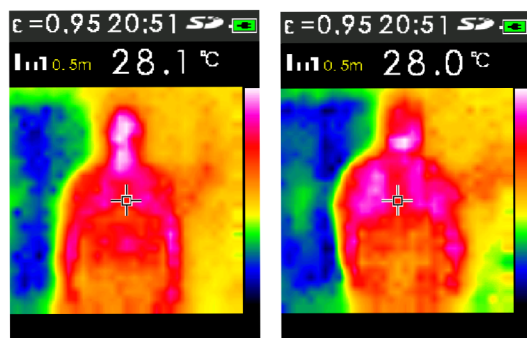


III. Fáze

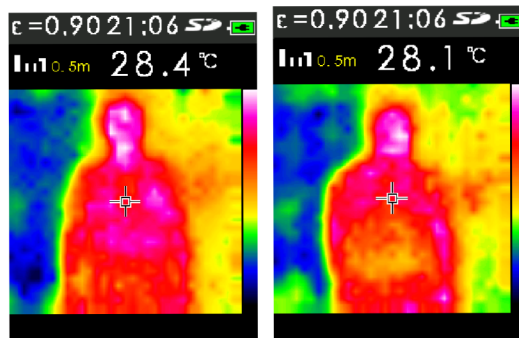




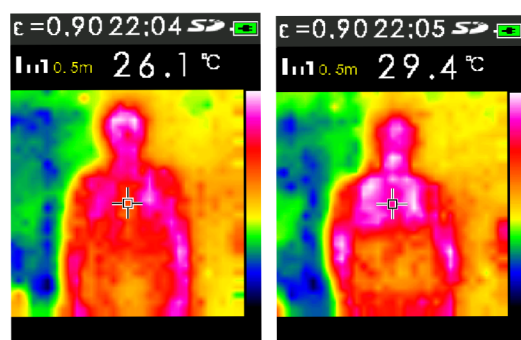
**TRIKO A – subjekt II.**



I. Fáze

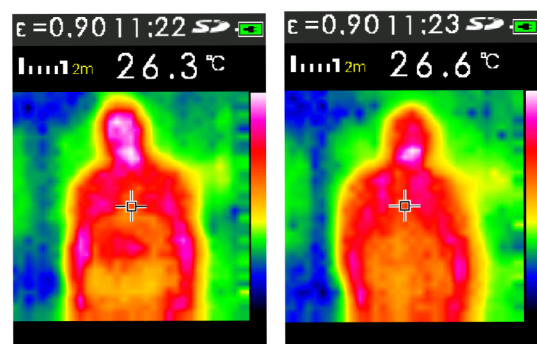


II. Fáze

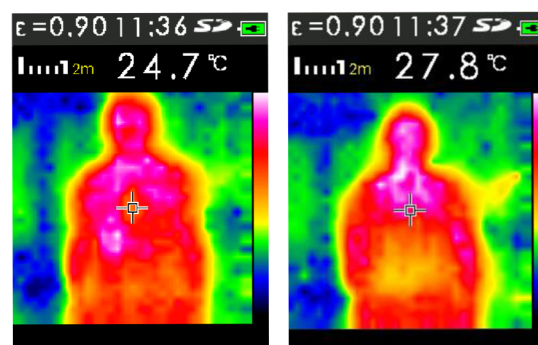


III. Fáze

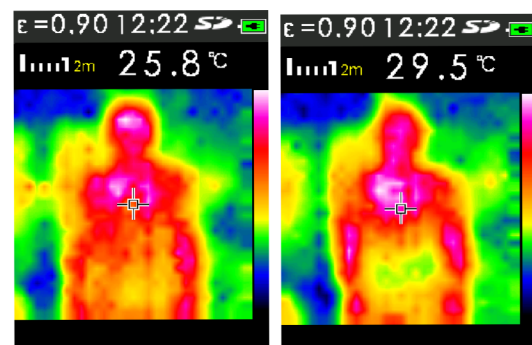
**TRIKO B – subjekt II.**



I. Fáze

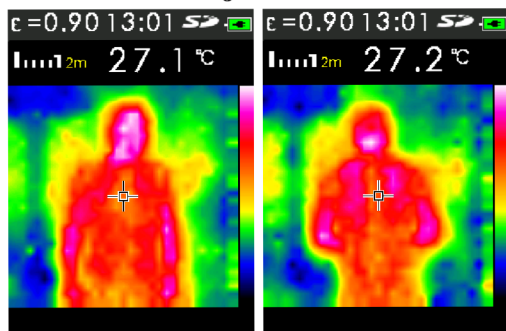


II. Fáze

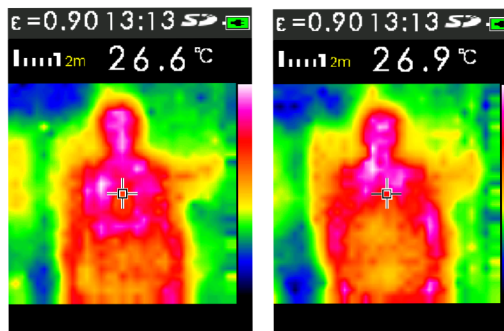


III. Fáze

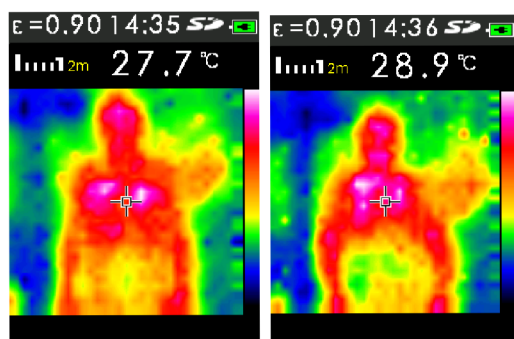
**TRIKO C – subjekt II.**



I. Fáze

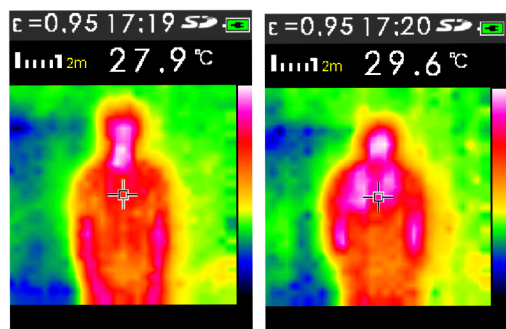


II. Fáze

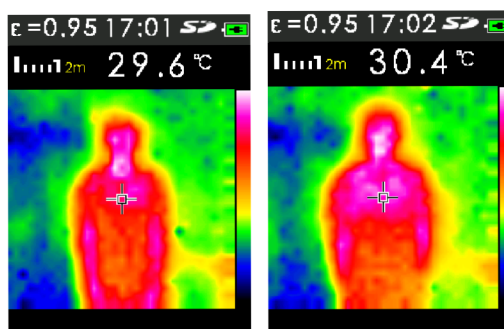


III. Fáze

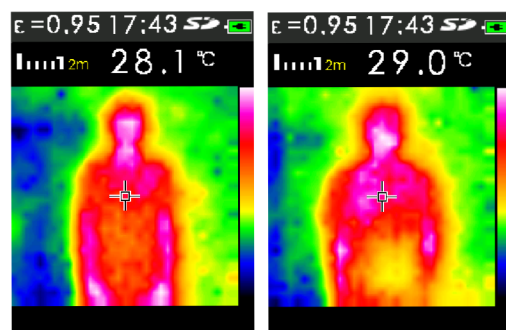
**TRIKO A – subjekt III.**



I. Fáze



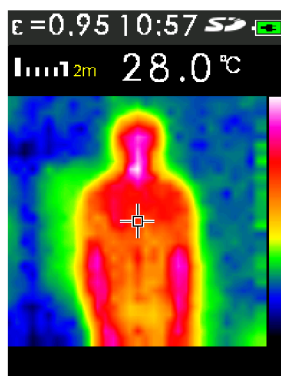
II. Fáze



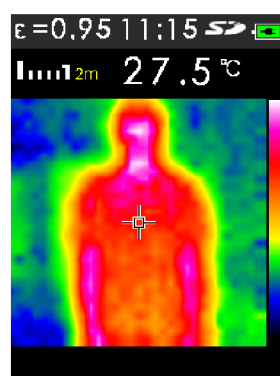
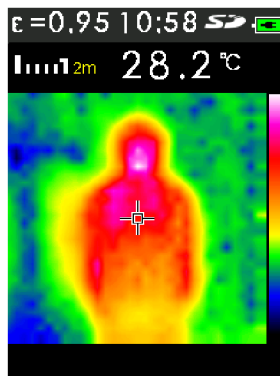
III. Fáze



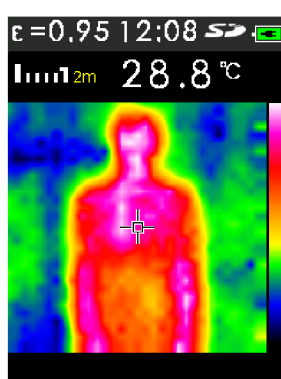
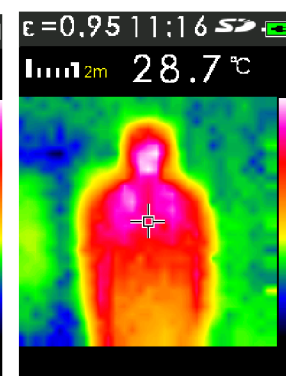
**TRIKO B – subjekt III.**



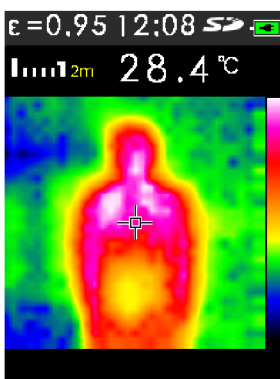
I. Fáze



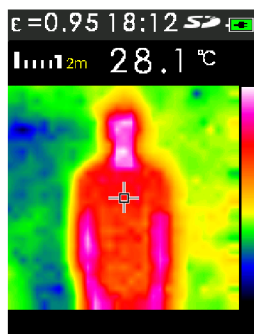
II. Fáze



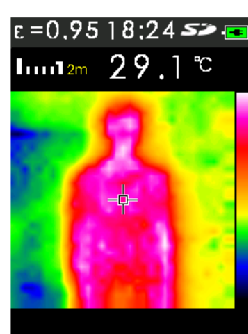
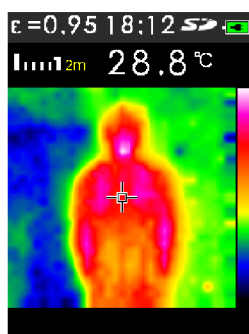
III. Fáze



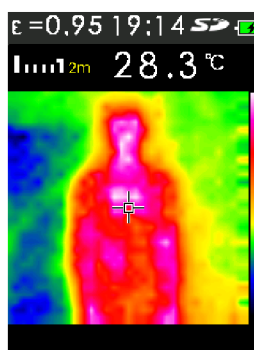
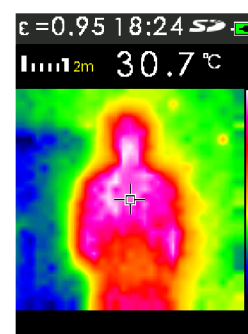
**TRIKO C – subjekt III.**



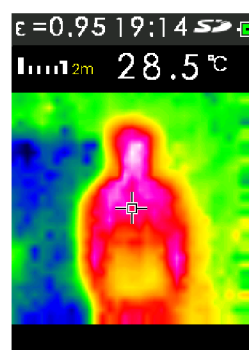
I. Fáze



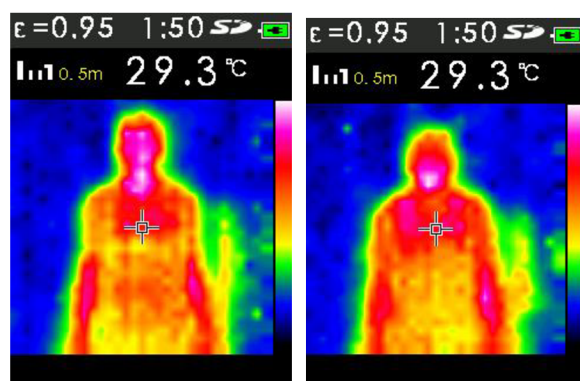
II. Fáze



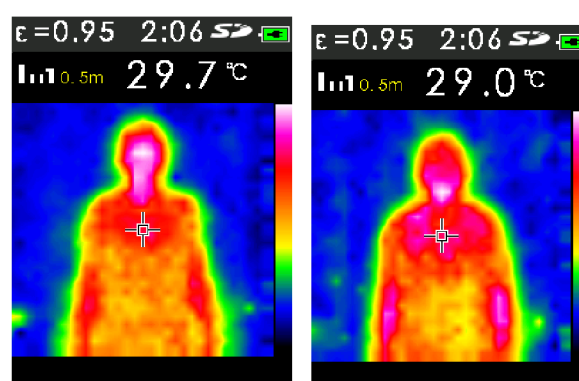
III. Fáze



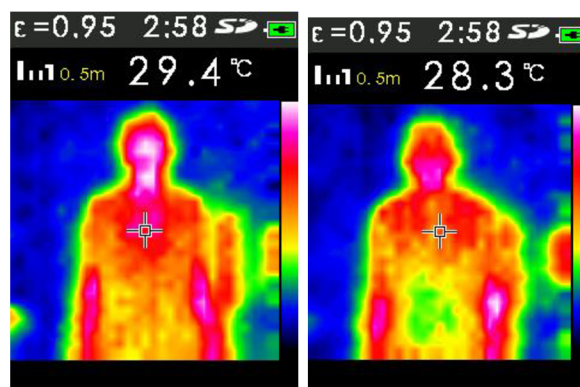
**TRIKO A – subjekt IV.**



I. Fáze

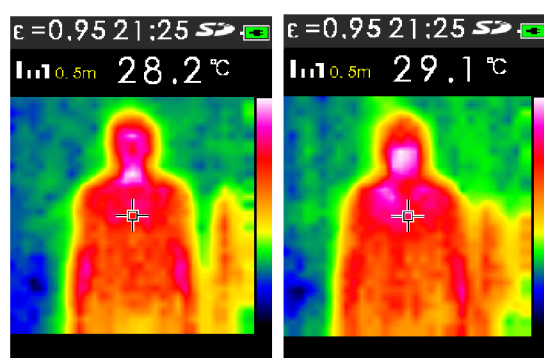


II. Fáze

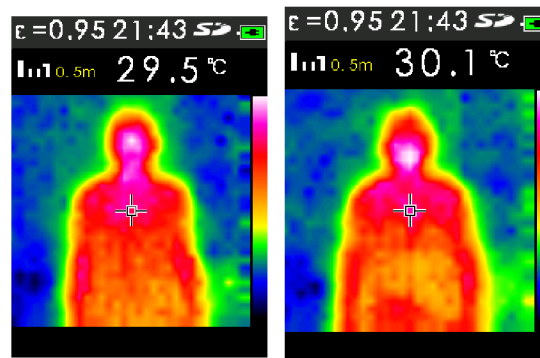


III. Fáze

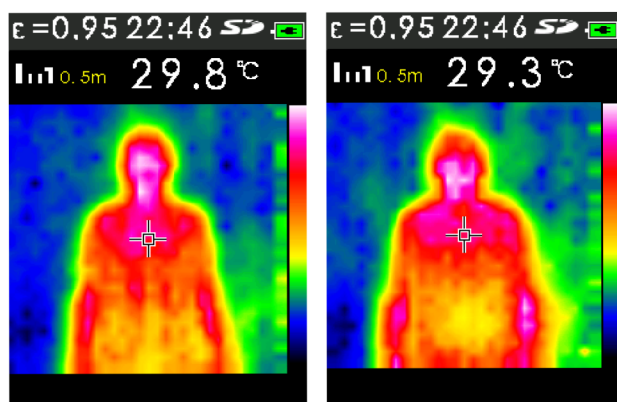
**TRIKO B – subjekt IV.**



I. Fáze

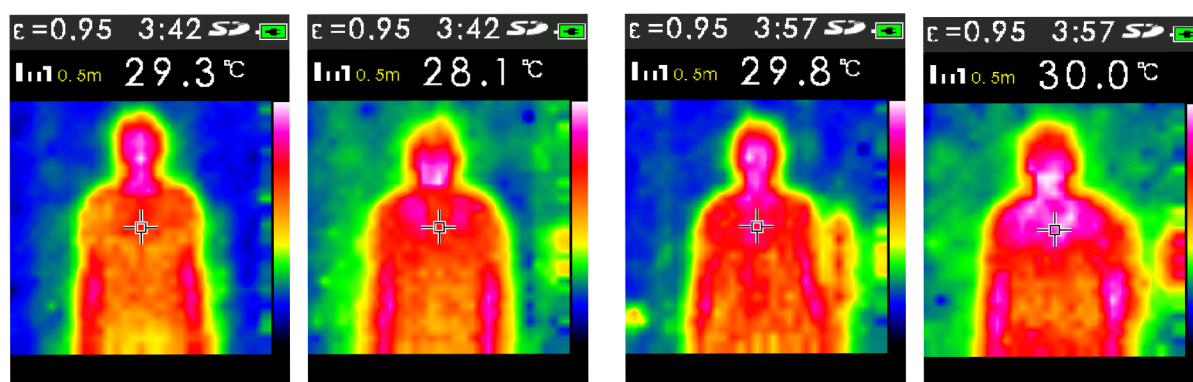


II. Fáze



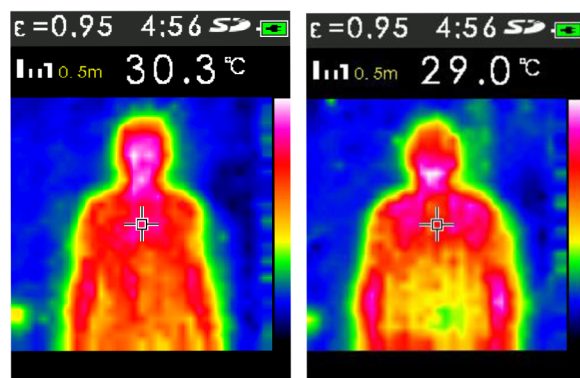
III. Fáze

TRIKO C – subjekt IV.



I. Fáze

II. Fáze



III. Fáze

**Příloha č. 4 – Tabulky s naměřenými hodnotami z laboratorního testování a statistickými údaji**

**PRODYŠNOST**

počet měření	Triko A	Triko B	Triko C
1	849	514	445
2	1010	418	630
3	866	423	520
4	953	492	686
5	936	386	437
6	1020	482	446
7	940	419	488
8	1030	425	466
9	880	472	426
10	870	438	424
Průměr	935,40	446,90	496,80
Medián	938,00	431,50	456,00
Směrodatná odchylka	68,01	62,44	90,83
Variační koeficient	7,27	13,97	18,28
95 % interval spolehlivosti	886,8 - 984,01	402,28 - 491,52	431,89 - 561,71
Rozptyl	4 625,60	3 898,99	8 250,62

**PAROPRUPUSTNOST**

počet měření	Triko A	Triko B	Triko C
1	1,7	3,0	3,9
2	1,7	3,5	3,9
3	1,6	3,4	4,1
4	1,7	3,3	3,8
5	1,8	3,2	3,4
Průměr	1,7	3,28	3,82
Medián	1,7	3,3	3,9
Směrodatná odchylka	0,0707	0,1924	0,2588
Variační koeficient	4,16	5,87	6,77
95 % interval spolehlivosti	1,61 - 1,79	3,04 - 3,52	3,5 - 4,14
Rozptyl	0,005	0,037	0,067

### MĚRNÁ TEPELNÁ VODIVOST (ZA SUCHA)

počet měření	Triko A	Triko B	Triko C
1	53,4	56,8	49,3
2	54,6	56,0	49,9
3	53,9	57,4	45,2
4	57,9	56,5	48,7
5	61,0	60,9	52,1
Průměr	56,16	57,52	49,04
Medián	54,60	56,80	49,30
Směrodatná odchylka	3,23	1,96	2,50
Variační koeficient	5,75	3,41	5,98
95 % interval spolehlivosti	52,14 - 60,18	55,08 - 59,96	45,93 - 52,15
Rozptyl	10,40	3,83	6,26

### TEPELNÁ JÍMAVOST (ZA SUCHA)

počet měření	Triko A	Triko B	Triko C
1	174,9	153,1	151,8
2	200,8	158,4	120,9
3	211,6	137,8	157,2
4	182,4	166,7	132,4
5	130,8	167,4	149,6
Průměr	180,10	156,68	142,38
Medián	182,40	158,40	149,60
Směrodatná odchylka	31,16	12,12	15,18
Variační koeficient	17,30	7,74	10,66
95 % interval spolehlivosti	141,36 - 218,84	141,61 - 171,75	123,51 - 161,25
Rozptyl	970,89	146,89	230,37

### TEPELNÝ ODPOR (ZA SUCHA)

počet měření	Triko A	Triko B	Triko C
1	9,6	12,9	13,9
2	9,9	14,0	13,2
3	10,0	12,7	15,6
4	9,7	12,3	14,5
5	9,0	11,0	12,4
Průměr	9,64	12,58	13,92
Medián	9,70	12,70	13,90
Směrodatná odchylka	0,39	1,08	1,22
Variační koeficient	4,05	8,59	8,76
95 % interval spolehlivosti	9,16 - 10,12	11,24 - 13,92	12,40 - 15,44
Rozptyl	0,15	1,18	1,50

## TLOUŠŤKA

počet měření	Triko A	Triko B	Triko C
1	0,512	0,732	0,683
2	0,542	0,786	0,657
3	0,540	0,729	0,704
4	0,562	0,696	0,706
5	0,551	0,669	0,646
Průměr	0,541	0,722	0,679

## MĚRNÁ TEPELNÁ VODIVOST (ZA MOKRA)

počet měření	Triko A	Triko B	Triko C
1	233,6	331,0	269,2
2	245,7	348,9	224,6
3	237,0	327,1	245,9
Průměr	238,77	335,67	246,57
Medián	237,00	331,00	245,90
Směrodatná odchylka	6,24	11,63	22,31
Variační koeficient	2,61	3,46	9,05
95 % interval spolehlivosti	223,28 - 254,26	306,80 - 364,54	191,18 - 301,96
Rozptyl	38,94	135,14	497,62

## TEPELNÁ JÍMAVOST (ZA MOKRA)

počet měření	Triko A	Triko B	Triko C
1	710,0	833,0	829,3
2	734,5	825,6	733,5
3	671,9	875,0	774,8
Průměr	705,47	844,53	779,20
Medián	710,00	833,00	774,80
Směrodatná odchylka	31,55	26,64	48,05
Variační koeficient	4,47	3,15	6,17
95 % interval spolehlivosti	627,14 - 783,80	778,39 - 910,67	659,91 - 898,49
Rozptyl	995,10	709,85	2 308,93

## TEPELNÝ ODPOR (ZA MOKRA)

počet měření	Triko A	Triko B	Triko C
1	4,2	2,8	3,3
2	3,7	2,8	4,0
3	4,2	3,0	3,7
Průměr	4,03	2,87	3,67
Medián	4,20	2,80	3,70
Směrodatná odchylka	0,29	0,12	0,35
Variační koeficient	7,20	4,18	9,54
95 % interval spolehlivosti	3,31 - 4,75	2,57 - 3,17	2,80 - 4,54
Rozptyl	0,08	0,01	0,12