

Hodnocení fyziologického komfortu dětských oděvů s využitím tepelného manekýna

Diplomová práce

Studijní program:

N3106 Textilní inženýrství

Studijní obor:

Oděvní a textilní technologie

Autor práce:

Bc. Iveta Balgová

Vedoucí práce:

Ing. Petra Komárková, Ph.D.

Katedra oděvnictví





Zadání diplomové práce

Hodnocení fyziologického komfortu dětských oděvů s využitím tepelného manekýna

Jméno a příjmení: **Bc. Iveta Balgová**
Osobní číslo: T18000063
Studijní program: N3106 Textilní inženýrství
Studijní obor: Oděvní a textilní technologie
Zadávací katedra: Katedra oděvnictví
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši zaměřenou na fyziologický komfort a způsoby jeho hodnocení, pozornost zaměřte zejména na využití tepelných manekýnů.
2. Analyzujte současný stav oděvů určených pro děti se zvýšenými nároky na fyziologický komfort, např. sportovní oděvy.
3. Navrhněte experiment hodnotící fyziologický komfort vybraných dětských oděvů s využitím tepelného manekýna. Pro potřeby experimentu využijte také standardních zařízení pro testování fyziologického komfortu textilií.
4. Vyhodnoťte experiment a analyzujte získané výsledky.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

dle rozsahu dokumentace
cca 60 stran
tištěná
Čeština



Seznam odborné literatury:

- SONG, G. Improving comfort in clothing. Woodhead Publishing. 2011. ISBN: 9781845695392.
- HES, L., SLUKA, P. Úvod do komfortu textilií. Skripta, Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0.
- HOLMER, I. Thermal manikin history and application. European Journal of Applied Physiology. 2004. Volume 92, Issue 6, pp 614-618.

Vedoucí práce:

Ing. Petra Komárková, Ph.D.
Katedra oděvnictví

Datum zadání práce:

25. února 2019

Předpokládaný termín odevzdání:

14. května 2021

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

L.S.

prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
vedoucí katedry

V Liberci dne 24. března 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou diplomovou 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 diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma 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 diplomová 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 vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

21. května 2021

Bc. Iveta Balgová

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Petře Komárkové, Ph.D za velice příjemný a lidský přístup a odborné vedení. Poskytla mi náhled na studovanou problematiku a možnost samostatně se rozvíjet. Děkuju Ing. Oksaně Vojtenko, Ph.D. a Ing. Michalovy Chotěborovi za precízní provedení laboratorních měření počas mé nepřítomnosti.

Vděčné poděkování patří přátelům a rodině, kteří mi s láskou a trpělivostí tolerovali mé živelné euforie nadšení a podrželi mě v těžkých chvílích psaní této práce.

Anotace

Problematika diplomové práce řeší fyziologický komfort dětských oděvů s důrazem na psychologické a fyzikální faktory ovlivňující výkon dítěte při fyzické zátěži.

Teoreticky se zkoumají vlastnosti textilních vláken a způsoby měření vlhkotepelných vlastností s důrazem na využití dětského tepelného manekýna.

Navrhuje se a optimalizuje způsob realizace experimentu, který má objektivně vyhodnotit testování fyziologických vlastností na tepelném manekýnovi v porovnání s jinými standardizovanými metodami. Experimentuje se na vlastnoručně vyrobených oděvních vzorcích s využitím zkušeností z praxe výroby tanečních dressů pro děti a mládež pod značkou vlastní firmy Atelier IBA s.r.o.

Vybrané materiály reprezentují škálu běžně používaných materiálů pro tento typ oděvů.

Výsledky jsou analyzovány různých úhlů pohledu. Jednotlivě se porovnávají výsledky pro oděv a materiál. Analyzuje se rozdílnost a možnost standardizovat a sjednotit parametry různých testovacích metod. Hledá se způsob realizace přepočtu měrných jednotek z různých měřících přístrojů.

Parametry vlhkotepelných vlastností, jako tepelný a výparný odpor, tepelný tok a míra přenosu vodních par, jsou zkoumané komplexně jako celkový termofyziologický komfort navrhovaných oděvů. A zároveň i samostatně pro každý druh použitého materiálu, aby bylo možné provést podrobnější analýzu a lépe pochopit souvislosti měřených parametrů.

Klíčová slova

Fyziologický komfort, dětské sportovní oděvy, tepelné vlastnosti vláken oděvu, transport vlhkosti, tepelný manekýn, vícekriteriální statistická analýza

Annotation

This thesis addresses the physiological comfort of children's clothing with an emphasis on the psychological and physical factors that affect a child's performance under physical stress.

The properties of textile fibers and methods of measuring moisture wicking properties are theoretically investigated with emphasis on the use of a child's thermal manikin.

A method of experimental implementation is proposed and optimized to objectively evaluate the testing of physiological properties on a thermal manikin compared to other standardized methods. Experiments are conducted on self-made clothing samples using the experience from the practice of manufacturing dance jerseys for children and youth under the brand of our own company Atelier IBA Ltd.

The materials chosen represent the range of materials commonly used for this type of clothing.

The results are analyzed from different perspectives. Results for garment and material are compared individually. Differences and the possibility to standardise and standardise the parameters of the different test methods are analysed. A way of implementing the conversion of units of measurement is sought.

The parameters of the moisture wicking properties of the proposed garments are examined comprehensively as overall physiological comfort and also separately for each type of material used, for a more detailed analysis and understanding of the relation.

Keywords

Physiological comfort, children's sports clothing, thermal properties of clothing fibres, moisture transport, thermal manikin, multicriteria statistical analysis

Anotácia

Problematika diplomovej práce rieši fyziologický komfort detských odevov s dôrazom na psychologické a fyzikálne faktory ovplyvňujúce výkon dieťaťa pri fyzickej záťaži.

Teoreticky sa skúmajú vlastnosti textilných vlákien a spôsoby merania vlhko-tepelných vlastností s dôrazom na využitie detského tepelného manekýna.

Navrhuje sa a optimalizuje spôsob realizácie experimentu, ktorý má objektívne vyhodnotiť testovanie fyziologických vlastností na tepelnom manekýnovi v porovnaní s inými štandardizovanými metódami. Experimentuje sa na vlastnoručne vyrobených odevných vzorkách s využitím skúseností z praxe výroby tanečných dresov pre deti a mládež pod značkou vlastnej firmy Atelier IBA s.r.o. Vybrané materiály reprezentujú škálu bežne používaných materiálov pre tento typ odevu.

Výsledky sú analyzované z rôznych uhlov pohľadu. Jednotlivo sa porovnávajú výsledky pre odev a materiál. Analyzuje sa rozdielnosť a možnosť štandardizovať a zjednotiť parametre rôznych testovacích metód. Hľadá sa spôsob realizácie prepočtu merných jednotiek z rôznych meracích prístrojov.

Parametre vlhko-tepelných vlastností, ako tepelný a výparný odpor, tepelný tok a miera prenosu vodných pár sú skúmané komplexne ako celkový fyziologický komfort navrhovaných odevov. A zároveň aj samostatne pre každý druh použitého materiálu, aby bolo možné urobiť podrobnejšiu analýzu a lepšie pochopiť súvislosti meraných parametrov.

Kľúčové slová

Fyziologický komfort, detské športové odevy, tepelné vlastnosti vlákien odevu, transport vlhkosti, tepelný manekýn, viackriteriálna štatistická analýza

Obsah

TEORETICKÁ ČASŤ	14
1. Fyziologický komfort dieťaťa	14
2. Faktory komfortu dieťaťa pri fyzickej záťaži	15
2.1. Prostredie	15
2.2. Telesná vlhkosť	16
2.3. Intenzita fyzickej záťaže	17
2.4. Športový odev	18
2.4.1. Materiálové zloženie a strih.....	19
2.4.2. Textilné vlákna odevu	22
2.5. Tepelné vlastnosti vlákien odevu	23
2.5.1. Tepelná kapacita	23
2.5.2. Tepelná izolácia	23
2.5.3. Tepelná vodivosť	24
2.5.4. Prestup tepla prúdením.....	25
2.5.5. Prestup tepla vedením	26
2.5.6. Prestup tepla žiarením.....	27
2.6. Transport vlhkosti.....	28
2.6.1. Kapilarita.....	29
2.6.2. Difúzia.....	29
2.6.3. Sorpcia.....	30
3. Hodnotenie fyziologického komfortu	32
3.1. Hodnotenie priepustnosti tepla	33
3.1.1. T-Therm TCi – „Thermal Conductivity Analyzer“	33
3.1.2. SGHP - „Sweating guarded hot plate“	33
3.1.3. ALAMBETA	34
3.2. Hodnotenie priepustnosti vodných pár	35
3.2.1. FX 3180 CupMaster	35
3.2.2. Metóda vážením	35
3.3. Hodnotenie nasiakavosti a vzĺňania	36
3.3.1. MMT – Moisture Management Tester.....	36

3.4.	Hodnotenie priedušnosti.....	37
3.4.1.	SDL M 021 S.....	37
3.5.	Tepelný manekýn	37
3.5.1.	Historický vývoj tepelných manekýnov	38
3.5.2.	Tepelný manekýn NEWTON.....	41
3.5.3.	Tepelný manekýn WALTER.....	44
3.5.4.	Rozdiely medzi manekýnmi NEWTON a WALTER	45
	EXPERIMENTÁLNA ČASŤ	46
4.	Návrh experimentu.....	46
5.	Cieľ práce.....	48
6.	Jednotlivé kroky experimentu.....	49
6.1.	Výber súboru textilných materiálov.....	49
6.2.	Návrh a konštrukcia športových odevov pre deti.....	52
7.	Testovanie odevov na tepelnom manekýnovy Timmy	59
7.1.	Klimatické podmienky merania.....	59
7.2.	Fotografie vzoriek odevu pri testovaní na manekýnovi.....	61
7.3.	Namerané hodnoty	63
7.3.1.	Meranie tepelných vlastností suchou metódou	64
7.3.2.	Meranie vlhko-tepelných vlastností mokrou metódou.....	67
7.4.	Diskusia výsledkov.....	72
7.4.1.	Diskusia k jednotlivým materiálom.....	72
7.4.2.	Diskusia k jednotlivým odevom	75
7.5.	Hodnotenie výsledkov viackriteriálnou analýzou	78
7.6.	Diskusia výsledkov z analýzy	86
8.	Testovanie materiálov Na SGHP 8.2.....	88
8.1.	Klimatické podmienky merania.....	88
8.2.	Namerané hodnoty	88
8.3.	Diskusia výsledkov nameraných hodnôt.....	88
9.	Testovanie materiálov na FX 3180 CupMaster	89
9.1.	Klimatické podmienky merania.....	89
9.2.	Namerané hodnoty	89
9.3.	Diskusia výsledkov nameraných hodnôt.....	91
10.	Komplexná štandardizácia výsledkov merania.....	92

10.1.	Diskusia výsledkov klimatických podmienok	95
10.2.	Diskusia výsledkov tepelného odporu pre odevy	
	MANEKÝN vz. SGHP	97
10.3.	Diskusia výsledkov výparného odporu pre materiály	
	MANEKÝN vz. SGHP	99
10.4.	Diskusia výsledkov výparného odporu pre materiály	
	MANEKÝN vz. Cup Master	100
10.5.	Diskusia výsledkov výparného odporu pre materiály	
	SGHP vz. Cup Master	101
	Záver	103
	Použitá literatúra	105
	Zoznam obrázkov	113
	Zoznam tabuliek	114
	Zoznam grafov	116
	Príloha 1: Materiálová karta	117

Zoznam jednotiek, značiek a skratiek

tzv.	tak zvaný, tak zvaná, tak zvané
max.	maximum
a i.	a iné
<	menšie ako
>	väčšie ako
a pod.	a podobne
príp.	prípadne
atď.	a tak ďalej
napr.	napríklad
z ang.	z angličtiny
°C	jednotka teploty - Stupeň Celzia
F	jednotka teploty - Farenheit
ml	jednotka objemu - mililiter
μg	jednotka hmotnosti - nanogram
cm^2	jednotka plochy - centimeter štvorcový
m^2	jednotka plochy - meter štvorcový
pH	jednotka acidity (kyslosti) - potencia hydrogeni - záporný dekadický logaritmus koncentrácie vodíkových iónov v roztoku
J	jednotka práce a energie - Joule
g	jednotka hmotnosti - gram
K	jednotka teploty - Kelvin
%	jednotka pomeru - percento
W	jednotka výkonu - Watt
h	jednotka času - hodina
m	jednotka dĺžkovej miery - meter
kg	jednotka hmotnosti - kilogram
clo	jednotka odevného tepelného odporu
Pa	jednotka tlaku - Pascal
μm	jednotka dĺžkovej miery - nanometer

cal	jednotka energie - kalória
sec.	jednotka času - sekunda
cm	jednotka dĺžkovej miery - centimeter
sq	jednotka plochy z ang. square
ft	jednotka dĺžkovej miery z ang. foot
V	jednotka elektrického napätia - Volt
c	značka hmotnostnej tepelnej kapacity
r	značka hmotnostného zlomku
λ	značka tepelnej vodivosti
Q	značka tepla
τ	značka času
$\partial T/\partial X$	značka teplotného gradientu
ρ	značka hustoty
E	značka energie
Σ	značka sumy
Φ	značka vlnovej funkcie
π	značka matematickej konštanty Ludolfvého čísla
I	značka tepelného odporu
v	značka vlhkosti materiálu

TEORETICKÁ ČASŤ

1. Fyziologický komfort dieťaťa

Ľudský organizmus si možno predstaviť ako veľmi sofistikované a výkonné zariadenie, v ktorom každá akcia, vyvoláva ďalšiu reakciu s čím je fyzikálne spojený nárast alebo úbytok tepla. Tepelnú reguláciu ľudského organizmu riadi termoregulačné centrum v hypotalame a v základných princípoch je totožná u dospelého jedinca, ako aj u detí vo vývine kde značnú časť procesov ovplyvňuje produkcia hormónov.

Telesná teplota je u väčšiny ľudských organizmov nastavená na hodnotu 36,5 až 37°C. V prípade že sa organizmus zahreje pri telesnej aktivite, kedy svaly produkujú tzv., metabolické teplo aktivuje sa proces ochladzovania intenzívnejšie prekrvenou pokožkou a potením – odparovaním potu z pokožky aby sa teplota tela vyrovnala.

Z pocitového hľadiska, zmeny teploty identifikujeme ako príjemné alebo nepríjemné na základe zmyslov, emócií podmienených produkciou hormónov, kvalitou okolitého prostredia, vplyvom veku, súčasnou ekonomickou situáciou, rodinných či pracovných záťaží či konfliktov a vyhodnocovania podľa odžitých skúseností a naučených vzorov správania.

Sú to faktory subjektívne závislé od vlastností človeka a objektívne merateľné veličiny ovplyvniteľné technickými prostriedkami ako teplota, vlhkosť a rýchlosť prúdenia vzduchu a teplota okolitých stien (vrstiev) či predmetov.

Pokiaľ sú všetky vnemy v rovnováhe a ani jeden nie je pociťovaný ako nepríjemný, hovorí sa, že sa „cítíme komfortne“. To znamená, že pocit komfortu možno definovať ako stav organizmu, kedy sú všetky fyziologické funkcie v optime a ani okolité prostredie a oblečený materiál nevyvolávajú nežiaduce a nepríjemné podnety zaznamenávané našim zmyslovým ústrojenstvom. [1, 2, 3]

2. Faktory komfortu dieťaťa pri fyzickej záťaži

Optimálne hodnoty fyziologického komfortu sa dosahujú veľmi ťažko, najmä ak veľké percento predstavujú subjektívne faktory spojené so psychosomatikou, stresom, dospievaním alebo kožnými problémami.

Je všeobecne známe že vyššou citlivosťou trpia starší ľudia, ženy a deti.

U detí je pokožka z jednej pätiny taká hrubá, ako pokožka dospelých. Z toho dôvodu je obranyschopnosť hmatového zmyslu oslabená a citlivosť zvýšená až do dosiahnutia 6. roku života. Činnosť potných a mazových žliaz sa úplne vyvinie až s hormonálnymi zmenami.

Citlivosť detskej pokožky ovplyvňuje dedičnosť (kožné problémy), starostlivosť o pokožku a životospráva jedinca. V prípade kožných problémov zohráva veľkú úlohu starostlivosť rodičov, ktorý priamo vplývajú na prílišnú alebo zanedbanú starostlivosť k prístupu problému, keď už vypukne. Preto je možno na deťoch badať rôzne kožné ekzémy, ktoré ešte viac znásobujú citlivosť kože. Je pre ne potrebné voliť oblečenie z vhodných materiálov, ktoré nenarúšajú rovnováhu a prirodzené správanie pokožky a nenarúšajú tenkú hranicu medzi pocitom komfortu a diskomfortu.

2.1. Prostredie

Existujú situácie, kedy aj napriek tomu, že detská pokožka je zdravo vyvinutá a jej prirodzená schopnosť termoregulácie je v optime. Dosiahnutie fyziologického komfortu je takmer nemožné. Extrémna fyzická záťaž, náročné podmienky prostredia a stres z neúspechu dávajú miere komfortu úplne iný rozmer. Týka sa to najmä detí, z ktorých chcú rodičia mať profesionálnych pretekárov, lyžiarov, futbalistov - vrcholových športovcov.

Pri „indoorových“ športových disciplínach je detský organizmus v dlhšom časovom rozsahu vystavený prostrediu tréningových sál a športových hál, v ktorých je nie vždy správne vyriešený prívod čerstvého vzduchu a jeho výmena.

Okolité prostredie, psychický a zdravotný stav športovca a životný štýl v nemalej miere ovplyvňujú vznik a množstvo potu a jeho zloženie. [4]

V letnom období sa používa na spríjemnenie vnútorného prostredia klimatizácia, ktorá spôsobuje rozohriatym svalom kontrakcie a tým spojené bolesti a neschopnosť pokračovať v tréningu. Na súťažiach pôsobí stres, ktorý má za následok plytké dýchanie a s tým spojené nesprávne okysličovanie organizmu a tak tiež, sťahuje cievy, čím znemožňuje prekrvenie a následné nepríjemné pocity „studeného potu“ a omdlievanie.

Vyhláška č. 525/2007 Z. z. Ministerstva zdravotníctva Slovenskej Republiky zo 16. 8. 2007 stanovuje, okrem iného, podrobnosti o požiadavkách na tepelno-vlhkostnú mikroklímu, vykurovanie a vetranie telovýchovno-športových zariadení. Operatívnu teplotu v zimnom období pre priestor telocvične stanovuje na teplotou 16°C pri odporúčanej výmene vzduchu každé 3 hodiny a priestor pre divákov v hľadisku by nemal prekročiť teplotu 25°C. [49]

2.2. Telesná vlhkosť

Za normálnych okolností človek vyprodukuje 800 až 1000 ml telesnej vlhkosti za 24 hodín tak, že si to ani nevšimne, pričom produkcia vlhkosti je vo forme vodných pár a potu. Produkcia jednej žľazy je odhadovaná na 3 až 10 µg potu za minútu a dospelý človek s rozmerovou plochou pokožky 1,5 až 2 m² má 2 až 5 miliónov potných žliaz. Potné žľazy sú aktívne hneď po narodení. Produkcia potných žliaz je ovplyvnená už vyššie spomínaným prostredím a fyziologickým nastaveným organizmom, ku ktorým sa od puberty pridávajú hormonálne zmeny, ktoré spôsobujú chemickú zmenu v zložení potu pri rôznych príčinách sekrécie a zmenu pH a s tým spojený aj nepríjemný zápach. [4]

Podľa tabuľky od Beňa v publikácii o zdravej výžive je dôležitá bilancia príjmu a výdaja tekutín v ľudskom organizme. [5]

Tabuľka 1: Bilancia tekutín v ľudskom organizme, Beňo, 2008 [5]

PRÍJEM VODY (ml/deň)		VÝDAJ VODY (ml/deň)	
nápoje	1200-1500	moč	950-1500
potrava v tuhom stave	750-1150	dýchanie, potenie	900-1400
metabolická voda	200-300	stolica	100-250
SPOLU	2150-2950	SPOLU	1950-3150

Z toho výdaj vody dýchaním predstavuje asi 350 ml/deň a potením cez pokožku približne 500 ml/deň u dospelého jedinca. U detí neexistuje zatiaľ žiadny výskum, len veľmi hrubé odhady vzhľadom na individualitu výšky, veku, vyspelosti a hormonálnych zmien. [6]

Ďalším faktorom množstva produkovaného potu sú reakcie tela na emočné stavy a to bez ohľadu na hormonálne zmeny jedinca. Prejavuje sa to najmä v oblastiach dlaní, plôškach nôh, krku a čelu čo pri fyzických aktivitách môže viesť ku zvýšenému riziku pošmyknutia na podlahe, pri držaní náčinia, či nestabilného držania tanečného/športového partnera pri skupinových aktivitách.

Produkcia telesnej vlhkosti závisí na intenzite fyzickej záťaži. [4]

2.3. Intenzita fyzickej záťaže

Pohybová aktivita aktívnych športovcov a tanečníkov sa podľa intenzity cvičenia dá rozdeliť do 3 základných skupín. Dolná hranica je úplná pasivita a horná hranica fyzickej záťaže u detí nie je určená. Odporúča sa rešpektovať vek dieťaťa a podľa toho určiť počet cielených pohybových aktivít za týždeň, tzn. desaťročné dieťa by malo mať max. 10 hodín cieleného tréningu za týždeň. Pod cieleným tréningom sa rozumie pohyb mimo pravidelnej školskej dochádzky (mimo telesnej výchovy, príchodu a odchodu do školy, hranie sa vo voľnom čase,...). Týka sa to aktivít v spoločných priestoroch tréningového štúdia, telocvičniach, beh vonku, atď., za účelom dosiahnutia výsledku a následného pokroku pod odborným dohľadom vedúceho či trénera.

Škálu intenzity pohybovej aktivity detí možno hodnotiť viacerými spôsobmi a to napríklad meranie srdcovej frekvencie alebo využitie Borgovej škály subjektívneho vnímania námahy v bodoch 6 až 20 (6 - najmenej náročné, 20 - najnároč-

nejšie) a hodnotenie na základe vonkajších prejavov ako rytmus dýchania, prejavy pokožky a i.

Fyzická záťaž nízkej intenzity – stupeň 1: prejavuje sa bezproblémovým rozprávaním a spievaním bez zadýchania. Srdcová frekvencia je menej ako 65% z max. hodnoty so subjektívnym vnímaním námahy 9 až 11 (Borgová škála 6 až 20). Zotrvanie v tejto aktivite môže prekročiť aj jednu hodinu bez prerušenia. Príklady: prechádzka, cyklistika po rovine a pod. Produkcia potu je v rozmedzí 200 až 400 ml/hod.

Fyzická záťaž strednej aktivity – stupeň 2: prejavuje sa zadýchaním a dieťa vie vysloviť 4 až 5 slovné vety a nevie už spievať, pričom táto možnosť sa dá dlhodobším tréningom naučiť. Srdcová frekvencia je medzi 65 až 85% z maximálnej hodnoty so subjektívnym vnímaním námahy 12 až 13 (Borgová škála 6 až 20). Zotrvanie v tejto aktivite sa pohybuje v minútach bez prerušenia. Príklady: joga, turistika, korčuľovanie. Produkcia potu je v rozmedzí 800 až 1200 ml/hod.

Fyzická záťaž vysokej intenzity – stupeň 3: prejavuje sa sústredením na dýchanie bez možnosti povedania viac ako pár slov kvôli zadýchaniu. Srdcová frekvencia je viac ako 85% z max. hodnoty so subjektívnym vnímaním námahy 14 až 17 (Borgová škála 6 až 20). Zotrvanie v tejto aktivite sa pohybuje v desiatkach sekúnd či niekoľkých minút podľa kondície jedinca. Produkcia potu sa pohybuje nad hodnotu 1 500 ml/hod. [7]

2.4. Športový odev

V súťažných športových disciplínach sa pri hodnotení výkonu kladie veľký dôraz aj na odev/ úbor/ kostým, ktorý je špecifický pre každú disciplínu zvlášť.

Pri výkonnostných športoch sa hodnotí výkon, rýchlosť, presnosť a odev sa zameriava najmä na technické prevedenie a funkčnosť tak, aby nositeľovi čo najmenej prekážali pri pohybe, prípadne, aby vylepšili jeho výkon.

Pri estetických športoch, kde je súčasťou výkonu kultúrny a emočný zážitok, napríklad gymnastika, krasokorčuľovanie, synchronne plávanie, tanec je odev, v tomto prípade kostým, hodnotený 30% z celkového hodnotenia súťažiaceho a na jeho prevedenie sú kladené vysoko estetické požiadavky.

Na samotné tréningovanie, sa vhodnosť výberu odevu nerozlišuje, či dieťa cvičí v športovej hale beh, alebo spoločenský tanec v presklenej sále. Pri tomto výbere je dôležité zohľadniť teplotu tréningového prostredia (vonku, vnútri) a dostatočný komfort a ochranu pred prípadnými zraneniami – zakrytie nárazových častí.

Dôležitú úlohu hrá aj elasticita materiálu z čoho je tréningový úbor, alebo kostým vyrobený. Nemal by nijako prekážať nositeľovi robiť rôznorodé pohyby, ale práve naopak, mal by podporovať fyzickú aktivitu a chuť dosiahovať lepších výsledkov.

Športový úbor zväčša pozostáva zo spodnej bielizne a prvej funkčnej vrstvy odevu, ktorá hrá najdôležitejšiu úlohu pri termo-fyziologickom komforte, pretože je v priamom kontakte s pokožkou dieťaťa.

Na trhu je široká ponuka prírodných aj syntetických materiálov, pričom u väčšiny z nich je súčasťou materiálového zloženia zložka elastanu, ktorá je pre takýto typ odevu veľmi žiaduca. Spotrebiteľ sám subjektívne hodnotí uprednostnenie prírodnej alebo syntetickej alternatívy športového úboru. Z praxi platí pravidlo, čím lepšia marketingová kampaň, tým lepší predaj a presvedčenie užívateľa, že je to najlepšie, čo si môže vybrať a zabúda sa na skutočné funkčné a technologické parametre produktu.

2.4.1. Materiálové zloženie a strih

V súčasnosti je na trhu niekoľko výrobcov a dielní ktoré šijú na mieru alebo ponúkajú celé kolekcie športových odevov dostupných na internete a v obchodných reťazcoch.

Spoločnosť LYCRA z Wilmingtonu, Delaware, USA inovuje a vyrába vlákna a technologické riešenia pre odevný a hygienický priemysel, ako aj špeciálne chemi-

kálie používané v hodnotových reťazcoch spandex (elastan) a polyuretán. Ich produkty možno vidieť prakticky v každej kategórii odevov, vrátane konfekčných a denimových odevov, aktívneho oblečenia a oblečenia pre voľný čas, spodnej bielizne, pančuchového tovaru, ponožiek aj plaviek.

Prestížny výrobca materiálov s vysoko estetickým prevedením je firma CIMMINO vo Francúzsku. Produkuje najmä jednolícne pleteniny prevažne v zmesi 80% polyamid alebo polyester v kombinácii s elastanom, na ktoré sú nanášané rôzne ligotavé prášky, či aplikácie digitálnej tlače.

Spoločnosť Sagester so sídlom v Miláne, Taliansko, sa zameriava na produkciu športových tréningových odevov a súťažných kostýmov pre krasokorčuliarov, gymnastky a mažoretky. [8]



Obrázok 1: Tréningový úbor gymnastky a mladej krasokorčuliarky, značka Sagester [9]

Úbory sú priliehavej siluety s minimalizáciou švov, ale s maximalizáciou estetického vzhľadu. Veľkosť sa často krát nosí o číslo menšia ako je reálna veľkosť postavy, aby sa dosiahla maximálna prilnavosť a zoštíhľujúci efekt. Takéto trikoty tvoria základnú prvú vrstvu odevu, s priamim stykom s pokožkou. Sú z tzv. „plavkoviny“ 80% polyester a 20% elastan. Sú so zapínaním na zips tak, aby sa dal obliecť v celku. Sú zdobené rôznym druhom štrásu a sieťky.

Spoločnosť Gymnastics Fantastics z Ruska sa zameriava na individuálnu zákazkovú výrobu prezentatívnych súťažných dresov pre gymnastiku, synchronne plávanie, krasokorčuľovanie a tréningového oblečenia. Na výrobu odevov používa materiály od firmy Cimmino a strihovo si ich prispôsobuje potrebám zákazníkov. [8]



Obrázok 2: Tréningové oblečenie s krátkym rukávom Gymnastic Fantastic [10]

Tréningový kostým je používaný často, na rozdiel od prezentačných kostýmov, ktoré sú použité vždy, iba na jednu choreografiu, v rámci jednej súťažnej sezóny, pričom jeden mladý tanečník vo veku cca 10 rokov za jednu sezónu odtancuje v priemere 3 choreografie. Tréningový úbor aj prezentačný kostým sú dôležitou ekonomickou položkou pri zotrvaní v športovom výkone dieťaťa.

Tento súbor faktorov ovplyvňujúci detský výkon na tréningu a súťažiach je veľmi rozsiahli a vydalo by na ďalšiu diplomovú prácu. Je však dôležité poznamenať, že použitý odev pri extrémnej fyzickej záťaži vo vysokej miere ovplyvňuje komfort nositeľa a vlastnosti tohto odevu výrazne ovplyvňuje textilný materiál, z ktorého je vyrobený.

2.4.2. Textilné vlákna odevu

Textilný materiál alebo textília je súhrnný názov pre výrobky ktoré obsahujú najmenej 80% váhového množstva textilných vlákien, čím sa vlákno stáva základnou stavebnou jednotkou textílií. Vlastnosti vláknového zloženia materiálu korešpondujú s vlastnosťami materiálu, ktorý je z nich zhotovený. [11]

Základnými vlastnosťami vlákien je ich vnútorná geometrická stavba, dĺžka, jemnosť, tvar priečného rezu, pórovitosť, objemnosť a ďalšie.

Tieto charakteristiky majú za následok fyzikálne, chemické a mechanické deje ktoré definujú daný typ vlákna a interakcie medzi rôznymi typmi vlákien v zmesi. Mechanické vlastnosti vlákien vo všeobecnosti ukazujú na pôsobenie vonkajších síl na vlákna, chemické vyjadrujú vnútorné zmeny vo vlákne, ktoré často krát pôsobia naraz s fyzikálnymi dejmi, ktoré vyjadrujú správanie vlákien vplyvom rôznych fyzikálnych dejoch

Neodmysliteľnou súčasťou týchto dejov v rámci textilného materiálu je vplyv vlhkosti, vodného prostredia a rôznych iných látok na vlákna, ktoré v ľudskom organizme predstavuje pot a jednotlivé vrstvy vzduchu a odevného systému. Vlhkosť môže vlákno absorbovať, tzv. sorpčná vlastnosť, pričom sa menia chemické mechanické aj fyzikálne vlastnosti vlákna.

2.5. Tepelné vlastnosti vlákien odevu

Inú dôležitú skupinu fyzikálnych vlastností tvoria tepelné vlastnosti a to hlavne tepelná kapacita, vodivosť a ich zmeny v závislosti od teploty, latentné teplo tavenia, teplotná rozťažnosť, teplota tavenia a teplota zoskelenia. Zmena teploty a jej vplyvu na textilné vlákno, z čoho je odev vyrobený, mení jeho štruktúru v závislosti na intenzite a rýchlosti ohrevu. [12]

2.5.1. Tepelná kapacita

Inými slovami špecifické teplo sa definuje ako teplo potrebné na ohriatie jednotkového látkového množstva o 1 stupeň Kelvina. Vyjadruje sa v jednotkách $\text{J g}^{-1} \text{K}^{-1}$ v rozmedzí medzi 0 až 1 pri konštantnom tlaku a platí vzorec:

$$c_p = \left(\frac{\partial Q}{\partial T} \right)_p \quad (1)$$

Toto platí v ideálnom suchom prostredí s izbovou teplotou (tabuľky zväčša udávajú izbovú teplotu na 25°C). V prípade vplyvu vlhkosti na vlákno sa jedná o špecifické teplo (C''), ktoré pri konštantnej vlhkosti vlákna, na základe platnosti jednoduchého zmesového zákona sa rovná:

$$C'' = \frac{C_0 + 4,2r}{1+r} \quad (2)$$

kde C_0 je špecifické teplo suchého vlákna, r je hmotnostný zlomok a 4,2 je špecifické teplo sorpcie kvapalnej vody v $\text{J g}^{-1} \text{K}^{-1}$. Ak by bola kvapalná voda v podobe ľadu, treba rátať so špecifickým teplom sorpcie o hodnote $2 \text{ J g}^{-1} \text{K}^{-1}$. [13]

2.5.2. Tepelná izolácia

Jej charakter je vyjadrený ako tepelný odpor plošnej textílie I s jednotkou clo (*Clothing Insulation*) a je vyjadrená vzorcom:

$$1\text{clo} = I = 0,155 \text{ K} \cdot \text{m}^2 / \text{W} \quad (3)$$

kde K je jednotka teploty (kelvin), m^2 je jednotka plochy a W je jednotka výkonu rýchlosti prenosu energie.

V praxi to znamená, že izolácia v hodnote 1 clo umožňuje osobe v pokoji udržať tepelnú rovnováhu v miestnosti so stálou teplotou 21°C (70°F) a vetraním s rýchlosťou prúdenia vzduchu 0,1m/s . Napríklad tričko s krátkym rukávom = 0,36 clo, mikina s dlhým rukávom = 1,01 clo alebo izolovaná kombinéza = 1,37 clo. [14,15]

2.5.3. Tepelná vodivosť

Tepelná vodivosť, značka λ , jednotka [W/m.K] je vlastnosť, ktorá charakterizuje rýchlosť prestupu tepla v určitej látke. Je odvodená zo základnej rovnice pre všetky deje transportu tepelnej energie cez látku:

$$\frac{Q}{t} = -\lambda F \frac{\partial T}{\partial x} \quad (4)$$

čo znamená že množstvo tepla Q , ktoré prejde za čas t látkou, je úmerné ploche F , kolmej na prestup tepla a teplotnému gradientu $\frac{\partial T}{\partial x}$.

Inými slovami možno tepelnú vodivosť definovať ako schopnosť viesť tepelný tok. Má to veľký význam na tepelnoizolačné procesy spojené so zahrievaním či chladením textilných materiálov a ich vrstiev.

Textilná vrstva sa skladá z textilných vlákien a vzduchu a spolu tieto dve zložky tvoria kompozitnú sústavu, ktorá môže mať vynikajúce tepelne izolačné vlastnosti.

Z teórie o šírení tepla, všeobecne cez určitú vrstvu, sú známe tri základné spôsoby prestupu tepla: prúdenie (konvencia), vedenie (kondukcia) a sálanie (radiácia). V reálnych podmienkach sa vyskytujú všetky tri spôsoby prestupu tepla súčasne. Pokiaľ jeden zo spôsobov prestupov tepla značne prevažuje nad ďalšími, alebo niektorý zo spôsobov prestupu tepla je obmedzený, potom riešenie prechodu tepla v prostredí sa podstatne zjednodušuje.

V súvislosti s fyziológiou odievania sa uvádza prestup tepla od povrchu kože potením a odparovaním vlhkosti skrz odevný materiál. Tiež treba brať do úvahy druhý termodynamický zákon, ktorý hovorí o šírení tepla z miesta vyššej teploty na miesto nižšej teploty. [13, 16]

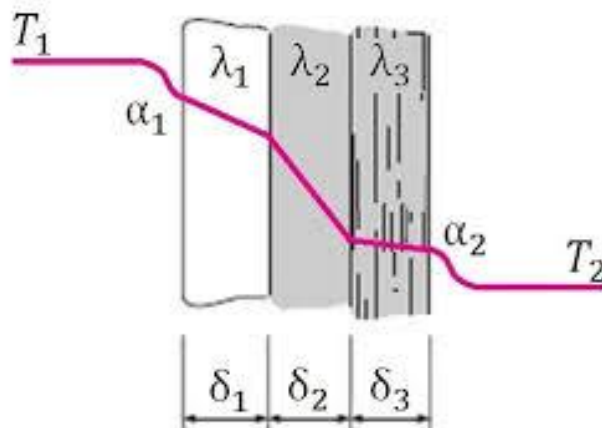
2.5.4. Prestup tepla prúdením

Je to energia, ktorú prenášajú premiestňujúce sa častice prostredia v makroskopickom meradle. Toto prostredie môže byť plynné alebo kvapalné, kde prúdenie môže zapríčiniť napríklad nerovnomerná teplota, ktorá má za následok nerovnomernú hustotu látok. V takom prípade ide o voľné prúdenie. Nútené prúdenie je pohyb, vyvolaný umelo, (napr. vetraním) a využíva sa toho pre rýchlejšie vyrovnanie teplotných rozdielov.

Hlavným nosným vzorcom pre výpočet prestupu tepla prúdením je definovaný Newtonovým zákonom:

$$Q_p = a * A(t_1 - t_2) \quad (5)$$

kde Q_p je množstvo tepla [W], a je koeficient výmeny tepla [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$], ktorý závisí na vlastnostiach látky, povrchu steny, rozložení teploty a rýchlosti prúdenia v okolí steny (v našom prípade stena, predstavuje textilný materiál, vrstvu oblečenia), $(t_1 - t_2)$ je teplotný spád [$^{\circ}C$] a A je plocha [m^2]. [13, 16, 17]



Obrázok 3: Prestup tepla prúdením cez 3 rôzne materiály [18]

2.5.5. Prestup tepla vedením

Dochádza k nemu v hmotnom prostredí, kde jednotlivé častice látky do seba vrážajú a tým si teplo predávajú. Tu platí druhý termodynamický zákon o šírení tepla ktorý udáva smer šírenia závislý na maximálnom teplotnom spáde v danom mieste prostredia.

Množstvo tepla, ktoré prejde ľubovoľnou izotermickou plochou za čas v dôsledku teplotného spádu vyjadruje Fourierov zákon:

$$Q_v = \lambda(t_1 - t_2) * A * \tau/h \quad (6)$$

kde Q_v je množstvo tepla vedením [W], λ je tepelná vodivosť [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$], $(t_1 - t_2)$ je teplotný spád na kontaktnom rozhraní [$^{\circ}C$], A je plocha [m^2], τ je čas [h] a h je hrúbka vrstvy [m]. Hnacou silou podľa vzťahu je rozdiel teplôt na oboch stranách textilnej vrstvy.

Závislosť tepelnej vodivosti od teploty sa zisťuje empiricky podľa vzťahu:

$$\lambda_t = \lambda_0(1 \pm At \pm Bt^2 \pm \dots) \quad (7)$$

kde λ_t je tepelná vodivosť pri teplote $t^{\circ}C$ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$], λ_0 je tepelná vodivosť pri teplote $0^{\circ}C$ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$], A a B sú experimentálne konštanty. Strednú hodnotu tepelnej vodivosti λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$] v rozsahu teplôt $t_1 > t_2$ v $^{\circ}C$ vyjadruje vzťah:

$$\lambda = \sum \lambda_t / (t_1 - t_2) \quad (8)$$

Plošný odpor vedenia tepla je funkciou tepelnej vodivosti a hrúbky vrstvy [m], cez ktorú sa teplo vedie a je vyjadrený vzťahom:

$$r = h/\lambda \quad (9)$$

kde r je plošný odpor vedenia tepla [$W^{-1} \cdot K \cdot m^2$], h je hrúbka vrstvy [m], λ je tepelná vodivosť [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]. Tepelná absorbtivita je definovaná podľa vzťahu:

$$b = \sqrt{\lambda} * \rho * c \quad (10)$$

kde b je tepelná absorptivita [$W \cdot m^{-2} s^{1/2} K^{-1}$], λ je tepelná vodivosť [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$], ρ je hustota prostredia [$kg \cdot m^{-3}$] a c je merná tepelná kapacita [$J \cdot kg^{-1} K^{-1}$].

Pre zložitú textilnú vrstvu zloženú z i -textilných jednoduchých vrstiev a i -vzduchových vrstiev možno vzťah upraviť:

$$Q_v = (t_1 - t_2) * A * r/R \quad (11)$$

kde R je plošný odpor vedenia tepla cez zložitú textilnú vrstvu [$W^{-1} \cdot K \cdot m^2$]. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$R = \sum \left(\frac{h_i}{\lambda_i} \right)_{tex} + \sum \left(\frac{h_i}{\lambda_i} \right)_{vz} \quad (12)$$

alebo

$$R = \sum (r_i)_{tex} + \sum (r_i)_{vz} \quad (13)$$

kde r_{tex} je plošný odpor vedenia tepla textilnej vrstvy [$W^{-1} \cdot K \cdot m^2$] a r_{vz} je plošný odpor vedenia tepla vzduchovej vrstvy [$W^{-1} \cdot K \cdot m^2$]. [16, 19, 20, 21, 22]

2.5.6. Prestup tepla žiarením

Ide o energiu, ktorá je prenášaná elektromagnetickým žiarením (fotónmi). Každé teleso vyžaruje určitou vlnovou dĺžkou väčšou ako 0 K. Absolútnu nulu (0 K) nie je možné podľa tretieho termodynamického zákona nikdy dosiahnuť, je možné sa k nej iba priblížiť, preto každé reálne teleso je nositeľom (vyžarovačom) elektromagnetického žiarenia, ktoré je závislé na absolútnej teplote.

Žiarenie je charakterizované intenzitou, pričom sa meria emisia a absorpcia žiarenia telesom a vo všeobecnosti sa časť žiarenia prepustí cez teleso.

Zákon o zachovaní energie žiarenia má tvar:

$$E = E_a + E_r + E_t \quad (14)$$

kde E je dopadajúce žiarenie [W], E_a je absorbované žiarenie [W], E_r je odrazené žiarenie [W] a E_t je prepustené žiarenie [W].

Energia žiarenia nie je závislá na okolitej teplote, to znamená že sa môže prenášať i v prostredí s nižšou teplotou ako je teplota telesa. Teplotný rozdiel je daný žiarivým tokom ako výkon vyžiarený, absorbovaný alebo prenášaný vlnením za jednotku času:

$$\Phi_e = \frac{\partial E_e}{\partial t} \quad (15)$$

kde Φ_e je žiarivý tok [W] a $\frac{\partial E_e}{\partial t}$ je podiel energie žiarivého toku na jednotku času.

Teplo prechádzajúce plochou sa nazýva tepelný tok žiarenia a vyjadruje sa pomocou Stefan- Boltzmanovho vzťahu o intenzite žiarenia absolútne čierneho telesa:

$$E = c * \left(\frac{T}{100}\right)^4 * A \quad (16)$$

kde E je tepelný tok žiarenia [W], T je teplota žiariča [°K], c je súčiniteľ žiarenia skutočného telesa [W.m⁻².K⁻⁴] a A je plocha [m²].

Množstvo tepla, ktoré prejde určitou plochou za určitý čas sa nazýva hustota tepelného toku a vyjadruje sa pomocou Lambertovho zákona:

$$e = E/4\pi R^2 \quad (17)$$

kde R je vzdialenosť od zdroja a zdroj predstavuje ľudská pokožka [m].

Vlnová dĺžka ľudského teľa sa pohybuje v rozmedzí 5-40μm, pričom koža je schopná pohltiť infračervené žiarenie s vlnovou dĺžkou 3μm. Tieto hodnoty sa dosahujú v prípade, že okolitá teplota je vyššia alebo rovnaká ako zdroj. Ak by bola nižšia, zdroj, teda ľudská koža, by sa ochladzovala a žiarenie by malo negatívne hodnoty. [16, 17, 19, 23, 24, 25]

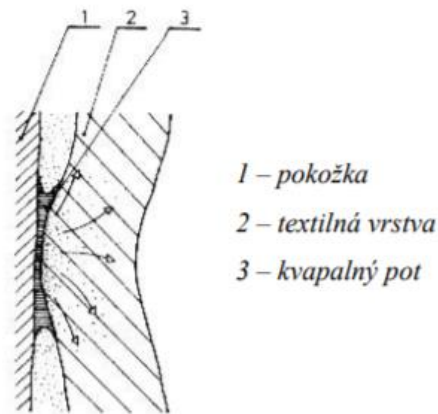
2.6. Transport vlhkosti

Jedná sa o fyzikálny proces, kedy dochádza k prestupu vodných pár z miesta s vyššou koncentráciou do miesta s nižšou koncentráciou až do celkového vyrovnania

koncentrácie. Rýchlosť a smer prestupu určuje tlakový spád s rozdielom tlaku na oboch stranách odevu, okolité podmienky, intenzita záťaže a systém ošatenia. Podľa skupenstva vlhkosti rozdeľujeme spôsoby transportu na kapilárny, difúzny a sorpčný, čím uskutočňovanie týchto procesov prebieha súčasne.

2.6.1. Kapilarita

Spôsob transportu kvapalnej vlhkosti v podobe potu je prevádzaný odsávaním prívou textilnou vrstvou, kde jej kapilárnymi cestami vzlína všetkými smermi do plochy textílie a vytvára tzv. „knótový efekt“.



Obrázok 4: Kapilárny odvod potu [26]

Intenzita prestupu je daná kapilárnym tlakom ΔP , ktorý závisí na zmáčanlivosti danej textílie a veľkosťou kontaktného uhlu kvapky kvapaliny (potu). Je ovplyvňovaný povrchovým napätím a adhéziou medzi textilnými vláknami a potom a priamo úmerne vplýva veľkosť priemeru pórov textilných vlákien, pórovitosť. Týmto podmienkam najviac vyhovujú materiály z polyesteru, polypropylénu a polyamidových vlákien.

2.6.2. Difúzia

Spôsob transportu kvapalného aj plynného skupenstva vlhkosti prostredníctvom pórov textilného materiálu. Intenzita odvodu závisí na difúznom koeficientu

a gradientu parciálneho tlaku vodných pár, porozíte pri platnosti Fickovho zákona pre stacionárny dej.

$$j_d = -D \frac{\partial c}{\partial x} \quad (18)$$

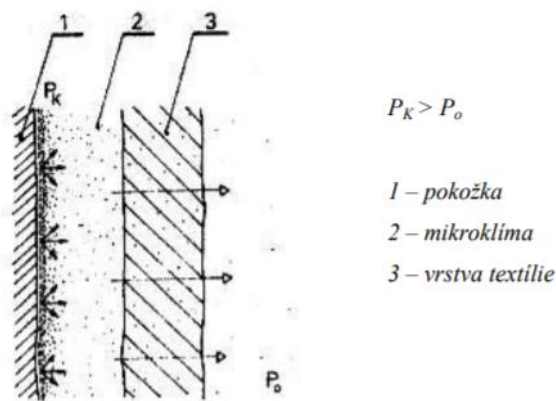
kde j_d je modálny difúzny tok častíc [$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$], $\frac{\partial c}{\partial x}$ je gradient koncentrácie C podľa osy x [mol m^{-3}] a D je difúzny koeficient [$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$].

Každá textilná vrstva odevu má odlišný parciálny tlak čím dochádza k zbrzd'ovaniu prestupu vlhkosti. Pokiaľ vlákna textílie nemenia svoju geometriu boptnaním, výber použitia vláknovej suroviny sa neprejavuje.

Pre difúzny odpor preniku vodnej pary kladený textíliou platí vzťah

$$R_{dif} = \frac{k}{m} * \Delta p \quad [\text{ms}^{-1}] \quad (19)$$

kde k je konštanta, m je hmotnosť [kg] a Δp je parciálny rozdiel [Pa]. [26]



Obrázok 5: Odvod vlhkosti difúziou [26]

2.6.3. Sorpcia

Sorpcia je schopnosť textilného materiálu prijímať z ovzdušia alebo ľudského tela vlhkosť (príp. chemické výpary, atď.). Obsah vody absorbované textíliou mení jej vlastnosti, napr. rozmer, pevnosť, ťažnosť, elastické zotavenie, elektrický odpor, tuhosť. Toto prijatie vlhkosti vláknom je buď vratné vysušením, alebo nevratné,

kedy molekuly vody sa naviažu do štruktúry vlákna a je možné ich odstrániť iba za súčasného poškodenia vlákna.

Podľa schopnosti prijímať vodu (vodné pary) sa rozdeľujú vlákna na hydrofóbne (väčšina chemických vláken) a hydrofilné ktoré majú aj tzv. vysokú afinitu ku chemickým látkam (farbivá).

Priebeh sorpcie sa deje buď na povrchu vlákna (adsorpcia) alebo vo vnútornej štruktúre (absorpcia). Pri kapilárnej kondenzácii, voda v kvapalnom stave kondenzuje v póroch na povrchu vlákna. V opačnom prípade, kedy sa voda uvoľňuje z vlákna dochádza k sušeniu (desorpcia).

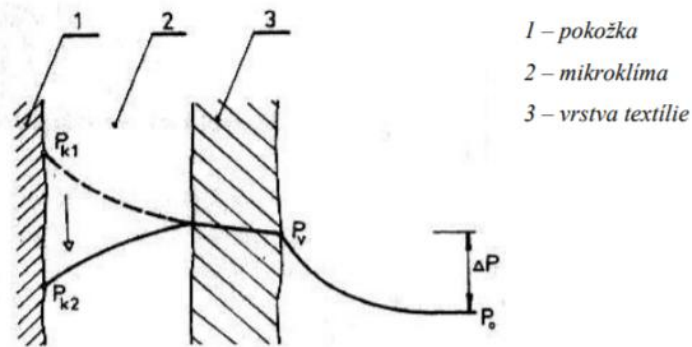
Každé vlákno vo svojom prirodzenom stave obsahuje určitý podiel vody ako vlhkosťná prirážka. Je to povolený obsah vody vychádzajúci z relatívnej vlhkosti materiálu pri normovanom ovzduší. Je dôležitá pre obchodné styky, kedy sa počíta v percentách z čistej hmotnosti materiálu.

Všeobecný výpočet sorpcie vlákna je vyjadrený ako počet absorbovaných molekúl vody (plynu alebo inej látky), ktoré pripadajú na jedno absorpčné miesto.

Skutočná vlhkosť textilného materiálu stanovuje vzťah

$$v = \frac{m_c - m_s}{m_s} * 10^2 [\%] \quad (20)$$

kde v [%] je vlhkosť materiálu, m_c [g] je čistá hmotnosť pôvodnej vzorky, m_s [g] je suchá hmotnosť vzorky a obsah sušiny sa stanoví ako podiel suchej hmotnosti a čistej hmotnosti vynásobený ston (v percentách). [27, 26]



Obrázok 6: Desorpcia [26]

3. Hodnotenie fyziologického komfortu

Na to, aby sa vedeli určiť vyššie spomínané hodnoty textilných materiálov, boli vyvinuté meracie prístroje na to určené. Meraním prostredníctvom meracieho prístroja získavame kvantitatívne informácie s určitou presnosťou objektívnou metódou merania.

Meria sa buď priamo, kedy merané hodnoty získame rovno z prístroja, nepriamo, kedy ich treba dopočítavať známymi vzťahmi, alebo kombinovane oboch spôsobov.

Príčiny odchýlok od „správnej hodnoty“ môže zapríčiniť nehomogénosť materiálu, chyby vo výpočtoch a kolísanie meraných elementov (teplota, napájací prúd).

Meranie textilných materiálov a kvalita výstupných údajov je ovplyvnené viacerými aspektmi. Klimatické podmienky miestnosti v ktorej sa meria sú určené normou ČSN EN ISO 139 (80 0056) „Textílie – Normále ovzdušie pre klimatizovanie a skúšanie“. Meraná vzorka by mala byť uvedená do približne rovnovážneho stavu, čo sa teploty a vlhkosti týka. Mala by byť vybraná náhodne, ako reprezentant danej skupiny. Počet opakovaných meraní závisí od použitej skúšobnej metóde, na vybrané vlastnosti je stanovený minimálny počet merania príslušnou normou. [27]

3.1. Hodnotenie priepustnosti tepla

Merania vychádzajú z predpokladu, že materiál sa nachádza vo fyzikálnom prostredí s rôznou intenzitou na oboch jeho stranách. Záleží pri tom na veľkosti tlakového vzduchu, teplotnom gradientu alebo na rozdielu parciálneho tlaku vodných pár. Merania sa riadia normou ČSN EN ISO 11092 (800819) *Textílie -Fyziologické účinky – Meranie tepelného odporu a výparného odporu za stálych podmienok (skúška pomocou vyhrievanej dosky simulujúcej efekt potenia)*

3.1.1. T-Therm TCi – „Thermal Conductivity Analyzer“

Merací prístroj pre rýchle meranie tepelnej vodivosti, mernej tepelnej kapacity a priame meranie tepelnej absorpcie (tepelnej zotrvačnosti). Používa jednostranný tepelne odrazový snímač, ktorý sa skladá z meracieho snímača, riadiacej elektroniky a počítačového softwaru. V snímači sa nachádza vykurovacie teleso, ktoré tvorí snímač v tvare špirály obomknuté ochranným krúžkom. Presne definovaný prúd je aplikovaný na snímač vykurovacieho telesa, ktoré potom produkuje malé množstvo tepla, ktoré prúdi behom testu smerom od senzoru do materiálu. Výsledkom je nárast teploty na rozhraní medzi senzorom a vzorkou, obvykle je to menej než 2°C. Tento nárast teploty na rozhraní snímača vyvolá zmenu úbytku napätia na snímači. Tempo rastu napätia v snímači sa používa na určenie tepelnej vodivosti [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$] a tepelnej absorpcie [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^1/2\cdot\text{K}^{-1}$] meraných vzoriek materiálu. Existuje tu nepriama úmera, alebo čím väčšia je tepelnoizolačná schopnosť materiálu, tým strmší je nárast napätia. Výsledky merania sú zobrazené v reálnom čase na obrazovke počítača, ktorý umožňuje podľa užívateľom zadaných kritérií spočítať mernú teplotnú vodivosť [$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$] a mernú tepelnú kapacitu [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]. [28, 29]

3.1.2. SGHP - „Sweating guarded hot plate“

Jedná sa o tzv. „skin model“ metódu, kedy je vzorka uzatvorená v klimatizovanej komore, voľne položená na mokrej membráne, vďaka ktorej nie je v priamom kontakte s vodou. Membrána je odspodu vyhrievaná na 35°C v okolitom prostredí

o teploty 20 °C, s rýchlosťou prúdenia vzduchu 1 m/s, vďaka čomu dochádza odparovanie vody s mokrej membrány skrz meranú vzorku.

Hodnotiaci parameter výstupu tepelného odporu R_{ct} [m^2K/W] je rozdiel teplôt medzi dvoma povrchmi materiálu delený výsledným tepelným tokom na jednotku plochu vo smere gradientu:

$$R_{ct} = \frac{(T_m - T_a) \cdot A}{H - \Delta H_C} - R_{ct0} \quad (21)$$

kde R_{ct0} je konštanta prístroja [m^2K/W], T_m je teplota meranej jednotky [$^{\circ}C$], T_a je teplota vzduchu v skúšobnej komore [$^{\circ}C$], A je plocha meranej jednotky [m^2], H je výhrevnosť dodávaná meracej jednotke [W] a ΔH_C je korekcia pre výhrevnosť pri meranej tepelnej odolnosti R_{et} .

Výsledky zaznamenáva počítačom riadený program. Poskytuje taktiež hodnotu R_{et} [$Pa \cdot m^2/W$] - odolnosť voči vodným parám, pomocou ktorej je vypočítaná priepustnosť vodných pár W_d podľa vzorca

$$W_d = \frac{1}{R_{et} \cdot \Phi T_m} \quad (22)$$

kde ΦT_m je latentné teplo odparovania vody pri teplote meracej jednotky T_m . [30]

3.1.3. ALAMBETA

Počítačom riadený poloautomat so schopnosťou merať tepelné vlastnosti, ako tepelná vodivosť λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$], tepelná absorpcia b [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$], plošný odpor vedenia tepla r [$W^{-1} \cdot K \cdot m^2$], v závislosti na hrúbke materiálu. Jeho metóda spočíva v priechodu tepelnými tokmi a povrchmi vzorky od neustáleho stavu k ustálenému. Dokáže vypočítať štatistické parametre merania kontrolované auto-diagnostickým programom zabráňujúcim chybným operáciám prístroja. Prístroj vyvinutý na Katedre hodnotenia textílií TUL.

3.2. Hodnotenie priepustnosti vodných pár

Jedná sa o gravimetrické metódy, ktoré preverujú schopnosti plošných textílií neklásť odpor priestupu vodných pár (vlhkosti) a schopnosť transportu vodných pár vo veličinách relatívnej priepustnosti vodných pár P_x [%], miera prenosu vodných pár $WVTR$ [$g/m^2 \cdot 24hod$], odolnosť voči vodným parám a výparný odpor Ret [$Pa \cdot m^2/W$]. Meria sa za predpokladu tlakového spádu pri kombinácii difúzie a absorpcie vlhkosti dovnútra textílie. Hodnoty závisia na druhu materiálu, štruktúre, mikroklimatických podmienkach, tlaku a i. a produkcia telesnej vlhkosti závisí od fyzickej záťaži a teploty organizmu.

3.2.1. FX 3180 CupMaster

Model JIS L 1099_A z Japonska meria priamo gravimetrickou metódou v princípe tak, že voda je odparovaná cez plošnú textíliu v klimatizovanej komore pri teplote 40°C pri prostredí s relatívnou vlhkosťou 50% rýchlosťou prúdiaceho vzduchu 0,8m/s. Následný úbytok vody je odpočítaný od pôvodného množstva vody podľa vzorca (23) a je stanovený parameter WVTR (Water Vapour Transmission Rate). Môže sa merať až 12 vzoriek naraz a jedno meranie trvá 24hod. Vzorec podľa ktorého prístroj počíta je

$$WVTR = \frac{a_2 - a_1}{S_A} \left[\frac{g}{m^2} * 24 \text{ hod} \right] \quad (23)$$

kde a_2 je pôvodná hmotnosť vody [g], a_1 je hmotnosť vody v miske po teste [g] a S_A je plocha vzorky [m^2].

3.2.2. Metóda vážením

Princíp tohto merania je založený na vysokej tenzii vodných pár nad hladinou vody. Používa sa k tomu exsikátor, v ktorom je uložená nádobka s vodou s hladinou na ktorej je natiahnutá meraná textília. Tlakový spád vodných pár je zaistený vysušeným silikagelom na dne exsikátoru, ktorý absorbuje všetku vodnú paru z prostredia. Parciálny tlak vodných pár sa snaží vyrovnáť parciálnemu tlaku okolia a tým dochádza k prestupu vodných pár cez textíliu. Množstvo pary prejdenej za

jednotku času sa vyjadří zmenou hmotnosti vody v nádobe pred a po skúške. Výsledkom je relatívna priepustnosť vodných pár P_x [%] vyjadrená vzorcom

$$P_x = \frac{G_1 - G_0}{G_0} * 100 \quad [\%] \quad (24)$$

kde G_1 je prírastok hmotnosti vysúšadla s textíliou [g] a G_0 je prírastok hmotnosti vysúšadla bez textílie [g].

Meria sa podľa normy ČSN EN ISO 15496 (80 0877) Textílie – Meranie priepustnosti vodných pár textíliou pre účel kontroly kvality.

3.3. Hodnotenie nasiakavosti a vzlínania

Nasiakavosť a vzlínanosť patria do transportných interakcií kvapaliny s plošnou textíliou. V oboch prípadoch sa jedná o vniknutie kvapaliny priamo do štruktúry textílie. Hodnota nasiakavosť určuje množstvo absorbovanej kvapaliny a hodnotí sa kvapkovou metódou alebo metódou umelého dažďa. Vzlínanosť určuje schopnosť pohlcovať a prenášať kvapalinu pôsobením kapilárnych síl a je dôležitá pri tom sacia výška h [mm].

3.3.1. MMT – Moisture Management Tester

Prístroj na testovanie distribúcie (rozptýlenia) kvapalnej vlhkosti v ploche textílie skrz textílie na základe zmeny elektrického odporu.

Do merania vstupuje niekoľko parametrov: čas zmáčania pre rub a líc [s], savosť vzorky materiálu [%/s], maximálny rádius navlhčenia [mm], rýchlosť šírenia roztoku textíliou [mm/s], index kumulatívneho jednosmerného prenosu kvapaliny textíliou a celkový ukazovateľ vlhkosti textílie.

Metóda sa používa na kvantitatívne meranie prenosu kvapalnej vlhkosti v jednom kroku so vzlínanosťou do viacerých smerov. Kvapalina, syntetický pot, sa vzlína po oboch povrchoch textílie s prenosom z jedného na druhý. Výsledky sú hodnotené v 7. stupňoch manažmentu vlhkosti. [31]

3.4. Hodnotenie priedušnosti

Parameter priedušnosti R [m/s] stanovuje schopnosť textílie prepúšťať vzduch kolmo na danú plochu skúšaného materiálu za stanovený čas a pri určitom tlakovom spáde o hodnote 100 Pa (bežné odevné textílie) ako gradient prestupu vlhkosti a tepla s rozdielnom medzi lícom a rubom vzorky.

$$R = \frac{\overline{q_v}}{A} * 10^{-2} \quad (25)$$

kde q_v je aritmetický priemer rýchlostí prietoku vzduchu [ml/s], A je skúšaná plocha textílie [cm²], a 10^{-2} udáva koeficient prepočtu z [ml/s.cm²] na [m/s].

Meria sa podľa normy ČSN EN ISO 9237 (80 0817) Textílie – Zisťovanie priedušnosti plošných textílií pri dodržaní klimatizovaných vzoriek a testovania v špeciálnej miestnosti.

3.4.1. *SDL M 021 S*

Základom meracieho prístroju je ventilátor, ktorý odsáva vzduch z kruhovej čelisti o definovanej ploche 20 cm² v ktorej je upnutá vzorka. Množstvo nasávaného vzduchu pri nastavenom tlakovom spáde je merané tzv. rotametrom. Výška plaváčku v trubici stanovuje množstvo vzduchu prejdeho textíliou. Výhodou tejto metódy je rýchlosť a testovacie vzorky nie sú poškodzované.

3.5. Tepelný manekýn

Na samotný výskum a vyhodnocovanie údajov z prenosov tepla ako má ľudský organizmus, v ktorom prebieha niekoľko procesov naraz, bolo potrebné skonštruovať objekt taký, ktorý by najpresnejšie definoval viacero parametrov súčasne. Pre tento účel sa vyvinuli tepelné figuríny, ktorých reakcie a technické možnosti sa každým dňom stále viac a viac približujú k reakciám ľudského organizmu a v dnešnej dobe sa využívajú v rôznych odvetviach textilného priemyslu.

3.5.1. Historický vývoj tepelných manekýnov

Tepelný manekýni vo svete slúžia už viac ako 70 rokov a našli uplatnenia vo viacerých odvetviach vedy a výskumu. Najviac sa používajú pri meraní tepelných vlastností odevov a pri hodnotení telových tokov v zložitých prostrediach, ako je napríklad kabína vozidla. Najnovšie výskumy poukazujú na výhody realistickejšej simulácii tepelnej interakcie človeka s prostredím vďaka manekýnom čo sa dokážu potiť, dýchať či sa hýbať. [32]

David P. Wyon (narodený 1969) vydal v roku 1989 publikáciu s úplným zoznamom v tej dobe dostupných manekýnov, ktorý bola doplnený v roku 1994 o nové príklady.

Každý jeden manekýn bol míľnikom svojej doby a predstavoval značný technologický pokrok.

Tabuľka 2: Zoznam dostupných manekýnov v r. 1994 [32].

p.č.	typ manekýna	materiál	technológia	akcia	krajina	rok
1	jedno - dielna	meď	analógia		USA	1945
2	viac - dielna	hliník	analógia		UK	1964
3	radiačná	hliník	analógia		FR	1972
4	viac - dielna	plast	analógia	pohyblivý	DK	1973
5	viac - dielna	plast	analógia	pohyblivý	DE	1978
6	viac - dielna	plast	digitálna	pohyblivý	CH	1890
7	viac - dielna	plast	digitálna	pohyblivý	CH	1984
8	horiaca	hliník	digitálna		USA	
9	ponorná	hliník	digitálna	pohyblivý	CA	1988
10	potiaca sa	hliník	digitálna		JP	1988
		plast	digitálna	pohyblivý	FI	1988
		hliník	digitálna	pohyblivý	USA	1996
11	ženská „MADSEN“	PLA	digitálna, regulačný mód komfortu	pohyblivý	DK	1989
12	dýchajúca, termálna „NIELSEN 2000“	PLA	digitálna, regulačný mód komfortu	pohyblivý, dýchajúci	DK	1996

Na začiatku 40. rokoch minulého storočia Americký vedci pracujúci pre armádu vyvinuli prvého manekýna na výskum fyziologického komfortu vnútorného prostredia s technikou na kúrenie, vetranie a klimatizovanie (skratka HVAC z ang. Heating, ventilation, and air conditioning). Manekýn poskytoval dáta pre hodnoty tepelného komfortu a kvality okolitého vzduchu. Bol vyrobený z jedného dielu me-

di s jednou zónou na snímanie. Na porovnanie so súčasnými manekýnmi, ktorý majú 15 a viac zón išlo o veľmi všeobecné a skresľujúce merania. Niekoľko kusov tohto druhu sa používa na podobné účely do dnes . [32, 34, 35].

Digitálna regulačná technika priniesla flexibilitu v protokoloch a presnejšie merania tepelných strát. To však netvorilo komplexný výsledok z vyhodnotených dát a preto bolo potrebné zaviesť chladiacu techniku ktorá umožňovala meranie tepelného zisku. S touto technológiou prišli v roku 1977 vedci G. Aubertina a J.C. Cornu z Národného inštitútu výskumu a bezpečnosti v Nancy, Francúzsko. Manekýn slúžil na meranie ochranného odevu pre požiarnikov.

Spoločnosť Dupont si pre svoje potreby ochrany pracovníkov vyvinula manekýna „Thermo-man“, ktorý mal za úlohu testovať laboratórne oblečenie z vlákien Nomex IIIA. Manekýn mal na celom povrchu rovnomerne rozmiestnené snímače na detekciu povrchových teplôt počas vystavenia vysokému konvenčnému alebo radiačnému teplu.

Testované odevy museli spĺňať všetky ochrany pred náhlym intenzívnym výbuchom, silným požiarom alebo úderom blesku, ktoré spôsobujú behom sekundy nárast teploty na 2000 °F a tepelný tok sa zvýši na 2,0-2,5 cal/cm².sec. Veľkosť zasiahnutej oblasti, intenzita a doba trvania silno závisí od typu situácie, v ktorej sa jedinec nachádza. Na zistenie intenzity popálenia použili pod odev vzorku živočíšneho tkaniva, ktorá sa po zapálení pomocou existujúcich etalónov vyhodnocovala. Test sa porovnával s inými existujúcimi ochrannými odevmi z bavlny a nylonu. [33]

Statická konštrukcia mnohých manekýnov neskôr preukázala značné nedostatky. Výsledky totiž poskytovali len čiastočné informácie v porovnaní s reálnymi užívateľskými vlastnosťami.

Prvého pohyblivého manekýna postavili v Dánsku v roku 1973. Použili naň nový plastický materiál a využívali ho na hodnotenie a výskum odevov. Manekýn vedel sedieť a pohybovať oboma končatinami vďaka pohyblivým kĺbom.

Zaujímavým pokrokom bol ponorný manekýn z Kanady. Hliníková konštrukcia bola vybavená senzormi citlivými na poklesy teplôt. Voda a tlak však spôsobovali mnoho problémov a manekýn im zatekal. Tento typ sa vyvíja dodnes.

Zvláštnosťou bolo, že všetci manekýni sa vyrábali v mužských verziách. V roku 1989 na Technickej Univerzite v Dánsku postavili prvú ženskú manekýnku. Disponovala vykurovacou a meracou technikou súčasne, pričom každá jej zóna sa dal ovládať zvlášť. Vďaka algoritmom popisujúcich komfort vyhodnocovala jeho úroveň.

Vedci a konštruktéri sa ďalej začali zaoberať myšlienkou straty tepla pri odparovaní potu a dýchaní, ako ďalšie prirodzené reakcie spojené s tepelnou výmenou v organizme. Manekýn NIELSEN 2000 mal vykurovaciu technológiu a dokázal vyhodnocovať mikroklimatické podmienky spôsobené rôznymi ventilačnými systémami, čo bolo veľmi užitočné pre automobilový priemysel.

Rovnaký princíp pre simuláciu ľudskej výmeny tepla využívali modely na špecifické využitie. Ich vývin bol paralelne s hlavným vývojom manekýnov. Príkladom sú tepelné pätky pre hodnotenie obuvi, ktoré sa využívajú v dnešnej dobe v rôznych vývojových strediskách po celom svete. Taktiež sú to modely rúk a hláv pre výskum funkčnosti materiálov pokrývok hlavy a rukavíc. Väčšina z nich sú konštruované v dospelých veľkostiach. Detských špeciálnych modelov a manekýnov je podstatne menej. Najmenší detský manekýn váži okolo 1 kilogramu a bol postavaný pre hodnotenie kvality inkubátorov iných ošetrovateľských metód pre predčasne narodené deti. [32]

Oblasť využitia termálnych manekýnov je čoraz väčšia nielen vo výskume, ale aj v laboratóriách so špecifickým zameraním. Táto oblasť vyžaduje špeciálne konštrukčné a výkonnostné vlastnosti, ktoré vyžadujú individuálny prístup a zaobchádzanie. Manekýni nemusia byť vždy kompatibilní s inými podobnými zariadeniami, avšak musia všetky spĺňať rovnaké podmienky bezpečnosti. V prípade, že je potrebné porovnávať testovacie hodnoty z rôznych manekýnov, je nevyhnutné ich metódy a postupy získania štandardizovať. [32]

3.5.2. Tepelný manekýn NEWTON

„Newton“ predstavuje súbor viacerých tepelných manekýnov využívaných po celom svete. Bol vyrobený v súlade s normami ASTM a ISO pre potreby hodnotenia odevov, životného prostredia, vývojárov a dizajnérov a výrobcov spacích vakov.

Štandardne u všetkých typov manekýnov tohto druhu je telo vyrobené z vodivého obalu uhlíkovej epoxidovej živice. Má odnímateľný textilný obal s čerpadlom na distribúciu tekutín 0-1000ml/h, ktorý umožňuje potenie.

Povrch tela je rozdelený na zóny s rovnomerným pokrytím senzorov. Ich schopnosť je merať teplotu s presnosťou $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ a relatívnu vlhkosť s presnosťou $\pm 3\%$. Vo vnútri tela je zabudovaný elektrický odporový ohrev a vykurovacia elektronika s vlastnou reguláciou teploty pre každú zónu zvlášť.

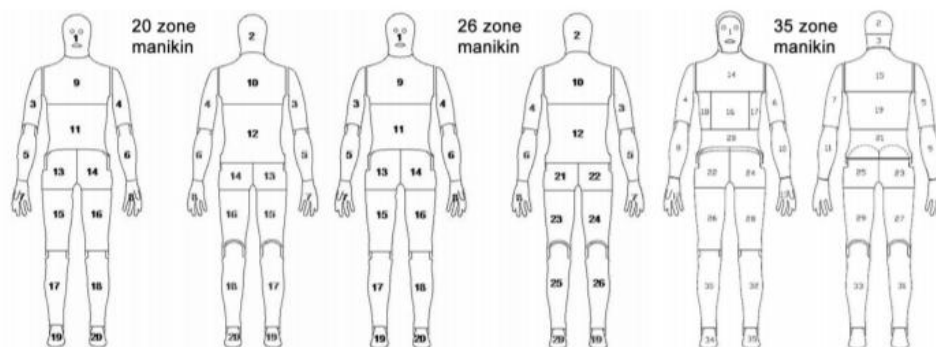
Manekýn je umiestnený v dynamickej konštrukcii umožňujúca pohyb manekýna a monitorovanie prostredia v ktorom sa nachádza: meranie teploty (max -20 až $+50^{\circ}\text{C}$, bez pripojenia -30°C), relatívnej vlhkosti (0-100%) a rýchlosti prúdenia vzduchu. Vďaka guľôčkovým ložiskám má pohyblivé končatiny, ohyb v ramenách, lakt'och, bokoch, kolenách a členkom čo umožňuje imitáciu chôdze alebo aj dýchania. [36, 37, 38]

Dospelá verzia:



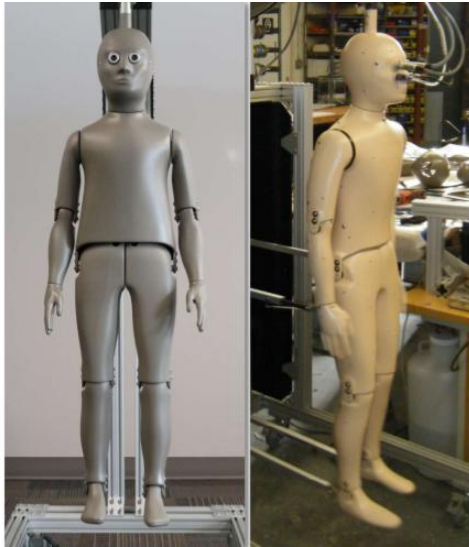
Obrázok 7: Dospelá verzia Newton[36]

- Štandardné modely s 20, 26 alebo 35 tepelnými zónami
- Modely: západný typ: 178,5 cm, ázijský typ: 168,5 cm
- Hmotnosť tela: 27 kg, Veľkosť odevu: M
- Napájanie: 208-265 V AC, 50/60 Hz, jednofázový zdroj
- Max. výkon: 700 W/m²
- Napájací kábel v dĺžke 8 m
- Možná konverzia na ženu [36]



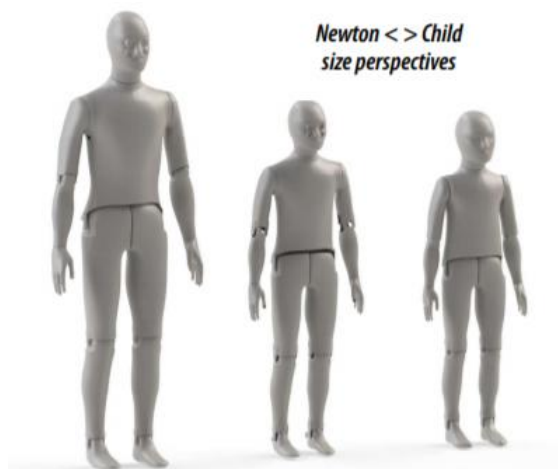
Obrázok 8: Zónové rozdelenie dospelých manekýnov [36]

Detská verzia:



Obrázok 9: Detská verzia Newton – manekýn Timmy [38]

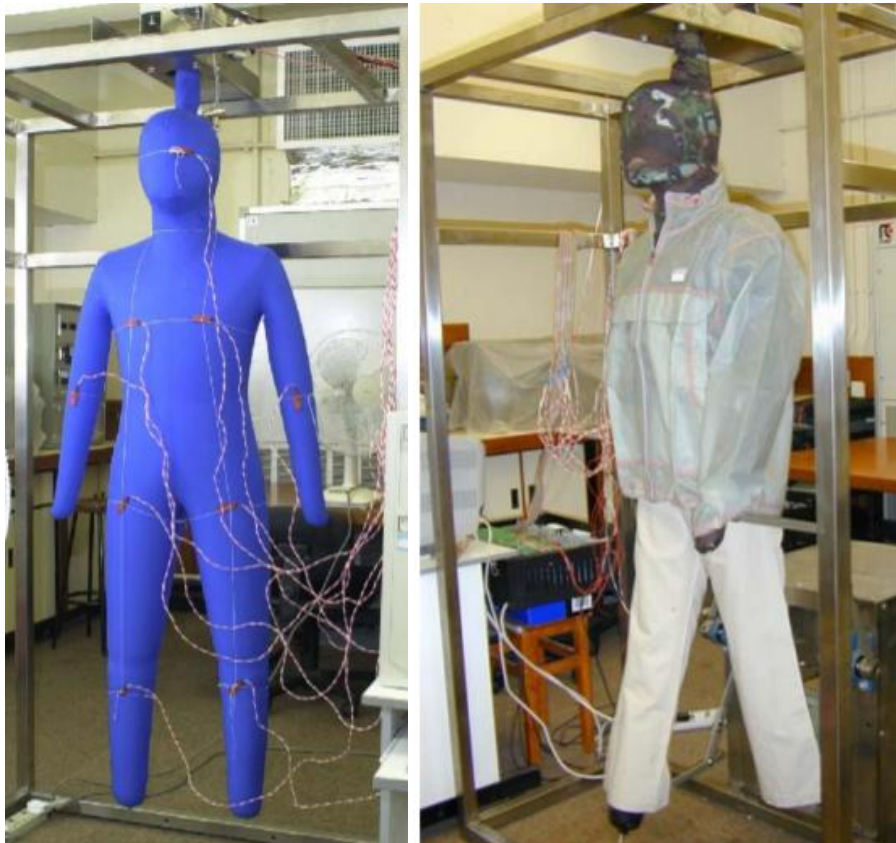
- 15 nezávislých tepelných zón
- Modely:
 - A: 127cm, 8. ročné dieťa, povrchová plocha: 10,7 sq / ft (0,99 sq / m)
 - B: 140cm, 10. ročné dieťa, 11,8 sq / ft (1,12 m² / m)
- Základná hmotnosť: 40 až 45 kg (18 až 20 kg)
- Napájanie: 48 V DC (nastaviteľné 5 až 48 V DC)
- Max. výkon: 600 W/m²
- Napájací kábel v dĺžke 4 m [38]



Obrázok 10: Veľkostné porovnanie dospelého NEWTON-a s detskými verziami [38]

3.5.3. Tepelný manekýn WALTER

Tepelný manekýn „Walter“ je pôvodom z Hongkongu a bol vyvinutý polytechnickou univerzitou v roku 2001 na testovanie tepelného komfortu nových odevov z hľadiska materiálového zloženia. Jeho povrch a hlavný materiál tvorí mokropoprúžna tkanina PTFE Goretex, ktorá je vodeodolná, ale priepustná pre molekuly pary. Čerpadlo pre distribúciu teplej vody je umiestnené v oblasti hrude, odkiaľ sa distribuuje do končatín. Výškou 172cm sa pohybuje medzi západným a ázijským typom Newtona. Nastavením striedavej frekvencie napájacieho zdroja motora sa môže meniť rýchlosť chôdze z 0 na 2,7 km/h. Jeho využitie je podobné ako u Newtona, dokáže simulovať potenie v množstve až 800 g/m. Jeho ovládateľnosť teploty jednotlivých častí je obmedzená na celkovú telesnú teplotu, pričom Newtonovi sa každá zóna dá regulovať samostatne.



Obrázok 11: Tepelný manekýn samostatne v stoji naľavo a v oblečení na pravo [39]

3.5.4. Rozdiely medzi manekýnmi NEWTON a WALTER

Walterovou najväčšou výhodou je meranie tepelnej izolácie a výparov vlhkosti súčasne. Newton to v jednom kroku nedokáže, musí sa to merať zvlášť ako suchý test na tepelnú izoláciu a mokrý test pre vlhkosť. Spôsobuje to neúplnosť nameraných dát, pretože v dôsledku potenia človek priamo ovplyvňuje tepelnú izoláciu odevu a preto nameraná tepelná izolácia suchou skúškou poskytuje hodnoty len pre ideálny stav.

Ďalším rozdielom je spôsob a dĺžka trvania potenia. Walter priamo reguluje teplotu podľa vlhkosti a vlastnostiam skúšaného textilného materiálu. Newton-ovy rýchlosť potenia kontroluje operátor sám na základe intenzity čím sa výsledok vzdáľuje od reálneho stavu ľudského potenia.

Treba však zdôrazniť, že Newton ďaleko predbehol kvalitu spojenú s údržbou, zachovalosťou a prevádzkovými starosťami. Má vymeniteľný vrchný textilný obal ľahký na údržbu a opravu, pričom Walter svojím poškodením povrchu by prehodnotil investície každej spoločnosti ktorá s ním operuje. Nevraviac o náročnosti výmeny distribučného systému na vodu ktorý je háklivý na kvalitu dodanej vody. Tepelný manekýn Newton nemá ani jeden z týchto vážnych problémov. [39]

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

4. Návrh experimentu

Súčasný výskum trendov zameraný na športové odevy pre deti a mládež poskytuje škálu rôznych typov odevov v rôznych technicky náročných prevedeniach, ale neurčuje konkrétne, ktorý odev sa ako správa pri rovnakých podmienkach. Existujú len jednotlivé testovania na konkrétnych produktoch konkrétnych značiek, ale škála „domácky vyrobených“ produktov alebo produktov malej sériovej výroby rôznych dizajnerských štúdií a jednotlivcov testovaná nebola a predstavuje nemalé percento používaných produktov na amatérske aj profesionálne športové záťažové tréningy, ktoré vyžadujú vysoké nároky na komfort, precitlivosť detskej pokožky a ochranu pred chladom alebo v opačnom prípade pred teplom.

Osobná skúsenosť a výskum v oblasti používaných a vyrábaných odevov viedol k tomu, ich hlbšie testovať a skúmať na ich termo-fyziologické vlastnosti. Odevy pre tento účel boli doposiaľ hodnotené len subjektívne bez zbierania dát od detí, ktoré ich majú na sebe oblečené počas tréningu alebo súťaži, či slovné hodnotenia ich rodičov ktoré prijímajú a riešia rôzne požiadavky na športové oblečenie svojich detí. Objektívnemu hodnoteniu bežne dostupných a vyrobených odevov sa nevenovala pozornosť napriek tomu, že by to veľmi uľahčilo konečným užívateľom prácu pri ich správnom výbere, čo sa týka dĺžky, či materiálového zloženia. Taktiež, nebol prostriedok, na ktorom by bolo vhodné komplexne testovať parametre fyziologického komfortu dieťaťa a na to je teraz možnosť použiť tepelného manekýna Timmy.

Hlavnou myšlienkou práce je otestovať na fyziologický komfort odevy pre estetický druh športu – tanec, gymnastika, vyrobených z bežne dostupných materiálov pre maloodberateľov. Pričom odevy sú určené pre deti vo veku 10 rokov s vysokým nárokom na estetickosť a komfort počas fyzickej záťaže.

Pre tento účel sa navrhli priliehavé odevy inšpirované súčasnou ponukou na trhu. Jedná sa o trikoty a z rozsahu spracovania a materiálového zloženia vyplynuli

3 základné druhy s rôznou plochou zakrytia tela, pričom sa vynecháva hlava a konce končatín dlane a chodidlá. Zakrytie je odstupňované od najmenej nožnej plochy, ktorá zakrýva iba hrud' a chrbát a časť rozkroku a zadku, ako trikot na ramienka. Stredné zakrytie je polovičné, tzn. že dĺžka rukávov a nohavíc je krátka a najväčšia možná plocha zakrytia prekrýva celú dĺžku horných aj dolných končatín. Podrobnejší popis vzoriek odevov je rozpísaný v kapitole 6.2.

Návrh odevov je originálny vrátane samotnej konštrukčnej prípravy strihu, ktorá slúži na samotnú vlastnú výrobu trikotov bežne dostupnými krajčírskymi metódami.

Materiály, ktoré sa použili pre tento účel reprezentujú škálu bežne dostupných textílií s tým, že sa dbalo na maximálne zjednotenie plošnej hmotnosti, štruktúry textílie, farby a podielu elastanu v kombinácií s druhou zložkou, ktorá je pri jednotlivých druhoch rozdielna. Základnými predstaviteľmi vláknového zloženia bola v tomto prípade bavlna, bambusová viskóza a polyester vždy v kombinácií s elastanom s bližšími špecifikáciami v kapitole 6.1.

Testovanie odevov sa navrhlo objektívnou aj subjektívnou metódou s cieľom porovnať výsledky meraní. Objektívne hodnoty získané z meraní na tepelnom manekýnovi v porovnaní so subjektívnymi hodnotami získané testovaním odevov na tanečníkov vo veku 10 rokov a hodnotením pomocou dotazníku pocity a vnemy komfortu po určitej fyzickej záťaži.

Po zvážení stavu rozpracovanosti a komplikovanej situácií spôsobenej ochorením na COVID-19 sa zvolila objektívna metóda hodnotenia fyziologického komfortu vybraných odevov a rozšírila sa testovaním vzoriek vybraných materiálov štandardizovanými metódami a o porovnanie hodnôt medzi nimi.

5. Cieľ práce

Cieľom diplomovej práce je štúdium fyziologického komfortu pri fyzickej záťaži s využitím detského tepelného manekýna, ktorý simuluje reálne podmienky ľudského organizmu. A súčasne nastavovanie experimentu, pričom prebieha proces optimalizácie samotného testovania na manekýnovi, vyhodnocovania a porovnávania výsledkov s inými metódami.

Záverom práce je objektívne určenie konkrétneho typu športového odevu na konkrétny druh prostredia v akom sa odev bude využívať, diskusia výsledkov nameraných hodnôt z manekýna a štandardizovanými metódami a určenie možnosti postupu práce s vyhodnocovaním.

6. Jednotlivé kroky experimentu

Samotný experiment sa skladal z týchto častí:

- 1) Výber rôznych druhov materiálov bežne dostupných pre maloobderateľov na výrobu športových odevov pre tanečníkov.
- 2) Návrh a konštrukčná príprava športových odevov pre tanečníkov vo veku 10 rokov s ohľadom na použitie na tepelnom manekýnovi Timmy.
- 3) Vlastná výroba odevov z pripravených strihov a vybraných materiálov.
- 4) Návrh experimentu pre testovanie fyziologického komfortu odevu.
- 5) Testovanie odevov na tepelnom manekýnovi Timmy, na štandardizovanom zariadení SGHP 8.2 a FX 3180 CupMaster.
- 6) Porovnanie a diskusia výsledkov z vlastného testovania.

6.1. Výber súboru textilných materiálov

Na experiment sa vybrali tri druhy materiálov na základe teoretických poznatkov o potrebách detí na materiálové zloženie športového odevu a podobnosti so súčasným stavom. Výber sa riadil týmito požiadavkami:

- možnosti dostupnosti v bežnej kamennej predajni alebo e-shope
- nízka cena a zároveň vysoká kvalita
- pokrytie základných druhov vlákien
- zachovanie elasticity
- maximálne zjednotenie plošnej hmotnosti vzhľadom na dostupnosť
- maximálne zjednotenie podielu komponent vlákna vzhľadom na možnosti
- maximálne zjednotenie farby vzhľadom na bežnú dostupnosť
- zohľadnenie štruktúry na citlivosť detskej pokožky

Tieto požiadavky sú stanovené na základe predošlého výskumu o fyziologickom komfote a osobných skúseností z fyzickej aktivity, ktorá častorát ústi do stresu z dosahovania výkonnostných cieľov. Spôsobuje to zvýšenú psychickú podráždenosť, horšie zvládanie tepla a vlhka na pokožke, či náhlych zmenách teplotných rozdielov. Je indikovaná horšia znášateľnosť nepríjemných pocitov z nekomfortného oblečenia a k tomu nepridávajú ani klimatické podmienky tréningovej sály či haly zhoršujúce sa zvyšujúcim sa počtom detí na jednom mieste a dĺžkou jedného tréningového cyklu bez celkovej výmeny vzduchu v miestnosti.

Materiály nezapríčiňujú žiadne vedľajšie dôsledky podráždenia kože a zároveň svojou štruktúrou zodpovedajú originálu použitému na výrobu tréningového oblečenia.

Všetky tri materiály majú obsahujú zložku elastanu. V kombinácií so štruktúrou prispievajú k celkovej elasticite materiálu. Tá je potrebná pre to, aby jeden odev dieťa vydržalo nosiť dlhšie obdobie = dobré padnutie odevu aj v prípade nárastu tela dieťaťa (zmena výšky či váhy alebo tvaru tela vplyvom nárastu svalovej hmoty, či začiatku hormonálnych zmien). Jeho podiel v jednotlivých druhoch je takmer totožný v kombinácií s druhou zložkou.

Ďalším zjednocujúcim parametrom bola plošná hmotnosť pre objektívnejšie vyhodnocovanie nameraných výsledkov. U všetkých troch druhoch je takmer totožná s odchýlkou 2,5g/m².

Pri výbere vhodnej škály materiálov sa riešila aj ekonomická kúpa - potreba cenovo prijateľných a dostupných materiálov v maximálnej miere farebných možností.

V **materiály „A“** je zložka elastanu v spojení s bavlnou ako zástupcom prírodných rastlinných vlákien. Živočíšne vlákna sa v tomto experimente nevyskytujú pre svoje horšie omakové vlastnosti, tzv. „kúsavosť“ a obsah lanoínu, ktorý môže vyvolávať alergickú reakciu. To isté platí pre hodváb s obsahom proteínov. Hodváb nie je vhodný aj pre jeho štandardné spracovávanie v podobe pev-







ných väzieb, napr. plátno. nie je tak umožnená elasticita materiálu a tým spojený problém s pohybom tela odetého v týchto materiáloch. [40]

Materiál „B“ je v spojení s bambusovou vysokózou ako zástupcom chemických vláken z prírodného polyméru a **materiál „C“** je v kombinácii s polyesterom ako zástupcom chemických vláken zo syntetického polyméru ako najblyžšiu možnú alternatívu k tzv. „plavkoviny“.

Tabuľka 3: Materiálové zloženie testovaných odevov

	materiálové zloženie [%]	plošná hmotnosť [g/m ²]	štruktúra	hustota riadkov [riadok/1cm]	hustota stĺpcov [stĺpec/1cm]	farba
A	95% CO, 5% EL	210	jednolícna pletenina	25	17	šedý melír tmavý
B	95% VI, 5% EL	210	jednolícna pletenina	28	16	šedý melír svetlý
C	92% PL, 8% EL	205	jednolícna pletenina	22	23	šedý svetlý

Tabuľka 4: Makroskopické fotografie testovacích materiálov

Materiál A	Materiál B	Materiál C
líc 	líc 	líc 
rub 	rub 	rub 

6.2. Návrh a konštrukcia športových odevov pre deti

Inšpiráciou pre návrh odevu boli súčasné trendy a potreby mladých športovcov adaptovať sa na fyzický výkon. Návrh a realizácia bola ovplyvnená nasledujúcimi kritériami:

- eliminácia akýchkoľvek nežiaducich účinkov zabraňujúcich pohyb
- minimalizácia spojov - švov
- priliehavá silueta
- elasticita materiálu
- rozmery a konštrukcia detského manekýna „Timmy“
- rozmer a poloha jednotlivých telových zón manekýna
- vlastnosti materiálov vybraného súboru
- cieľ experimentu

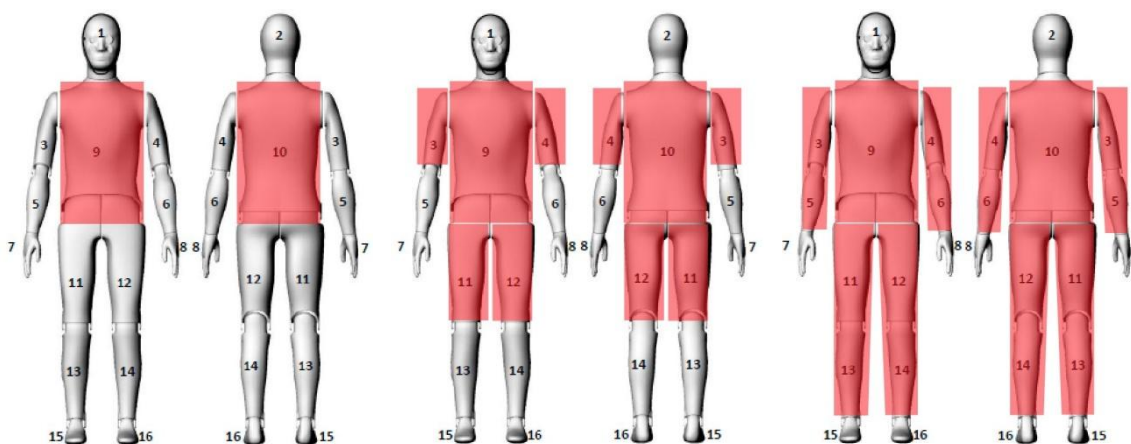
Navrhli sa tri druhy trikotov odstupňované na základe množstva zakrytia telových zón manekýna (tabuľka 5). Rozsah zakrytia zón sa určil podľa rozsahu súboru bežne dostupných a vyrábaných trikotov pre deti a mládež na tanec a gymnastiku.

Všetky trikoty sú priliehavej siluety čím sa eliminovala veľkosť vzduchovej vrstvy medzi telom a odevom. Sú so stojačikom a na zapínanie v strednej zadnej časti chrbta na krytý zips pre lepšie obliekanie manekýnovi. Všetky 3 navrhnuté modely sú vyrábané z 3 vybraných materiálov uvedených v predchádzajúcej kapitole. Na výrobu sa konštruoval jeden strih pre všetky materiály daného modelu.

Model odevnej vzorky č.1 je trikot bez rukávov a nohavíc so širokými ramienkami končiacie na rozhraní dvoch zón hrudnej a pažnej časti manekýna. Z celého tela manekýna trikot zakrýva 2 zo 16 merateľných zón (obrázok 12): **hrud'** (zóna. 9) a **chrbát** (zóna 10) Dres, zasahuje aj do telových zón dolných končatín (zóna 11 a 12) v mieste rozkroku a zadku. Sú to malé nepatrná časti ktoré sa nezarátavali.

Model odevnej vzorky č.2 je trikot s krátkym rukávom a krátkymi nohavicami. Dĺžkové miery rukávov a nohavíc sa nastavovali tak, aby pokryli úplne celú zasiahnutú zónu manekýna. Znamená to, že ak krátky rukáv trikotu bežne siaha tesne pod úroveň ramena, tak v tomto prípade sa rukáv predlžuje až po koniec ramennej oblasti ruky, po lakte, čím zakryje 50% z celkovej dĺžky paže. Rovnaký postup sa aplikoval pri nastavovaní dĺžky krátkych nohavíc trikotu. Z celého tela manekýna trikot zakrýva 6 zo 16 telových zón (obrázok 13): **hrud'** (zóna 9) a **chrbát** (zóna 10), **pravá paža** (zóna 3), **ľavá paža** (zóna 4), **pravé stehno** (zóna 11), **ľavé stehno** (zóna 12).

Model odevnej vzorky č. 3 je trikot s dlhým rukávom a dlhými nohavicami, kde dĺžka odevu siaha po stred kĺbu členka pre spodnú časť odevu a zápästie pre rukáv. Z celého tela manekýna trikot zakrýva 10 zo 16 telových zón (obrázok 14): **hrud'** (zóna 9) a **chrbát** (zóna 10), **pravá paža** (zóna 3), **ľavá paža** (zóna 4), **pravé predlaktie** (zóna 5), **ľavé predlaktie** (zóna 6), **pravé stehno** (zóna 11), **ľavé stehno** (zóna 12), **pravé lýtko** (zóna 13), **ľavé lýtko** (zóna 14).



Obrázok 12: model č.1

Obrázok 13: model č.2

Obrázok 14: model č.3

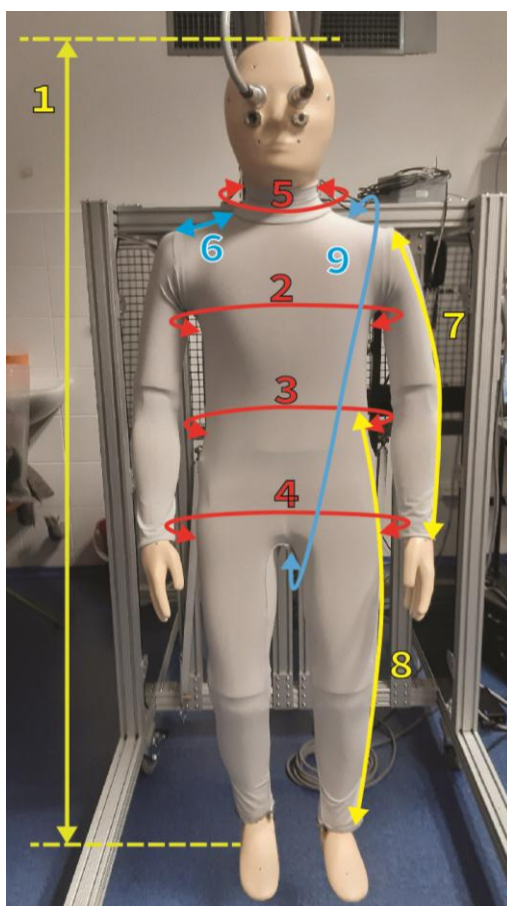
Tabuľka 5: Zoznam a popis pokrytia tela jednotlivými vzorkami odevu

odevná vzorka /model	materiál zloženie	pokrytie tela				popis
		hrudník, zadok [%]	ruky [%]	nohy [%]	počet zakrytých zón	
1	A, B, C	100	0	0	2/16	trikot so širokými ramienkami
2	A, B, C	100	50	50	6/16	trikot s krátkym rukávom a krátkymi nohavicami
3	A, B, C	100	100	100	10/16	trikot s dlhým rukávom a dlhými nohavicami

Konštrukcie strihu odevov vychádza podľa telesných rozmerov v tabuľke 6, ktoré boli merané priamou kontaktnou metódou pomocou krajčírskoho metra.

Tabuľka 6: Záznamový list rozmerov tepelného manekýna „Timmy“

meraná oblasť	špecifikácia meranej oblasti	nameraná hodnota [cm]	
1	výška postavy	vzpriamené postavenie	140
2	obvod hrudníku	v línii pod pazuchami	69
3	obvod pásu	v najužšom mieste	59
4	obvod sedu	v najširšom mieste	71
5	obvod krku	pre priliehavý golier	31
6	šírka ramena	od krajného krčného bodu po rameno	10
7	dĺžka hornej končatiny	od ramena po zápästie	48
8	dĺžka dolnej končatiny	od pásovej línie po členok	80
9	telový obvod	cez jedno rameno a rozkrok	120



Obrázok 15: merané oblasti tela manekýna

Z nameraných konštrukčných rozmerov sa vybrala najbližšia prislúchajúca veľkosť tanečného dresu, trikotu a celotrikotu z bežne používaných strihov vo vlastnej výrobe.

Pridelená veľkosť: 28 – vlastné číslovanie (firmy Atelier IBA s.r.o.), ktoré zodpovedá veľkosti **140** štandardnému číslovaniu odevov pre deti v školskom veku s tabuľkovými hodnotami obvodu hrudníku 71cm, obvodu pásu 61cm, obvodu sedu 78 cm, dĺžka rukávu 48cm a dĺžka nohavice 86 cm.

Z pridenej veľkosti sa vybral archivovaný strih ktorý slúžil ako základ konštrukcie strihu ktorý sa následne prispôbil podľa konštrukčných rozmerov manekýna aby zodpovedal padnutiu odevu podľa návrhu.

Pre jednotlivé odevné vzorky sa vytvorila karta špecifikácie vzorky v tabuľkách 7-9, kde sú obsiahnuté detaily spracovania, použité strojné zariadenia na zhotovenie a rozpis jednotlivých dielov trikotu.

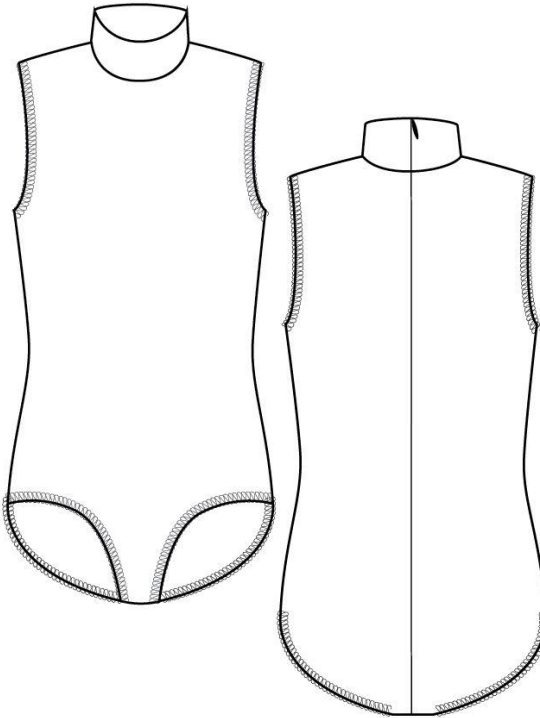
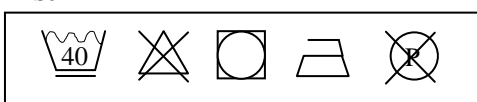
Výroba trikotov prebehla v krajčírskej dielni Katedry dizajnu TUL pod odborným dohľadom Bc. Ondreja Ludína s použitím nižšie uvedených šijacích strojov.

Následne boli vzorky prevezené na Katedru odevníctva TUL kde boli prichytené na samotné meranie na detskom tepelnom manekýnovi „Timmy“.

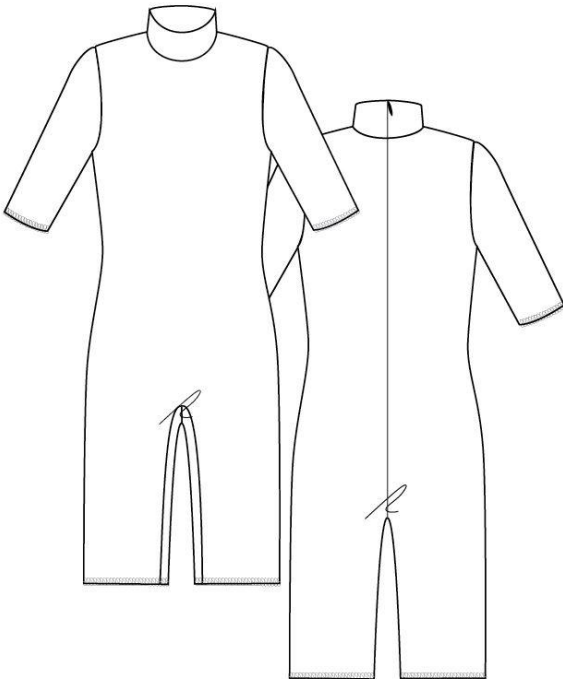
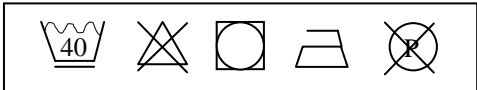
Materiál z ktorého sa vzorky vyrobili nebol pred výrobou, počas ani po nej nijako upravovaný, pravý ani naparovaný.

Všetky návrhy odevov sú zobrazené v špecifikačných kartách ako technické kresby výrobkov v tabuľkách 7-9.

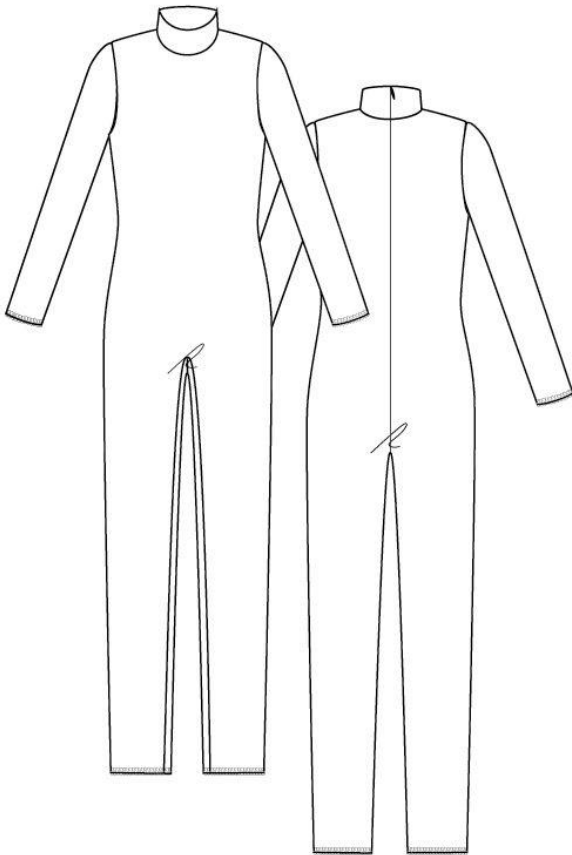
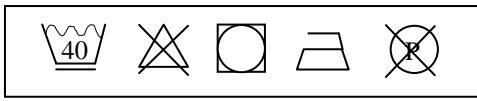
Tabuľka 7: Špecifikácia vzorky 1

Špecifikácia odevnej vzorky č. 1	
<p>Technický náčrt</p> 	<p>Popis</p> <p>Trikot so širokými ramienkami</p>
	<p>Hl. materiál</p> <p>A, B, C</p>
	<p>Prídavný materiál</p> <p>kryté zdrhovadlo 40cm</p>
	<p>Návrh a výroba</p> <p>Ivet Balgová</p>
	<p>Dátum</p> <p>november 2019</p>
	<p>Strojové vybavenie</p> <p>jednoihlový šijací stroj obnitkovací šijací stroj</p>
	<p>Strihové diely</p> <p>3</p>
	<p>Nite</p> <p>Amman Rassant 120 polyester/cotton</p>
<p>Veľkosť: 28 (140)</p> <p>Údržba</p> 	<p>Popis častí</p> <p>Predný diel je hladký bez prsných záševkov. Zo zadnými dielmi a stojačikom je spájaný v plecnych, bočných a rozkrokových švoch 4-nitným obnitkovacím stehom.</p> <p>Zadné diely sú hladké so stredovým švom v ktorom je zapracované kryté zdrhovadlo od horného kraju stojačika po pásovú líniu trikotu.</p> <p>Stojačik je široký 5 cm a strihaný v prehybe. S predným a zadnými dielmi je spájaný v relaxačnom stave 4-nitným obnitkovacím švom.</p> <p>Prieramky a sedová časť je začistená 4-nitným obnitkovacím švom.</p>
<p>Technický popis</p> <p>Detský športový dres priliehavej siluety. Je hladký a vyrobený z jednej vrstvy elastického materiálu so zapínaním vzadu na krytý zips. Má rolák a je bez rukávov a nohavíc.</p>	

Tabuľka 8: Špecifikácia vzorky 2

Špecifikácia odevnej vzorky č. 2	
<p>Technický náčrt</p>  <p>Veľkosť: 28 (140)</p> <p>Údržba</p> 	<p>Popis Trikot s krátkym rukávom a krátkymi nohavicami</p>
	<p>Hl. materiál A, B, C</p>
<p>Prídavný materiál kryté zdrhovadlo 40cm</p>	
<p>Návrh a výroba Ivet Balgová</p>	
<p>Dátum november 2019</p>	
<p>Strojové vybavenie jednoihlový šijací stroj obnitkovací šijací stroj</p>	
<p>Strihové diely 5</p>	
<p>Nite Amman Rassant 120 polyester/cotton</p>	
<p>Technický popis</p> <p>Detský športový trikot priliehavej siluety. Je hladký a vyrobený z jednej vrstvy elastického materiálu so zapínaním vzadu na krytý zips. Má rolák, krátky rukáv končiaci tesne nad laktom a krátke nohavice siahajúce po koleno</p>	<p>Predný diel je hladký bez prsných záševkov. Zo zadnými dielmi a stojačikom je spájaný v plecnych, bočných a krokových švoch 4-nitným obnitkovacím stehom. Predný diel svojou dĺžkou nohavíc siaha po kolenný kĺb.</p> <p>Zadné diely sú hladké so stredovým švom v ktorom je zapracované kryté zdrhovadlo od horného kraju stojačika po pásovú líniu trikotu. Rozkrokový bod a krokový šev zadných dielov je posunutý do prednej časti trikotu. Zadné diely svojou dĺžkou v oblasti dolných končatín siaha po kolenný kĺb. V dolnom okraji spolu s predným dielom sú začistené 4-nitným obnitkovacím švom.</p> <p>Stojačik je široký 5 cm a strihaný v prehybe. S predným a zadnými dielmi je spájaný v relaxačnom stave 4-nitným obnitkovacím švom.</p> <p>Rukávy sú krátke siahajúce po lakte a v dolnom okraji sú začistené 4-nitným obnitkovacím švom.</p>

Tabuľka 9: Špecifikácia vzorky 3

Špecifikácia odevnej vzorky č. 3	
<p>Technický náčrt</p>  <p>Veľkosť: 28 (140)</p> <p>Údržba</p> 	<p>Vzorka Trikot s dlhým rukávom a dlhými nohavicami</p>
	<p>Hl. materiál A, B, C</p>
<p>Prídavný materiál kryté zdrhovadlo 40cm</p>	
<p>Návrh a výroba Ivet Balgová</p>	
<p>Dátum november 2019</p>	
<p>Strojové vybavenie jednoihlový šijací stroj obnitkovací šijací stroj</p>	
<p>Strihové diely 5</p>	
<p>Nite Amman Rassant 120 polyester/cotton</p>	
<p>Technický popis</p> <p>Detský športový trikot priliehavej siluety. Je hladký a vyrobený z jednej vrstvy elastického materiálu so zapínaním vzadu na krytý zips. Má rolák, dlhý rukáv končiaci pri zápästí a dlhé úzke nohavice siahajúce po členok.</p>	<p>Predný diel je hladký bez prsných záševkov. Zo zadnými dielmi a stojačikom je spájaný v plecnych, bočných a krokových švoch 4-nitným obnitkovacím stehom. Predný diel svojou dĺžkou nohavíc siaha po členkový kĺb.</p> <p>Zadné diely sú hladké so stredovým švom v ktorom je zapracované kryté zdrhovadlo od horného kraja stojačika po pásovú líniu trikotu. Rozkrokový bod a krokový šev zadných dielov je posunutý do prednej časti trikotu. Zadné diely svojou dĺžkou v oblasti dolných končatín siaha po členkový kĺb. V dolnom okraji spolu s predným dielom sú začistené 4-nitným obnitkovacím švom.</p> <p>Stojačik je široký 5 cm a strihaný v prehybe. S predným a zadnými dielmi je spájaný v relaxačnom stave 4-nitným obnitkovacím švom.</p> <p>Rukávy sú dlhé, siahajúce po zápästný kĺb a v dolnom okraji sú začistené 4-nitným obnitkovacím švom.</p>

7. Testovanie odevov na tepelnom manekýnovy Timmy

7.1. Klimatické podmienky merania

Meranie dresov prebiehalo podľa platných noriem ASTM F1291 Štandardná testovacia metóda pre meranie tepelných vlastností odevu s použitím tepelného manekýna a ISO/DIS 15831 Meranie tepelnej izolácie pomocou tepelného manekýna.

Každá vzorka bola pred meraním klimatizovaná 12 hodín pri ustálených podmienkach klimatizačnej miestnosti. Každý dres sa meral 2 krát suchou metódou „DRY“ aj mokrou metódou „WET“, pričom keď chyby týchto meraní boli pod úrovňou 5% tak nebol potrebný 3. test. Vzhľadom na rozdielnosť času merania jednotlivých vzoriek, boli namerané rôzne podmienky okolitého prostredia pri jednotlivých meraní kde test prebiehal (tabuľka 10).

Tabuľka 10: Klimatické podmienky merania na Timmy-m

parameter	jed.	testované vzorky odevu								
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
teplota – „WET“ 3 senzory 1. meranie	°C	20,89	20,21	19,77	19,47	19,93	19,97	19,85	19,65	19,65
	°C	21,05	20,34	19,73	19,35	19,92	19,99	19,81	19,70	19,47
	°C	20,73	20,08	19,80	19,60	19,94	19,96	19,89	19,61	19,83
	°C	19,80	20,00	19,91	19,40	18,79	19,32	19,06	19,30	19,63
	°C	20,06	20,19	19,85	19,24	18,72	19,16	18,91	19,13	19,50
	°C	19,54	19,83	19,97	19,57	18,87	19,48	19,21	19,46	19,75
teplota - „DRY“ 3 senzory 2. meranie	°C	19,81	20,55	19,78	19,39	19,68	19,71	19,30	19,53	20,13
	°C	19,77	20,55	19,77	19,25	19,56	19,74	19,21	19,48	20,22
	°C	19,86	20,56	19,79	19,54	19,80	19,67	19,39	19,59	20,04
	°C	20,53	19,79	20,47	19,79	19,90	19,97	19,93	19,73	19,79
	°C	20,54	19,84	20,66	19,76	19,97	19,90	19,93	19,71	19,76
	°C	20,53	19,74	20,29	19,82	19,83	20,03	19,93	19,75	19,82
vlhkosť - „WET“ 2 senzory, 1. meranie	%RH	58,80	63,60	60,00	63,10	60,50	60,70	62,00	65,00	62,10
	%RH	68,20	62,90	61,40	63,60	61,70	60,70	62,00	61,30	60,80
vlhkosť - „DRY“ 2 senzory, 2. meranie	%RH	58,50	53,50	58,40	59,10	59,30	60,70	59,80	59,80	58,60
	%RH	53,70	61,40	60,30	59,40	61,70	59,00	58,40	59,90	59,30
prúdenie - „WET“ 2 senzory, 1. meranie	m/s	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,03
	m/s	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02
prúdenie - „DRY“ 2 senzory, 2. meranie	m/s	0,03	0,07	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	m/s	0,06	0,06	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Z nameraných hodnôt počítali základné štatistické charakteristiky, pre každý parameter (tabuľka 11). Skúmala sa minimálna a maximálna hodnota merania vrátane dolnej a hornej hranici 95% intervalu spoľahlivosti sa stredná hodnota merania a smerodajná odchýlka z ktorej sa vypočítal variačný koeficient merania ako podiel smerodajnej odchýlky a aritmetického priemeru nameraných hodnôt, ktorý sa stotožňuje so strednou hodnotou údajov.

Tabuľka 11: Základné štatistické charakteristiky dát klimatických podmienok

základné charakteristiky dát	teplota vzduchu [°C]	vlhkosť vzduchu [%]	prúdenie vzduch.[m/s]
Str. hodnota	19,79	60,53	0,02
Aritmetický priemer	19,79	60,53	0,02
Chyba str. hodnoty	0,04	0,44	0,002
Medián [-]	19,79	60,6	0,02
Modus [-]	19,79	60,7	0,02
Směr. odchylka	0,42	2,66	0,01
Rozptyl výběru	0,18	7,09	0,0002
Špičatost [-]	0,89	2,70	4,00
Šikmost [-]	0,28	-0,12	1,94
Minimum	18,72	53,5	0,01
Maximum	21,05	68,2	0,07
Součet	2137,22	2179,2	0,88
Počet	108	36	36
Hladina spoľahlivosti (95,0%)	0,08	0,90	0,004
dolná hranica 95% inter. Spol	19,71	59,63	0,020
horná hranica 95% inter. Spol	19,70	61,43	0,029
variačný koeficient [%]	2,13	4,40	56,55

Z výpočtov vyplýva, že rozdiely v nameraných hodnotách teploty vzduchu sú zanedbateľné, lebo variačný koeficient je pod úrovňou 3%. Podobne je to u vlhkosti vzduchu kde sa hodnoty pohybujú pod 5%, ale už nespádajú do intervalu zanedbanosti rozdielov. Veľký výkyv pozorujeme pri štatistike údajov prúdenia vzduchu. Nevhodné podmienky klimatizačnej miestnosti, smer a prúdenie ventilovaného vzduchu zapríčinili nestálosť prostredia a to mohlo ovplyvniť najmä testovanie tepelného a výparného odporu a stálo by za úvahu pre budúce merania nájsť spôsob ako tento nevhodný vplyv eliminovať.

Napriek skutočnostiam o nameraných údajov a potreby zjednotiť ich pre neskoršie porovnávanie s inými testovacími metódami sa stanovili priemerné hodnoty klimatických podmienok pre všetky merania:

- teplota vzduchu: $19,79^{\circ}\text{C} \pm 1,17^{\circ}\text{C}$
- vlhkosť vzduchu: $60,53\%RH \pm 7,35\%RH$
- rýchlosť prúdenia vzduchu: $0,024 \text{ m/s} \pm 0,03 \text{ m/s}$

Vstupné nastavenia na manekýnovi pred samotným testovaním sa týkali jeho zahrievania, ktoré je vždy na celé telo a hodnota bola nastavená na 34°C .

Ďalším vstupným parametrom bol koeficient fcl – „clothing area factor“, koeficient oblečenia stanovený tabuľkovou hodnotou pre priliehavý odev 1,1 cfl, čo v prepočte na jednotku izolácie odevu zodpovedá 0,57 clo. Koeficient fcl predstavuje pomer povrchovej plochy odevu k povrchovej plochy tela a jeho hodnoty sa pohybujú v rozmedzí 1,05-1,31. [41]

Pri teste na výparný odpor Ret sa hodnota produkcie kvapalnej vlhkosti nastavila podľa predchádzajúcej štúdie od Beňa na hodnotu 250 ml/hod/m^2 čo pri súčasnej ploche manekýna $1,12 \text{ m}^2$ činí 210 ml/hod .

Celkový čas trvania testu na výparný odpor Ret bol 45min a testu na tepelný odpor Rct 60min.

7.2. Fotografie vzoriek odevu pri testovaní na manekýnovi

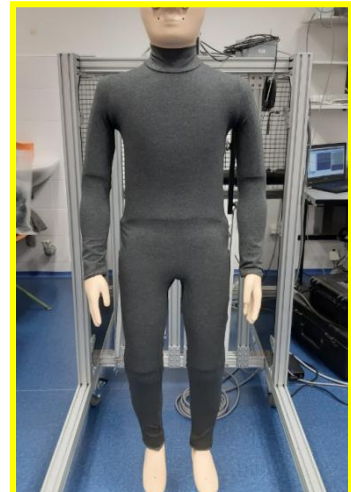
Pre prehľadnosť výsledkov z meraní sa pri testovaní tepelného odporu Rct vyfotografovali všetky odevné vzorky na manekýnovi Timmy a priradili sa k nim prislúchajúce označenia podľa materiálového zloženia a typu odevu.



Obrázok 16: Vzorka A1:
95% CO, 5% EL



Obrázok 17: vzorka A2:
95% VI, 5% EL



Obrázok 18: vzorka A3:
92% PL, 8% EL



Obrázok 19: Vzorka B1:
95% CO, 5% EL:



Obrázok 20: Vzorka B2:
95% VI, 5% EL



Obrázok 21: Vzorka B3:
92% PL, 8% EL



Obrázok 22: Vzorka C1:
95% CO, 5% EL:



Obrázok 23: Vzorka C2:
95% VI, 5% EL



Obrázok 24: Vzorka C3:
92% PL, 8% EL

7.3. Namerané hodnoty

Z nameraných hodnôt nás zaujímali pri suchej metóde hodnoty tepelného odporu R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] a tepelného toku q [W/m^2] a pri mokrej metóde, keď manekýn simuloval potenie pri použití destilovanej vody ako pot, nás zaujímali hodnoty okrem spomínaných hodnôt hodnota výparného odporu R_{et} [$m^2 \cdot Pa/W$]

Výsledky meraní prístroj vyhodnocoval pre každú zónu merania zvlášť, preto pre hodnotenie fyziologického komfortu bolo potrebné získať 1 hodnotu pre celé telo, teda zo všetkých zón súčasne, preto sa z nameraných hodnôt jednotlivých merateľných zón vypočítala priemerná hodnota z každého testu.

Následne sa určila stredná hodnota 1. a 2. testu pre jeden konkrétny parameter a jeden konkrétny typ odevnej vzorky a táto hodnota sa stala vstupným parametrom pre vyhodnocovanie a porovnávanie všetkých výsledkov.

Z nameraných hodnôt sa vytvoril sumár vstupných dát pre analýzu a grafické zobrazenie jednotlivých výsledkov kde je možné bez analýzy rýchlo určiť najlepšíu hodnotu pre daný parameter vlhko-tepelných vlastností odevu.

V tabuľkách 12 až 26 nameraných hodnôt sú jemne zvýraznené riadky s teľovými zónami ktorých sa týkalo zakrytie odevom. Vo výsledkoch je badateľný rozdiel medzi nimi a časťami, ktoré odevom zakryté neboli. Pre celkovú hodnotu získanú priemerom tento fakt hral dôležitú úlohu. O percente plochy zakrytia tela odevom sa neuvažovalo.

7.3.1. Meranie tepelných vlastností suchou metódou

V tabuľkách 12 a 13 sú hodnoty pre dres modelu č. 1 so zakrytím 100/0/0

Tabuľka 12: Namerané hodnoty R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] suchou metódou pre dres so zakrytím 100/0/0

zóny merania		A1			B1			C1		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	0,088	0,087	0,0875	0,095	0,092	0,0935	0,093	0,091	0,092
2	Hlava	0,114	0,114	0,114	0,112	0,113	0,1125	0,114	0,114	0,114
3	P paža	0,13	0,128	0,13	0,14	0,136	0,138	0,138	0,137	0,1375
4	Ľ paža	0,097	0,096	0,0965	0,11	0,108	0,109	0,108	0,109	0,1085
5	P predlaktie	0,072	0,071	0,0715	0,074	0,072	0,073	0,073	0,073	0,073
6	L predlaktie	0,089	0,088	0,0885	0,09	0,09	0,09	0,088	0,089	0,0885
7	P ruka	0,091	0,089	0,09	0,086	0,085	0,0855	0,085	0,086	0,0855
8	L ruka	0,084	0,083	0,0835	0,081	0,082	0,0815	0,08	0,082	0,081
9	Hruď	0,137	0,134	0,1355	0,135	0,133	0,134	0,13	0,13	0,13
10	Chrbát	0,143	0,143	0,143	0,142	0,144	0,143	0,139	0,141	0,14
11	P stehno	0,107	0,105	0,106	0,11	0,111	0,1105	0,11	0,11	0,11
12	L stehno	0,104	0,103	0,1035	0,107	0,107	0,107	0,105	0,107	0,106
13	P lýtko	0,087	0,085	0,086	0,082	0,085	0,0835	0,083	0,086	0,0845
14	L lýtko	0,085	0,084	0,0845	0,079	0,083	0,081	0,08	0,084	0,082
15	P chodidlo	0,083	0,081	0,082	0,076	0,079	0,0775	0,078	0,08	0,079
16	L chodidlo	0,084	0,082	0,083	0,076	0,08	0,078	0,078	0,081	0,0795
priemer na celé telo		0,100	0,098	0,0991	0,100	0,100	0,0998	0,099	0,100	0,0994

Tabuľka 13: Namerané hodnoty q [W/m^2] suchou metódou pre dres so zakrytím 100/0/0

zóny merania		A1			B1			C1		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	154,6	163,4	159	153,6	154,2	153,9	158,7	154,6	156,65
2	Hlava	118,5	124,1	121,3	130,2	126,1	128,15	128,6	123,4	126
3	P paža	104	110,4	107,2	104,6	105,1	104,85	106,7	102,7	104,7
4	Ľ paža	138,8	146,7	142,75	132,5	131,5	132	136,1	128,8	132,45
5	P predlaktie	187,6	199,4	193,5	198,4	197,2	197,8	202,5	194,7	198,6
6	L predlaktie	152	160,8	156,4	163,2	159	161,1	168	157,8	162,9
7	P ruka	149,7	159,8	154,75	171,3	168,4	169,85	174,3	164,6	169,45
8	L ruka	163,5	174,4	168,95	160,4	142,4	151,4	167,5	155,5	161,5
9	Hruď	98,6	105,8	102,2	108,7	107,3	108	112,8	108,3	110,55
10	Chrbát	94,7	98,3	96,5	102,9	98,9	100,9	105,5	100	102,75
11	P stehno	125,9	134,4	130,15	132,6	128,4	130,5	133,8	128,6	131,2
12	L stehno	129,7	137,3	133,5	136,8	132,9	134,85	140,4	132,5	136,45
13	P lýtko	155,9	165,2	160,55	179,6	168,7	174,15	178,8	165,1	171,95
14	L lýtko	159,5	169,1	164,3	185,6	173,2	179,4	184,9	169,9	177,4
15	P chodidlo	164	174,7	169,35	193,9	181,5	187,7	189,9	178,4	184,15
16	L chodidlo	162,7	174	168,35	194,1	180,1	187,1	190,3	177,2	183,75
priemer na celé telo		141,23	149,86	145,55	153,02	147,18	150,10	154,92	146,38	150,65
					5	13	31	5	1	

Namerané hodnoty pre dres modelu č. 2 so zakrytím 100/50/50 je zaznamenaný v tabuľkách 14 a 15.

Tabuľka 14: Namerané hodnoty R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] suchou metódou pre dres so zakrytím 100/50/50

zóny merania		A2			B2			C2		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	0,085	0,086	0,0855	0,09	0,09	0,09	0,093	0,092	0,0925
2	Hlava	0,108	0,11	0,109	0,112	0,114	0,113	0,114	0,116	0,115
3	P paža	0,133	0,14	0,1365	0,161	0,162	0,1615	0,156	0,16	0,158
4	Ľ paža	0,101	0,104	0,1025	0,13	0,131	0,1305	0,127	0,128	0,1275
5	P predlaktie	0,071	0,074	0,0725	0,079	0,082	0,0805	0,077	0,079	0,078
6	L predlaktie	0,087	0,089	0,088	0,093	0,099	0,096	0,095	0,096	0,0955
7	P ruka	0,09	0,092	0,091	0,082	0,088	0,085	0,085	0,088	0,0865
8	L ruka	0,082	0,08	0,081	0,079	0,083	0,081	0,081	0,083	0,082
9	Hrud'	0,118	0,122	0,12	0,128	0,132	0,13	0,13	0,133	0,1315
10	Chrbát	0,147	0,15	0,1485	0,138	0,14	0,139	0,137	0,141	0,139
11	P stehno	0,123	0,122	0,1225	0,131	0,137	0,134	0,123	0,127	0,125
12	L stehno	0,123	0,121	0,122	0,127	0,13	0,1285	0,119	0,121	0,12
13	P lýtko	0,091	0,088	0,0895	0,082	0,087	0,0845	0,084	0,086	0,085
14	L lýtko	0,087	0,085	0,086	0,081	0,087	0,084	0,081	0,084	0,0825
15	P chodidlo	0,085	0,082	0,0835	0,075	0,082	0,0785	0,078	0,082	0,08
16	L chodidlo	0,085	0,081	0,083	0,075	0,083	0,079	0,079	0,083	0,081
priemer na celé telo		0,101	0,1016	0,1013	0,10393	0,1079	0,10593	0,1036	0,1061	0,1049
			25	13	8	38	8	875	88	38

Tabuľka 15: Namerané hodnoty q [W/m^2] suchou metódou pre dres so zakrytím 100/50/50

zóny merania		A1			B1			C1		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	159,5	166,4	162,95	159,5	157,4	158,45	155,9	155,1	155,5
2	Hlava	124,5	129,1	126,8	128,2	123,7	125,95	127,7	123,2	125,45
3	P paža	101,2	101,5	101,35	88,8	87,5	88,15	92,9	89,2	91,05
4	Ľ paža	133,7	137,2	135,45	110,3	108,1	109,2	114,4	112	113,2
5	P predlaktie	190,6	192,2	191,4	181,2	173,6	177,4	188,2	181,8	185
6	L predlaktie	154,9	160	157,45	153,4	143,6	148,5	152,1	149,8	150,95
7	P ruka	150,6	155,8	153,2	174,3	162,3	168,3	172	163,1	167,55
8	L ruka	166	179,7	172,85	169,1	158,5	163,8	163,1	157,4	160,25
9	Hrud'	115	117,1	116,05	112,4	107,2	109,8	111,6	107,5	109,55
10	Chrbát	91,8	94,7	93,25	104	101,2	102,6	105,6	101,6	103,6
11	P stehno	109,4	116,6	113	109,7	103,7	106,7	117,5	112,6	115,05
12	L stehno	109,5	118,1	113,8	112,7	108,8	110,75	122,1	118,3	120,2
13	P lýtko	148,3	161,3	154,8	174,8	162,4	168,6	173,7	167,2	170,45
14	L lýtko	154,7	167,9	161,3	176,5	164,4	170,45	178,9	171,2	175,05
15	P chodidlo	160,1	174,5	167,3	193	174	183,5	186,5	177,1	181,8
16	L chodidlo	159,4	176,2	167,8	192,1	172,1	182,1	185,7	175,3	180,5
priemer na celé telo		139,	146,76	143,04	146,2	138,0	142,14	146,7	141,4	144,071
		325	88	69	5	313	06	438		9

Namerané hodnoty pre dres modelu č. 3 so zakrytím 100/100/100 je zaznamenaný v tabuľkách 16 a 17.

Tabuľka 16: Namerané hodnoty R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] sochou metódou pre dres so zakrytím 100/100/100

zóny merania		A3			B3			C3		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	0,092	0,089	0,0905	0,089	0,092	0,0905	0,086	0,092	0,089
2	Hlava	0,113	0,118	0,1155	0,117	0,115	0,116	0,116	0,114	0,115
3	P paža	0,158	0,16	0,159	0,155	0,16	0,1575	0,153	0,159	0,156
4	Ľ paža	0,126	0,127	0,1265	0,126	0,128	0,127	0,123	0,124	0,1235
5	P predlaktie	0,094	0,101	0,0975	0,094	0,1	0,097	0,09	0,09	0,09
6	L predlaktie	0,118	0,126	0,122	0,114	0,115	0,1145	0,113	0,112	0,1125
7	P ruka	0,095	0,104	0,0995	0,096	0,096	0,096	0,096	0,089	0,0925
8	L ruka	0,084	0,096	0,09	0,096	0,093	0,0945	0,088	0,085	0,0865
9	Hrud'	0,132	0,134	0,133	0,13	0,132	0,131	0,132	0,131	0,1315
10	Chrbát	0,136	0,139	0,1375	0,143	0,143	0,143	0,149	0,147	0,148
11	P stehno	0,132	0,141	0,1365	0,135	0,136	0,1355	0,132	0,127	0,1295
12	L stehno	0,13	0,139	0,1345	0,13	0,13	0,13	0,131	0,123	0,127
13	P lýtko	0,113	0,124	0,1185	0,12	0,122	0,121	0,113	0,102	0,1075
14	L lýtko	0,116	0,124	0,12	0,115	0,115	0,115	0,113	0,101	0,107
15	P chodidlo	0,079	0,093	0,086	0,088	0,083	0,0855	0,087	0,077	0,082
16	L chodidlo	0,083	0,097	0,09	0,089	0,084	0,0865	0,09	0,078	0,084
priemer na celé telo		0,112	0,11	0,1160	0,1148	0,115	0,1150	0,113	0,1094	0,1113
		563	95	31	13	25	31	25	38	44

Tabuľka 17: Namerané hodnoty q [W/m^2] sochou metódou pre dres so zakrytím 100/100/100

zóny merania		A1			B1			C1		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	155,6	151,8	153,7	161,2	153,6	157,4	161,2	154,6	157,9
2	Hlava	125,6	114,5	120,05	123	122,4	122,7	119,4	124,8	122,1
3	P paža	89,8	84,6	87,2	92,6	87,7	90,15	90,8	89,6	90,2
4	Ľ paža	112,7	107	109,85	113,4	109,9	111,65	113,1	115,2	114,15
5	P predlaktie	150,9	133,6	142,25	152	141,2	146,6	156,2	159,2	157,7
6	L predlaktie	120,3	107,4	113,85	126,2	122,3	124,25	123,6	127,7	125,65
7	P ruka	150	130,9	140,45	149,9	147,2	148,55	145,9	161,5	153,7
8	L ruka	123,7	142,8	133,25	130,7	141,1	141,85	135,6	167,9	151,75
9	Hrud'	108	101	104,5	110,5	106,6	108,55	105,6	108,4	107
10	Chrbát	104,3	97,3	100,8	100	98,6	99,3	93,4	97	95,2
11	P stehno	108,2	95,9	102,05	106,7	103,6	105,15	105,5	112,2	108,85
12	L stehno	109,8	97,8	103,8	110,2	108,8	109,5	107	115,6	111,3
13	P lýtko	126,3	109,2	117,75	120	115,4	117,7	123,4	140,4	131,9
14	L lýtko	122,9	109,6	116,25	125,1	123	124,05	123,9	141,4	132,65
15	P chodidlo	181,9	145,5	163,7	163,4	172,1	167,75	160,2	186,1	173,15
16	L chodidlo	172,6	140,7	156,65	163,5	169,7	166,6	155,4	183,8	169,6
priemer na celé telo		128,9	116,	122,88	128,0	205,81	166,92	126,26	136,58	131,4
		125	85	13	25	88	19	25	75	25

7.3.2. Meranie vlhko-tepelných vlastností mokrou metódou

Meranie prebiehalo so simuláciou potenia s množstvom produkovaného alternatívneho potu 250 ml/hod/m². Alternatívu potu predstavovala čistá destilovaná voda, ktorá sa pomocou textilného obalu na tele manekýna mohla distribuovať po celom povrchu.

Testovali sa všetky modely dresov 1,2, 3 na všetky typy materiálov A, B, C. Z každej odevnej vzorky prebehli dva testy, pričom chyba merania bola menšia ako 5% a preto nebolo nutné Vzorku merať 3 krát.

Namerané hodnoty pre dres modelu č. 1 so zakrytím 100/0/0 je zaznamenaný v tabuľkách 18 až 20.

Tabuľka 18: Namerané hodnoty Ret [m²*Pa/W] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/0/0

zóny merania		A1			B1			C1		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	27,770	29,430	28,600	27,580	26,170	26,875	26,570	28,420	27,495
2	Hlava	28,290	30,350	29,320	28,040	28,910	28,475	29,420	30,100	29,760
3	P paža	33,640	32,750	33,195	32,320	38,750	35,535	32,360	31,820	32,090
4	Ľ paža	30,710	31,510	31,110	33,630	39,150	36,390	33,590	34,880	34,235
5	P predlaktie	33,040	31,130	32,085	32,460	29,100	30,780	29,840	28,220	29,030
6	L predlaktie	27,710	27,440	27,575	30,460	29,880	30,170	29,980	31,410	30,695
7	P ruka	27,770	25,020	26,395	25,650	25,130	25,390	23,590	25,230	24,410
8	L ruka	29,730	28,840	29,285	25,500	22,410	23,955	24,220	24,880	24,550
9	Hruď	71,660	74,510	73,085	52,110	51,930	52,020	34,650	34,970	34,810
10	Chrbát	91,980	86,400	89,190	76,900	78,940	77,920	57,830	60,810	59,320
11	P stehno	28,320	27,980	28,150	31,560	32,450	32,005	27,330	28,040	27,685
12	L stehno	31,560	29,320	30,440	34,020	37,590	35,805	29,380	30,670	30,025
13	P lýtko	24,560	25,640	25,100	25,450	23,880	24,665	29,590	28,730	29,160
14	L lýtko	27,360	24,150	25,755	25,790	24,750	25,270	28,260	29,130	28,695
15	P chodidlo	25,360	26,830	26,095	23,000	21,660	22,330	19,730	21,500	20,615
16	L chodidlo	26,350	25,630	25,990	24,620	24,780	24,700	22,250	24,950	23,600
priemer na celé telo		35,363	34,808	35,086	33,068	33,468	33,268	29,912	30,860	30,386

Tabuľka 19: Namerané hodnoty R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/0/0

zóny merania		A1			B1			C1		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	0,089	0,089	0,089	0,094	0,094	0,094	0,092	0,092	0,092
2	Hlava	0,089	0,113	0,101	0,113	0,113	0,113	0,114	0,114	0,114
3	P paža	0,13	0,13	0,13	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
4	Ľ paža	0,1	0,1	0,1	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109
5	P predlaktie	0,072	0,072	0,072	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
6	L predlaktie	0,089	0,089	0,089	0,09	0,09	0,09	0,089	0,089	0,089
7	P ruka	0,089	0,089	0,089	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086
8	L ruka	0,083	0,083	0,083	0,042	0,042	0,042	0,041	0,041	0,041
9	Hruď	0,135	0,135	0,135	0,134	0,134	0,134	0,13	0,13	0,13
10	Chrbát	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,14	0,14	0,14
11	P stehno	0,106	0,106	0,106	0,111	0,111	0,111	0,11	0,11	0,11
12	L stehno	0,103	0,103	0,103	0,107	0,107	0,107	0,106	0,106	0,106
13	P lýtko	0,085	0,085	0,085	0,084	0,084	0,084	0,085	0,085	0,085
14	L lýtko	0,084	0,084	0,084	0,081	0,081	0,081	0,082	0,082	0,082
15	P chodidlo	0,081	0,081	0,081	0,078	0,078	0,078	0,079	0,079	0,079
16	L chodidlo	0,081	0,081	0,081	0,078	0,078	0,078	0,08	0,08	0,08
priemer na celé telo		0,0974	0,0989	0,09818	0,0975	0,0975	0,09756	0,0971	0,0971	0,09712
		38	38	8	63	63	3	25	25	5

Tabuľka 20: Namerané hodnoty q [W/m^2] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/0/0

zóny merania		A1			B1			C1		
		1. test	2. test	prie-mer	1. test	2. test	prie-mer	1. test	2. test	prie-mer
1	Tvár	279,3	295	287,15	296,3	304,2	300,25	300,4	301,6	301
2	Hlava	297,6	204,6	251,1	112,1	112,9	112,5	292,9	297,5	295,2
3	P paža	138,4	176,7	157,55	168,4	172,1	170,25	278	284,8	281,4
4	Ľ paža	194,8	216,5	205,65	249,8	233,5	241,65	259,5	290,8	275,15
5	P predlak-tie	281,8	303,3	292,55	374,1	349,4	361,75	380,5	350,7	365,6
6	L predlak-tie	255,1	296	275,55	321,6	340,4	331	319	336,9	327,95
7	P ruka	377,4	295,6	336,5	358,8	346,3	352,55	374,5	360,6	367,55
8	L ruka	207,3	257,3	232,3	358,7	362,7	360,7	340,3	313,1	326,7
9	Hruď	151,6	178,4	165	201,3	201,8	201,55	221,4	228,2	224,8
10	Chrbát	138,7	140,8	139,75	162,7	156,3	159,5	177,6	162,7	170,15
11	P stehno	266,7	267,5	267,1	254,8	251,6	253,2	305,8	307,5	306,65
12	L stehno	215,8	200,9	208,35	197,3	204,5	200,9	245	289,5	267,25
13	P lýtko	272,5	333,9	303,2	356,5	361,8	359,15	365,5	386,9	376,2
14	L lýtko	245,8	302,1	273,95	331,7	338,7	335,2	340,7	353,2	346,95
15	P chodidlo	299,4	356,9	328,15	358,5	385,7	372,1	378,8	374,7	376,75
16	L chodidlo	321,2	302,9	312,05	330,4	313,8	322,1	322,9	319,4	321,15
priemer na celé telo		246,46	258,02	252,24	277,06	277,23	277,14	306,42	309,88	308,15
		25	5	38	25	13	69	5	13	31

Namerané hodnoty pre dres modelu č. 2 so zakrytím 100/50/50 je zaznamenaný v tabuľkách 21 až 23.

Tabuľka 21: Namerané hodnoty Ret [$m^2 \cdot Pa/W$] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/50/50

zóny merania		A2			B2			C2		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	32,41	28,86	30,635	26,82	28,17	27,495	24,89	26,01	25,450
2	Hlava	34,23	29,76	31,995	35,70	30,54	33,120	29,19	27,03	28,110
3	P paža	53,59	54,13	53,860	47,60	46,23	46,915	38,89	41,18	40,035
4	Ľ paža	54,63	52,61	53,620	42,59	49,53	46,060	38,65	39,90	39,275
5	P predlaktie	34,36	35,47	34,915	36,77	36,51	36,640	32,40	33,35	32,875
6	L predlaktie	33,65	34,41	34,030	36,01	35,91	35,960	30,54	33,19	31,865
7	P ruka	28,79	33,16	30,975	24,15	24,65	24,400	24,18	25,40	24,790
8	L ruka	31,05	28,56	29,805	29,65	28,62	29,135	27,51	22,84	25,175
9	Hruď	76,04	72,92	74,480	52,66	53,96	53,310	34,86	34,26	34,560
10	Chrbát	93,23	90,21	91,720	80,63	78,19	79,410	58,22	59,43	58,825
11	P stehno	57,39	58,00	57,695	50,95	49,76	50,355	31,98	32,64	32,310
12	L stehno	55,97	55,61	55,790	48,93	48,92	48,925	35,01	37,90	36,455
13	P lýtko	36,32	32,22	34,270	28,21	30,03	29,120	28,60	29,21	28,905
14	L lýtko	33,11	35,57	34,340	29,72	29,63	29,675	29,82	30,93	30,375
15	P chodidlo	29,33	29,95	29,640	22,64	23,16	22,900	22,07	23,75	22,910
16	L chodidlo	28,33	29,02	28,675	25,11	25,18	25,145	23,84	22,66	23,250
priemer na celé telo		44,5268	43,778	44,1528	38,633	38,686	38,6603	31,91	32,48	32,1978
		8	75	1	75	88	1	563		1

Tabuľka 22: Namerané hodnoty Rct [$m^2 \cdot C/W$] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/50/50

zóny merania		A2			B2			C2		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	0,086	0,086	0,086	0,090	0,090	0,090	0,093	0,093	0,093
2	Hlava	0,087	0,086	0,0865	0,113	0,113	0,113	0,115	0,115	0,115
3	P paža	0,137	0,137	0,137	0,162	0,162	0,162	0,158	0,158	0,158
4	Ľ paža	0,103	0,103	0,103	0,131	0,131	0,131	0,128	0,128	0,128
5	P predlaktie	0,073	0,073	0,073	0,081	0,081	0,081	0,078	0,078	0,078
6	L predlaktie	0,088	0,088	0,088	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
7	P ruka	0,091	0,091	0,091	0,085	0,085	0,085	0,087	0,087	0,087
8	L ruka	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,042	0,042	0,042
9	Hruď	0,120	0,120	0,120	0,130	0,130	0,130	0,132	0,132	0,132
10	Chrbát	0,149	0,149	0,149	0,139	0,139	0,139	0,139	0,139	0,139
11	P stehno	0,123	0,123	0,123	0,134	0,134	0,134	0,125	0,125	0,125
12	L stehno	0,122	0,122	0,122	0,129	0,129	0,129	0,120	0,120	0,120
13	P lýtko	0,090	0,090	0,090	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085
14	L lýtko	0,086	0,086	0,086	0,084	0,084	0,084	0,083	0,083	0,083
15	P chodidlo	0,084	0,084	0,084	0,079	0,079	0,079	0,080	0,080	0,080
16	L chodidlo	0,083	0,083	0,083	0,079	0,079	0,079	0,081	0,081	0,081
priemer na celé telo		0,10018	0,1001	0,10015	0,1061	0,1061	0,10612	0,102	0,10262	0,10262
		8	25	6	25	25	5	625	5	5

Tabuľka 23: Namerané hodnoty q [W/m^2] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/50/50

zóny merania		A2			B2			C2		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	277,5	304,1	290,80	304,1	311,4	307,75	309,1	310,6	309,85
2	Hlava	267,0	313,4	290,20	110,6	119,3	114,95	307,1	296,5	301,80
3	P paža	136,8	144	140,40	155,9	165,1	160,50	209,6	248,9	229,25
4	Ľ paža	171,2	187,6	179,40	185,9	217,2	201,55	257,1	231,5	244,30
5	P predlaktie	256,0	259,5	257,75	262,5	297,7	280,10	304,3	307,7	306,00
6	L predlaktie	273,7	264,7	269,20	235,2	230,5	232,85	276,0	322,6	299,30
7	P ruka	338,7	288,7	313,70	332,3	341,3	336,80	325,9	324,8	325,35
8	L ruka	345,9	255,7	300,80	320,1	340,2	330,15	330,3	358,4	344,35
9	Hruď	157,1	186,2	171,65	202,6	208,0	205,30	219,4	226,9	223,15
10	Chrbát	126,8	119,0	122,90	152,4	160,7	156,55	158,6	146,9	152,75
11	P stehno	221,3	218,0	219,65	210,5	231,8	221,15	256,2	292,2	274,20
12	L stehno	183,2	167,1	175,15	174,6	192,2	183,40	196,7	221,7	209,20
13	P lýtko	271,3	303,8	287,55	338,9	352,4	345,65	334,0	368,5	351,25
14	L lýtko	229,5	276,3	252,90	294,5	316,0	305,25	304,3	349,6	326,95
15	P chodidlo	338,4	226,9	282,65	306,9	313,3	310,10	285,0	331,6	308,30
16	L chodidlo	400,8	273,2	337,00	278,7	281,4	280,05	273,9	335,5	304,70
priemer na celé telo		249,7	236,76	243,231	241,60	254,90	248,256	271,7	292,118	281,918
		5	25	3	63	63	3	188	8	8

Namerané hodnoty pre dres modelu č. 3 so zakrytím 100/100/100 je zaznamenaný v tabuľkách 24 až 26.

Tabuľka 24: Namerané hodnoty Ret [$m^2 \cdot Pa/W$] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/100/100

zóny merania		A3			B3			C3		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	27,81	26,22	27,015	26,66	28,25	27,455	28,6	27,26	27,93
2	Hlava	30,2	27,08	28,64	31,3	35,01	33,155	26,84	29,45	28,145
3	P paža	59,71	55,86	57,785	47,9	44,17	46,035	36,92	35,94	36,43
4	Ľ paža	52,02	41,84	46,93	42,76	40,98	41,87	35,16	37,86	36,51
5	P predlaktie	43,09	47,87	45,48	42,65	41,13	41,89	33,86	31,07	32,465
6	L predlaktie	47,51	45,97	46,74	43,08	41,12	42,1	31,35	28,25	29,8
7	P ruka	30,13	30,81	30,47	28,85	22,78	25,815	23,1	26,33	24,715
8	L ruka	29,2	29,12	29,16	21,22	23,7	22,46	24,43	26,27	25,35
9	Hruď	73,24	76,49	74,865	54,02	50,96	52,49	35,22	33,87	34,545
10	Chrbát	89,92	94,39	92,155	79,61	74,95	77,28	56,41	56,35	56,38
11	P stehno	54,38	59,01	56,695	49,44	47,53	48,485	35,35	39,65	37,5
12	L stehno	59,95	54,4	57,175	45,89	48,72	47,305	35,76	38,09	36,925
13	P lýtko	53,48	50,78	52,13	48,85	49,38	49,115	30,83	34,81	32,82
14	L lýtko	55,1	54,4	54,75	43,7	47,61	45,655	33,56	32,68	33,12
15	P chodidlo	34,8	32,89	33,845	25,34	25,37	25,355	22,48	23,07	22,775
16	L chodidlo	36,6	37,52	37,06	22,69	26,57	24,63	24,81	24,39	24,6
priemer na celé telo		48,5712	47,790	48,1809	40,872	40,514	40,6934	32,16	32,8337	32,5006
		5	63	4	5	38	4	75	5	3

Tabuľka 25: Namerané hodnoty R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/100/100

zóny merania		A3			B3			C3		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,089	0,089	0,089
2	Hlava	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,115	0,115	0,115
3	P paža	0,159	0,159	0,159	0,158	0,158	0,158	0,156	0,156	0,156
4	Ľ paža	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,124	0,124	0,124
5	P predlaktie	0,098	0,098	0,098	0,097	0,097	0,097	0,09	0,09	0,09
6	L predlaktie	0,122	0,122	0,122	0,115	0,115	0,115	0,113	0,113	0,113
7	P ruka	0,1	0,1	0,1	0,096	0,096	0,096	0,093	0,093	0,093
8	L ruka	0,09	0,09	0,09	0,095	0,095	0,095	0,047	0,047	0,047
9	Hruď	0,133	0,133	0,133	0,131	0,131	0,131	0,132	0,132	0,132
10	Chrbát	0,138	0,138	0,138	0,143	0,143	0,143	0,148	0,148	0,148
11	P stehno	0,137	0,137	0,137	0,136	0,136	0,136	0,13	0,13	0,13
12	L stehno	0,135	0,135	0,135	0,13	0,13	0,13	0,127	0,127	0,127
13	P lýtko	0,119	0,119	0,119	0,121	0,121	0,121	0,108	0,108	0,108
14	L lýtko	0,12	0,12	0,12	0,115	0,115	0,115	0,107	0,107	0,107
15	P chodidlo	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086	0,082	0,082	0,082
16	L chodidlo	0,09	0,09	0,09	0,087	0,087	0,087	0,084	0,084	0,084
priemer na celé telo		0,11631	0,1163	0,11631	0,1152	0,1152		0,109	0,10906	0,10906
		3	13	3	5	5	0,11525	063	3	3

Tabuľka 26: Namerané hodnoty q [W/m^2] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/100/100

zóny merania		A3			B3			C3		
		1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer	1. test	2. test	priemer
1	Tvár	298,9	304,5	301,7	301,1	301,9	301,5	298	306,2	302,1
2	Hlava	113,6	107,2	110,4	308,4	258,7	283,55	274,3	317,3	295,8
3	P paža	155,6	158,7	157,15	212,3	195	203,65	198,7	218	208,35
4	Ľ paža	205,8	204,3	205,05	202,5	212,6	207,55	226,8	232,3	229,55
5	P predlaktie	236,9	248,1	242,5	220,2	248,1	234,15	295	291,1	293,05
6	L predlaktie	199,7	201,2	200,45	196,9	224,4	210,65	251,6	266,7	259,15
7	P ruka	273,2	248,9	261,05	189,7	217,1	203,4	323,8	304,6	314,2
8	L ruka	280	461,4	370,7	200,7	223,5	212,1	316	317	316,5
9	Hruď	200,5	208,2	204,35	196,4	209	202,7	219,7	236,6	228,15
10	Chrbát	147,6	157	152,3	144,9	163,7	154,3	166,1	167	166,55
11	P stehno	218,4	238,8	228,6	203,5	203,8	203,65	243,4	276,9	260,15
12	L stehno	184,3	177,8	181,05	175,1	198,3	186,7	222,1	216,6	219,35
13	P lýtko	287,3	246,5	266,9	212,8	223,9	218,35	270,2	281,8	276
14	L lýtko	230,8	232,9	231,85	213,3	228,5	220,9	266,2	273,7	269,95
15	P chodidlo	220,4	198,7	209,55	216,8	263	239,9	312,7	349,8	331,25
16	L chodidlo	243,4	230,6	237	218	256,4	237,2	335	314,7	324,85
priemer na celé telo				222,537	213,28	226,74	220,015	263,7	273,143	268,434
		218,525	226,55	5	75	38	6	25	8	4

7.4. Diskusia výsledkov

Z nameraných dát jednotlivých telových zón manekýna ktoré sú zobrazené v tabuľkách predchádzajúcej kapitoly sa vychádzalo do dvoch častí diskusie výsledkov.

Prvá časť využila zónové členenie tela manekýna a získala dáta pre jednotlivé telové časti individuálne. Tieto dáta sa stali podkladom na výpočet parametrov pre jednotlivé použité materiály na odevy a ich výpočet hodnoty výparného a tepelného odporu.

Druhá časť brala do úvahy fyziologický komfort odevu komplexne pre celé telo. Vypočítal sa aritmetický priemer zo všetkých merateľných telových zón (častí) manekýna, ktorý predstavoval hodnotu pre celé telo. Tieto hodnoty individuálne pre každý test a každý druh odevu sa stal diskusiou výsledkov pre viackriteriálnu analýzu dát.

7.4.1. Diskusia k jednotlivým materiálom

Navrhnuté materiály sa porovnávali z hľadiska zakrytia tela odevom pri jednotlivých modeloch, a z hľadiska materiálového zloženia.

Spracovávali sa namerané hodnoty práve tie, ktoré sa týkali iba telových zón, ktoré sú celoplošne zakryté odevom (spolu presne 10 zón zo 16, rôzne pri jednotlivých druhoch odevných vzoriek) a hodnoty vypočítané ako priemer pre celé telo. Hľadali sa hodnoty také, aby boli najideálnejšie pre porovnanie medzi sebou a porovnanie s inými metódami merania rovnakých parametrov.

V tabuľke 27 sú zobrazené pod označením „10. zón „ po zóne“ výsledky priemeru všetkých meraní jedného druhu materiálu v rámci jedného druhu telovej zóny, pod označením „10. zón „po teste“ sú výsledky priemerných hodnôt všetkých meraní jedného druhu materiálu v rámci jedného testovania a posledný riadok pod názvom „celé telo“ zobrazuje výsledky priemerných hodnôt vypočítaných z predchádzajúceho počtu priemeru všetkých telových zón v rámci jedného druhu mate-

riálu. Tento posledný riadok sa od zvyšných dvoch líši tým, že sa berie výsledok komplexne pre celé telo a započítavajú sa doň hodnoty týkajúce sa nezakrytých zón tela odevom.

Tabuľka 27: Priemerné hodnoty pre zakryté zóny a celé telo

materiál	A - BA+EL	B - VI+EL	C - PL+EL
Výparný odpor Ret – mokrá metóda ($m^2 \cdot Pa/W$)			
10. zón "po zóne"	58,404	49,7545	36,8738333
10. zón "po teste"	68,0451667	56,1183333	41,3192778
celé telo	42,473125	37,5405208	31,6947917
Tepelný odpor Rct – suchá metóda ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)			
10. zón "po zóne"	0,12505	0,12730833	0,12235833
10. zón "po teste"	0,13102778	0,1343	0,13058333
celé telo	0,10546875	0,1069375	0,10523958
Tepelný odpor Rct – mokrá metóda ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)			
10. zón "po zóne"	0,12505	0,12748333	0,12256667
10. zón "po teste"	0,12566667	0,13443333	0,13072222
celé telo	0,10488542	0,1063125	0,1029375

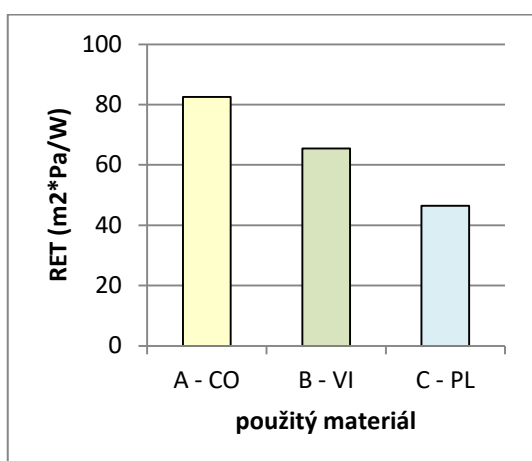
Zobrazené hodnoty sa líšia aj napriek tomu, že sa týkajú rovnakého materiálu a rovnakého parametru. Rozdiel je zapríčinený práve tým, že do niektorých výsledkov zobrazených v tabuľke vstupovali hodnoty iba 2/16 plne zakrytých telových zón (odev modelu 1 - bezrukávový dres) a pri niektorých všetky telové zóny (celé telo alebo dlhorukávový trikot 10/16 zón). Výsledky takto vykazujú slabú použiteľnosť pre porovnávanie jednotlivých materiálov a obsahujú metúce prvky ktoré sa týkajú viac celkového fyziologického komfortu použitých materiálov ako parametre tepelného a výparného odporu pre konkrétny materiál.

Uvažovalo sa preto inak a zobrali sa do úvahy iba telové zóny 9 – hrud' a 10 – chrbát nakoľko iba tieto dve zóny obsahujú zakrytie odevom u všetkých troch druhov modelov.

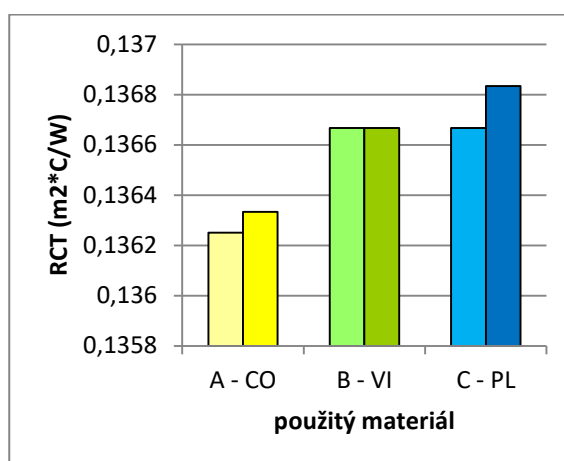
Tabuľka 28: Výsledné hodnoty vlhko-tepelných vlastností materiálu odevu

materiál	A - CO+EL				B - VI+EL				C - PL+EL			
model	1	2	3	priemer	1	2	3	priemer	1	2	3	priemer
Výparný odpor Ret – mokrá metóda (m²*Pa/W)												
9-hruď	73,09	74,48	74,87	74,14	52,02	53,31	52,49	52,61	34,81	34,56	34,55	34,64
10-chrbát	89,19	91,72	92,16	91,02	77,92	79,41	77,28	78,20	59,32	58,825	56,38	58,18
priemer				82,58				65,41				46,41
Tepelný odpor Rct – suchá metóda (m²*°C/W)												
9-hruď	0,136	0,12	0,133	0,130	0,134	0,13	0,131	0,132	0,13	0,132	0,132	0,131
10-chrbát	0,143	0,149	0,138	0,143	0,143	0,139	0,143	0,142	0,14	0,139	0,148	0,142
priemer				0,136				0,137				0,1367
Tepelný odpor Rct – mokrá metóda (m²*°C/W)												
9-hruď	0,135	0,12	0,133	0,129	0,134	0,13	0,131	0,132	0,13	0,132	0,132	0,131
10-chrbát	0,143	0,149	0,138	0,143	0,143	0,139	0,143	0,142	0,14	0,139	0,148	0,142
priemer				0,136				0,137				0,1368

V tabuľke 28 sú zhrnuté namerané a výsledné hodnoty pre jednotlivé materiály v stĺpcoch a jednotlivé telové zóny v riadkoch, z nich sa vypočítala priemerná hodnota pre jednotlivú zónu a potom priemer pre daný parameter materiálu.



Graf 1: Výsledky výparného odporu



Graf 2: Výsledky tepelného odporu
1.stĺpec- suchá metóda, 2. stĺpec - mokrá metóda

Grafy 1 a 2 zobrazujú výsledné hodnoty priemerov pre jednotlivé materiály a slúžia ako podklad pre porovnanie hodnôt s tradičnými štandardizovanými metódami merania tepelného a výparného odporu.

7.4.2. Diskusia k jednotlivým odevom

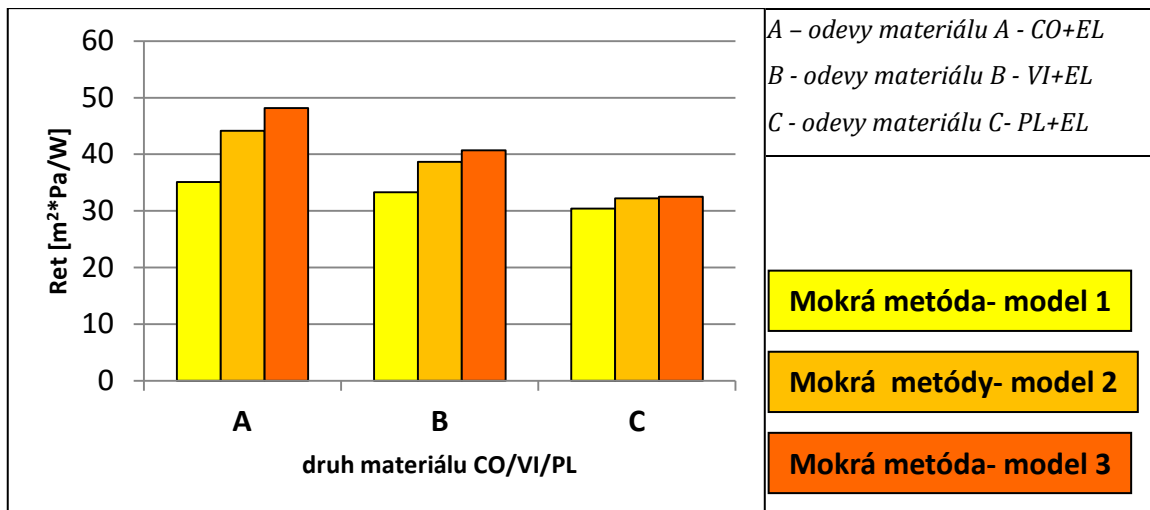
V tabuľke 28 je zhrnutie výsledkov aritmetických priemerov z nameraných hodnôt ako vstupné dáta pre viackriteriálnu analýzu.

Tabuľka 29: Vstupné dáta pre analýzu

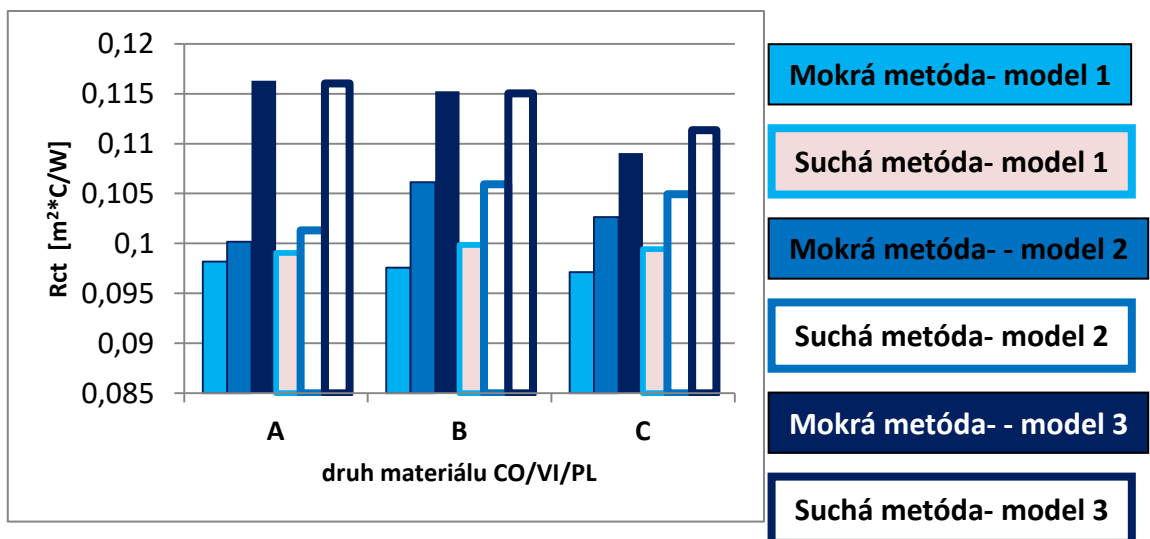
		hodnota		MIN	MIN/MAX	MIN/MAX	MIN	MIN
		odevné vzorky	materiál zloženie	Ret- mokrá metóda (m ² *Pa/W)	Rct-mokrá metóda (m ² *C/W)	Rct-suchá metóda (m ² *C/W)	q- mokrá metóda (W/m ²)	q- suchá metóda (W/m ²)
zakrytie 100/0/0	1	A1	CO+EL	35,085625	0,0981875	0,0990625	252,24375	145,546875
	2	B1	VI+EL	33,2678125	0,0975625	0,09984375	277,146875	150,103125
	3	C1	PL+EL	30,3859375	0,097125	0,0994375	308,153125	150,653125
zakrytie 100/50/50	4	A2	CO+EL	44,1528125	0,10015625	0,1013125	243,23125	143,046875
	5	B2	VI+EL	38,6603125	0,106125	0,1059375	248,25625	142,140625
	6	C2	PL+EL	32,1978125	0,102625	0,1049375	281,91875	144,071875
zakrytie 100/100/100	7	A3	CO+EL	48,1809375	0,1163125	0,11603125	222,5375	122,88125
	8	B3	VI+EL	40,6934375	0,11525	0,11503125	220,015625	166,921875
	9	C3	PL+EL	32,500625	0,1090625	0,11134375	268,434375	131,425

Pri hrubom porovnávaní sa posudzovala najnižšia a najvyššia hodnota v rámci jedného modelu v porovnaní s iným použitým materiálom.

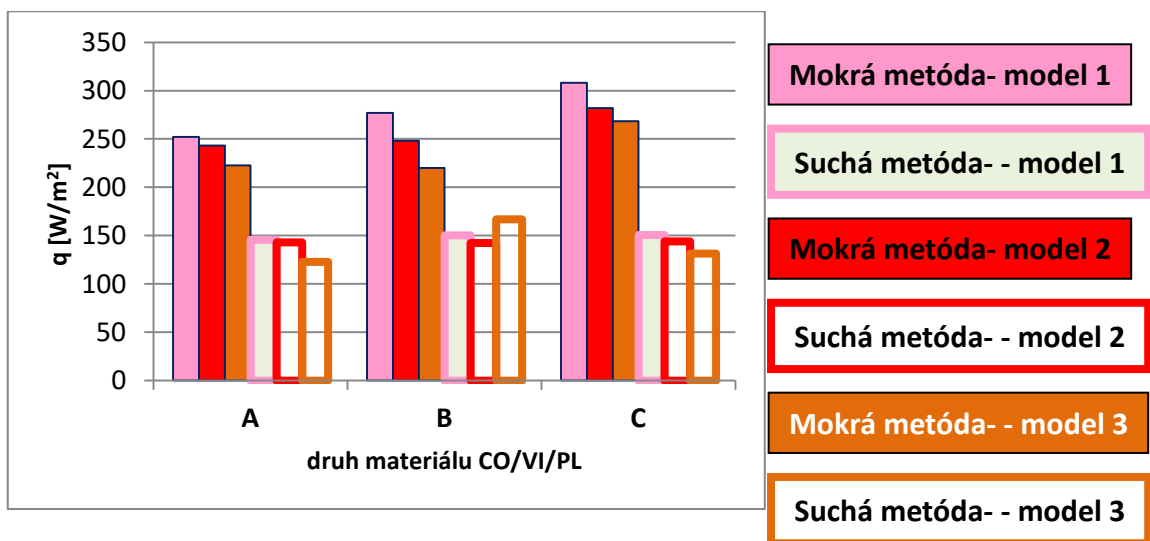
Grafy 3 až 5 zobrazujú grafické porovnania jednotlivých výsledkov na dané parametre vzhľadom na použitie materiálu.



Graf 3: Porovnanie výsledkov na výparný odpor



Graf 4: Porovnanie výsledkov na tepelný odpor



Graf 5: Porovnanie výsledkov na tepelný tok

Pri parametroch výparného odporu $Ret [m^2 \cdot Pa/W]$ sa posudzovala hodnota minimálna v porovnaní s iným materiálom daného odevného modelu, pretože odev by mal čo najlepšie odvádzať pot od povrchu pokožky pri najmenšej miere spotreby energie bez ohľadu na to, v akom prostredí sa daný organizmus vykonávajúci fyzickú aktivitu pohybuje. Graf 3 ukazuje odev modelu 1C – dres bez rukávov z polyesteru ako najlepšie odvádzajúci vlhkosť od tela. Na druhej strane dres modelu A3 – celotrikot s dlhým rukávom z bavlny najhoršie odvádza vlhkosť od tela vplyvom štruktúry použitého vláknového útvaru.

O diskusii výsledkov tepelného toku $q [W/m^2]$ sa rozmýšľalo rovnako, hľadala sa najmenšia možná hodnota v porovnaní s inými nameranými hodnotami a podľa grafu 4 tomu zodpovedá odev modelu A3 - celotrikot s dlhým rukávom z bavlny, ktorý vplyvom rozsahu zakrytia telovej plochy a štruktúry materiálu najlepšie drží u tela jeho telesnú teplotu.

Pri tepelnom odpore $Rct [m^2 \cdot C/W]$ sa diskutovalo dvojcestne. Bolo potrebné rozlišovať použitie odevu v chladnejšom a teplejšom prostredí. Parametre tepelného odporu maximálnej hodnoty zodpovedá vhodnosti použitia v chladnejšom prostredí a zodpovedá tomu odev modelu A3 - celotrikot s dlhým rukávom z bavlny a výsledok minimálnej hodnoty zodpovedá modelu 1C – dres bez rukávov z polyesteru pre použitie v teplejšom prostredí.

Komplexnejšou diskusiou výsledkov s ohľadom na celkový komfort a meraných fyziologických vlastností pre celé telo sa zaoberá viackriteriálna analýza dát v nasledujúcej kapitole.

7.5. Hodnotenie výsledkov viackriteriálnou analýzou

Predchádzajúca kapitola popisuje nejednoznačnosť určovania najlepších výsledkov vzhľadom na svoju maximálnu či minimálnu hodnotu je a v takýchto prípadoch sa na vyhodnocovanie výsledkov používa viackriteriálna analýza dát.

Hlavným cieľom tejto analýzy je posúdenie niekoľkých variantov riešenia problému podľa zvolených kritérií a stanovenie poradia variantov vzhľadom na použitie materiálu a druhu modelu športového odevu, ktorý bol pre tento účel navrhnutý, vyrobený a testovaný na tepelnom manekýnovi Timmy.

Jednotlivé merané parametre vlhko-tepelných vlastností odevu určili kritéria podľa tabuľky 28.

Tabuľka 30: Kritéria analýzy

Kritérium	parameter	jednotka	poznámka
1. KRITÉRIUM	výparný odpor	Ret ($m^2 \cdot Pa/W$)	akú silu dáva textília na to aby zabránila vyparovaniu tepla
2. KRITÉRIUM	tepelný odpor	Rct-WET ($m^2 \cdot C/W$)	sila textilnej vrstvy udržať teplo v mokrom stave
3. KRITÉRIUM	tepelný odpor	Rct-DRY ($m^2 \cdot C/W$)	sila textilnej vrstvy udržať teplo v suchom stave
4. KRITÉRIUM	tepelný tok	q-WET (W/m^2)	kolko musí vydať tepla aby si udržal danú teplotu za mokra
5. KRITÉRIUM	tepelný tok	q-DRY (W/m^2)	kolko musí vydať tepla aby si udržal danú teplotu za sucha

Kritéria sa posudzovali zvlášť pre použitie dresu v chladnejšom prostredí, kde je žiaduca vyššia sila textilnej vrstvy udržať teplo a tým potrebná maximálna hodnota tepelného odporu a zvlášť pre použitie dresu v teplejšom prostredí kde je naopak žiaduce aby odev chladil a tým pádom hodnota tepelného odporu musí byť minimálna v porovnaní s ostatnými druhmi použitého materiálu pri rovnakom modeli odevu. Týka sa to kritéria 2. a 3. pričom ostatné sú pre oba prípady totožné.

Existuje niekoľko spôsobov ako s výsledkami pracovať. V zásade fungujú na rovnakom princípe a riešia definovanie preferencií medzi jednotlivými kritériami, akú majú kritériá dôležitosť (váhu) pre dosiahnutie cieľa a definovanie preferencií medzi alternatívami z hľadiska jednotlivých kritérií a ich vyjadrenie celkovej preferencie.

Postup výpočtu popísal Bc. Ľubomír Kucko vo svojej diplomovej práci kde čerpal informácie z prednášok prof. Ing. Tomáš Klieštík, PhD z Katedri financií, účtovníctva a poisťovníctva na Vysokéj škole Ambis v Prahe. Metódou Kvantitatívneho párového porovnávania tzv. rozhodovacou (kriteriálnou) maticou hodnotil vybrané kritériá bankových produktov. Tento postup a vzorce platia pre všetky alternácie prístupu k výpočtom.

V **kroku 1** sa určili kritériá produktov $S=(s_{ij})$, $i, j=1,2,3,\dots,k$ s použitím stupnice 1-9, pričom

hodnota 1 bola prezentovaná ako rovnocenné kritérium (i) a (j),

hodnota 3 ako slabo preferované kritérium (i) pred (j),

hodnota 5 ako silno preferované kritérium (i) pred (j),

hodnota 7 ako veľmi silno preferované kritérium (i) pred (j)

a hodnota 9 ako absolútne preferované kritérium (i) pred (j).

Hodnoty 2,4,6 a 8 predstavovali medzistupne.

V **kroku 2** sa počítal súčin každého riadku S_i v Saatyho matici (obrázok 23) použitím nasledujúceho vzorca:

$$S_i = \prod_{j=1}^k S_{ij} \quad (26)$$

$$\begin{array}{c}
 \\
 a_1 \\
 a_2 \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 a_p
 \end{array}
 \begin{array}{ccccc}
 f_1 & f_2 & \cdot & \cdot & f_k \\
 \left[\begin{array}{ccccc}
 y_{11} & y_{12} & \cdot & \cdot & y_{1k} \\
 y_{21} & y_{22} & \cdot & \cdot & y_{2k} \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 y_{p1} & y_{p2} & \cdot & \cdot & y_{pk}
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \quad (27)$$

kde f_1, f_2, \dots, f_k sú nami zvolené kritériá pre výber najvhodnejšieho variantu, a_1, a_2, \dots, a_p sú alternatívy a y_{11}, \dots, y_{pk} sú kritériálne hodnoty p -tej alternatívy hodnotená podľa k -tého kritéria.

V **kroku 3** sa využil výpočet súčinu každého riadku matice S_i ako predpoklad pre získanie hodnoty R_i podľa nasledujúceho vzorca, v ktorom hodnota k =počtu kritérií:

$$R_i = S_i^{1/k} \quad (28)$$

Posledným **krokom 4** sa na základe predchádzajúcich krokov vypočítala váha pre dané kritériá.

$$v_i = R_i / \sum_{n=1}^9 R_i \quad (29)$$

Ďalším postupom bolo modelovanie preferencií medzi alternatívami z hľadiska jednotlivých kritérií, kde sa prevádzajú zložitejšie výpočty.

Inšpiráciou ku konkrétnemu prístupu získania výsledkov z analýzy zodpovedá postup podľa Ing. Bohuša Leitnera, PhD z Katedry technických vied a informatiky Fakulty bezpečnostného inžinierstva na Žilinskej univerzite v Žiline, ktorý sa aplikoval aj na namerané dáta od manekýna.

Spočíva taktiež v tzv. párovom porovnávaní jednotlivých kritérií a určuje hodnotu „1“ ako významnejšie (pre rozhodovanie dôležitejšie) kritérium a hodnoty „0“ ako menej významné v rámci porovnávacej dvojice. Z toho je vypočítaná váha kritéria (dôležitosť). Následne po vyhodnotení kritérií a sa rovnako hodnotia aj jednotlivé varianty, čo sú v našom prípade jednotlivé druhy dresu od A1 až po C3, spolu 9 druhov dresov = **9 variant**. [42]

Jedná sa o jednoduchší postup výpočtu a pre účel je postačujúci. Presnejšie sa určila dôležitosť jedného kritéria nad druhým.

Tabuľka 31: Párové porovnanie kritérií

		1.krit.(j)	2.krit.(j)	3.krit.(j)	4.krit.(j)	5.krit.(j)		
		výparný odpor za mokra	tepelný odpor za mokra	tepelný odpor za sucha	tepelný tok za mokra	tepelný tok za sucha	SÚČET	VÁHA
1.krit.(i)	výparný odpor za mokra	-	1	1	0	0	2	0,2
2.krit.(i)	tepelný odpor za mokra	0	-	1	0	1	2	0,2
3.krit.(i)	tepelný odpor za sucha	0	0	-	0	0	0	0
4.krit.(i)	tepelný tok za mokra	1	1	1	-	1	4	0,4
5.krit.(i)	tepelný tok za sucha	1	0	1	0	-	2	0,2

V tabuľke 30 sa porovnávala dôležitosť jednotlivých kritérií. Hodnoty v tabuľke nad diagonálou predstavujú preferencie kritéria (*i*) v stĺpci úplne vľavo nad kritériom (*j*) v riadku hore. Hodnoty pod diagonálou predstavujú ich prevrátenú hodnotu.

Prvé kritérium predstavuje parameter výparného odporu ktorý je dôležitejší ako parameter tepelného odporu, preto v tabuľke v prvom riadku hodnôt nad diagonálou je zaznamenaná „1“. Jej prevrátenou hodnotou je „0“ a tá sa zapisuje v druhom riadku v prvom stĺpci pod diagonálou. Takto sa ďalej postupovalo pri posudzovaní každej dvojice z kritérií až kým nie je vyplnená celá tabuľka.

Vo všeobecnosti sa uprednostňovali vždy kritériá parametru týkajúceho sa hodnotenia textílie v mokrom stave, tzn. pri produkcii potu pri cvičení a za menej významné kritérium sa označil parameter týkajúci sa hodnotenia textílie v suchom stave.

Uvažovalo sa o začlenení ešte jedného kritéria a síce estetickosť, ktorá pri hodnotení vzhľadu tanečných a športových dresov je veľmi dôležitá. Tento parameter by bol potom uprednostňovaný pred všetkými kritériami súčasne a veľmi by to narušilo celkový výsledok analýzy, ktorou cieľom je hlavne porovnať jednotlivé

použité materiály a modely na použitie v konkrétnom prostredí. Bolo by to zaujímavé ju tam pripojiť, ale ďalej sa jej v tejto práci nedostalo pozornosti.

Na konci každého riadku sa vypočítal súčet hodnotiacich stupňov a z neho váha kritéria, ktorá určí poradie jednotlivých vzoriek v rozhodovacej tabuľke na konci výpočtov.

V tabuľke 32 sa porovnávali varianty podľa prvého kritéria. Varianty predstavujú jednotlivé vzorky dresov a prvé kritérium sa týka výparného odporu za mokra. Porovnával sa výsledok merania varianty vzorky dresu v stĺpci vľavo vzhľadom na výsledok merania varianty vzorky dresu v riadku.

V praxi to znamená že vzorka odevu A1 bola nameraná z výsledkom výparného odporu za mokra s hodnotou 35,086 a porovnávam ju so vzorkou odevu B1 s hodnotou 33,268. Vzorka A1 disponuje pre toto kritérium a túto dvojicu vyššiu hodnotu výsledku, preto hodnotiaci stupeň v tabuľke zaznamenáva „0“. Rovnako sa postupuje pri zvyšku hodnotiacich stupňov nad diagonálou. Pod diagonálu sa vypíše ich prevrátená hodnota.

Tabuľka 32: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 1

		1.var . (j)	2.var . (j)	3.var . (j)	4.var . (j)	5.var . (j)	6.var . (j)	7.var . (j)	8.var . (j)	9.var . (j)		
		A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3	SÚČET	VÁHA
1.var . (i)	A1	-	0	0	1	1	0	1	1	0	4	0,11111 1111
2.var . (i)	B1	1	-	0	1	1	0	1	1	0	5	0,13888 8889
3.var . (i)	C1	1	1	-	0	1	1	1	1	1	8	0,22222 2222
4.var . (i)	A2	0	0	0	-	0	0	1	0	0	1	0,02777 7778
5.var . (i)	B2	0	0	0	1	-	0	1	0	0	2	0,05555 5556
6.var . (i)	C2	1	1	0	1	1	-	1	1	1	7	0,19444 4444
7.var . (i)	A3	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
8.var . (i)	B3	0	0	0	1	1	0	1	-	0	3	0,08333 3333
9.var . (i)	C3	1	1	0	1	1	0	1	1	-	6	0,16666 6667

Tabuľky 33 -36 sa rozdelili do párového porovnávania variantov pre použitie vzoriek dresu v chladnejšom prostredí a v teplejšom prostredí. Je tomu tak práve z dôvodu hodnotenia preferencie maximálnej a minimálnej hodnoty z párového hodnotenia. Týka sa to kritéria tepelného odporu meraného za mokra a sucha.

Tabuľka 33: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 2 pre chladnejšie prostredia

		1.var .(i)	2.var .(j)	3.var .(i)	4.var .(j)	5.var .(j)	6.var .(j)	7.var .(j)	8.var .(j)	9.var .(j)		
		A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3	SÚČET	VÁHA
1.var .(i)	A1	-	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,05555 5556
2.var .(i)	B1	0	-	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02777 7778
3.var .(i)	C1	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
4.var .(i)	A2	1	1	1	-	0	0	0	0	0	3	0,08333 3333
5.var .(i)	B2	1	1	1	1	-	1	0	0	0	5	0,13888 8889
6.var .(i)	C2	1	1	1	1	0	-	0	0	0	4	0,11111 1111
7.var .(i)	A3	1	1	1	1	1	1	-	1	1	8	0,22222 2222
8.var .(i)	B3	1	1	1	1	1	1	0	-	1	7	0,19444 4444
9.var .(i)	C3	1	1	1	1	1	1	0	0	-	6	0,16666 6667

Tabuľka 34: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 3 pre chladnejšie prostredia

		1.var .(j)	2.var .(j)	3.var .(j)	4.var .(j)	5.var .(j)	6.var .(j)	7.var .(j)	8.var .(j)	9.var .(j)		
		A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3	SÚČET	VÁHA
1.var .(i)	A1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.var .(i)	B1	1	-	1	0	0	0	0	0	0	2	0,05555 5556
3.var .(i)	C1	1	0	-	0	0	0	0	0	0	1	0,02777 7778
4.var .(i)	A2	1	1	1	-	0	0	0	0	0	3	0,08333 3333
5.var .(i)	B2	1	1	1	1	-	1	0	0	0	5	0,13888 8889
6.var .(i)	C2	1	1	1	1	0	-	0	0	0	4	0,11111 1111
7.var .(i)	A3	1	1	1	1	1	1	-	1	1	8	0,22222 2222
8.var .(i)	B3	1	1	1	1	1	1	0	-	1	7	0,19444 4444
9.var .(i)	C3	1	1	1	1	1	1	0	0	-	6	0,16666 6667

Tabuľka 35: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 2 pre teplejšie prostredie

		1.var .(j)	2.var .(j)	3.var .(j)	4.var .(j)	5.var .(j)	6.var .(j)	7.var .(j)	8.var .(j)	9.var .(j)		
		A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3	SÚČET	VÁHA
1.var .(i)	A1	-	0	0	1	1	1	1	1	1	6	0,16666 6667
2.var .(i)	B1	1	-	0	1	1	1	1	1	1	7	0,19444 4444
3.var .(i)	C1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	8	0,22222 2222
4.var .(i)	A2	0	0	0	-	1	1	1	1	1	5	0,13888 8889
5.var .(i)	B2	0	0	0	0	-	0	1	1	1	3	0,08333 3333
6.var .(i)	C2	0	0	0	0	1	-	1	1	1	4	0,11111 1111
7.var .(i)	A3	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
8.var .(i)	B3	0	0	0	0	0	0	1	-	0	1	0,02777 7778
9.var .(i)	C3	0	0	0	0	0	0	1	1	-	2	0,05555 5556

Tabuľka 36: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 3 pre teplejšie prostredie

		1.var .(j)	2.var .(j)	3.var .(j)	4.var .(j)	5.var .(j)	6.var .(j)	7.var .(j)	8.var .(j)	9.var .(j)		
		A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3	SÚČET	VÁHA
1.var .(i)	A1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0,22222 2222
2.var .(i)	B1	0	-	0	1	1	1	1	1	1	6	0,16666 6667
3.var .(i)	C1	0	1	-	1	1	1	1	1	1	7	0,19444 4444
4.var .(i)	A2	0	0	0	-	1	1	1	1	1	5	0,13888 8889
5.var .(i)	B2	0	0	0	0	-	0	1	1	1	3	0,08333 3333
6.var .(i)	C2	0	0	0	0	1	-	1	1	1	4	0,11111 1111
7.var .(i)	A3	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
8.var .(i)	B3	0	0	0	0	0	0	1	-	0	1	0,02777 7778
9.var .(i)	C3	0	0	0	0	0	0	1	1	-	2	0,05555 5556

V tabuľkách 37 a 38 sa ďalej pokračuje s porovnávaním variantov podľa kritéria 4 a 5 pre tepelný tok meraného za mokra a sucha bez rozdielu použitia odevu v teplom alebo studenom prostredí.

Tabuľka 37: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 4

		1.var .(j)	2.var .(j)	3.var .(j)	4.var .(j)	5.var .(j)	6.var .(j)	7.var .(j)	8.var .(j)	9.var .(j)		
		A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3	SÚČET	VÁHA
1.var .(i)	A1	-	1	1	0	0	1	0	0	1	4	0,11111 1111
2.var .(i)	B1	0	-	1	0	0	1	0	0	0	2	0,05555 5556
3.var .(i)	C1	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
4.var .(i)	A2	1	1	1	-	1	1	0	0	1	6	0,16666 6667
5.var .(i)	B2	1	1	1	0	-	1	0	0	1	5	0,13888 8889
6.var .(i)	C2	0	0	1	0	0	-	0	0	0	1	0,02777 7778
7.var .(i)	A3	1	1	1	1	1	1	-	0	1	7	0,19444 4444
8.var .(i)	B3	1	1	1	1	1	1	1	-	1	8	0,22222 2222
9.var .(i)	C3	0	1	1	0	0	1	0	0	-	3	0,08333 3333

Tabuľka 38: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 5

		1.var .(j)	2.var .(j)	3.var .(j)	4.var .(j)	5.var .(j)	6.var .(j)	7.var .(j)	8.var .(j)	9.var .(j)		
		A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3	SÚČET	VÁHA
1.var .(i)	A1	-	1	1	0	0	0	0	1	0	3	0,08333 3333
2.var .(i)	B1	0	-	1	0	0	0	0	1	0	2	0,05555 5556
3.var .(i)	C1	0	0	-	0	0	0	0	1	0	1	0,02777 7778
4.var .(i)	A2	1	1	1	-	0	1	0	1	0	5	0,13888 8889
5.var .(i)	B2	1	1	1	1	-	1	0	1	0	6	0,16666 6667
6.var .(i)	C2	1	1	1	0	0	-	0	1	0	4	0,11111 1111
7.var .(i)	A3	1	1	1	1	1	1	-	1	1	8	0,22222 2222
8.var .(i)	B3	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
9.var .(i)	C3	1	1	1	1	1	1	0	1	-	7	0,19444 4444

Na záver sú všetky váhy kritérií a variant zobrazené v rozhodovacích tabuľkách zvlášť pre hodnotenie výsledkov variant modelov dresov na použitie do chladného prostredia (tabuľka 39) a zvlášť to teplého prostredia (tabuľka 40).

Tabuľka 39: Rozhodovacia tabuľka pre použitie odevu v chladnom prostredí

				1. krit.	2. krit.	3. krit.	4. krit.	5. krit.		
		vzorky/ varianty	mate- riál	Ret (m ² *Pa/W)	Rct-za mokra (m ² *C/W)	Rct-za sucha (m ² *C/W)	q-za mokra (W/m ²)	q-za sucha (W/m ²)	vážený súčet	pora- die
váha kritéria				0,2000	0,2000	0,0000	0,4000	0,2000		
zakrytie 100/0/0	1	A1	CO+EL	0,1111	0,0556	0,0000	0,1111	0,0833	0,0944444	6.
	2	B1	VI+EL	0,1389	0,0278	0,0556	0,0556	0,0556	0,0666666	7.
	3	C1	PL+EL	0,2222	0,0000	0,0278	0,0000	0,0278	0,05	8.
zakrytie 100/50/50	4	A2	CO+EL	0,0278	0,0833	0,0833	0,1667	0,1389	0,1166666	5.
	5	B2	VI+EL	0,0556	0,1389	0,1389	0,1389	0,1667	0,1277777	4.
	6	C2	PL+EL	0,1944	0,1111	0,1111	0,0278	0,1111	0,0944444	6.
zarytie 100/100/100	7	A3	CO+EL	0,0000	0,2222	0,2222	0,1944	0,2222	0,1666666	1.
	8	B3	VI+EL	0,0833	0,1944	0,1944	0,2222	0,0000	0,1444444	2.
	9	C3	PL+EL	0,1667	0,1667	0,1667	0,0833	0,1944	0,1388888	3.

Tabuľka 40: Rozhodovacia tabuľka pre použitie odevu v teplom prostredí

				1. krit.	2. krit.	3. krit.	4. krit.	5. krit.		
		vzor- ky/variant y	mate- riál	Ret (m ² *Pa/ W)	Rct-WET (m ² *C/ W)	Rct-DRY (m ² *C/ W)	q-WET (W/m ²)	q-DRY (W/m ²)	vážený súčet	pora- die
váha kritéria				0,2000	0,2000	0,0000	0,4000	0,2000		
zakrytie 100/0/0	1	A1	CO+EL	0,1111	0,1667	0,2222	0,1111	0,0833	0,1166666	4.
	2	B1	VI+EL	0,1389	0,1944	0,1667	0,0556	0,0556	0,1	2.
	3	C1	PL+EL	0,2222	0,2222	0,1944	0,0000	0,0278	0,0944444	1.
zakrytie 100/50/50	4	A2	CO+EL	0,0278	0,1389	0,1389	0,1667	0,1389	0,1277777	6.
	5	B2	VI+EL	0,0556	0,0833	0,0833	0,1389	0,1667	0,1166666	4.
	6	C3	PL+EL	0,1944	0,1111	0,1111	0,0278	0,1111	0,0944444	1.
zarytie 100/100/100	7	A3	CO+EL	0,0000	0,0000	0,0000	0,1944	0,2222	0,1222222	5.
	8	B3	VI+EL	0,0833	0,0278	0,0278	0,2222	0,0000	0,1111111	3.
	9	C3	PL+EL	0,1667	0,0556	0,0556	0,0833	0,1944	0,1166666	4.

Z váhy kritéria a variantu sa vypočítal vážený súčet ktorý určil poradie v rámci všetkých výsledkov pre jednotlivé druhy dresu. Pre použitie v chladnejšom prostredí je najvýznamnejšia maximálna hodnota váženého súčtu a pre použitie v teplom prostredí je to minimálna.

7.6. Diskusia výsledkov z analýzy

Na chladnejšie prostredie je najvhodnejšia varianta odevu A3 – celotrikot s materiálovým zložením bavlna s elastanom z dôvodu vysokého podielu zakrytia tela

a tepelnej odolnosti za sucha aj mokra ako dôsledok zloženia a štruktúry vlákných útvarov materiálu.

V teplejších priestoroch a malých sálach sú výsledkami viackryteriálnej analýzy rovnocenné varianty dresu **C1 a C2**, bezrukávový dres a trikot s krátkym rukávom a nohavicami, obe v materiálovom zložení polyester s elastanom. Veľkosť plochy zakrytia tela možnosť maximálneho chladenia v dôsledku štruktúry a veľkosti plochy sú najvhodnejšími variantmi pre šport vo vnútorných prostrediach s vykurovaním.

8. Testovanie materiálov Na SGHP 8.2

8.1. Klimatické podmienky merania

Na tradičnom štandardizovanom zariadení SGHP od americkej firmy sa v laboratóriu TUL testovali 2 vzorky z každého druhu materiálu o veľkosti 31x31cm. 6 vzoriek bolo podrobených skúške tepelného a výparného odporu.

Meralo sa podľa normy ČSN EN ISO 11092 (800819) Textílie – Fyziológické účinky – Meranie tepelného odporu R_{ct} [m^2K/W] a výparného odporu R_{et} [m^2*Pa/W] za stálych podmienok (skúška pomocou vyhrievanej dosky simulujúcej efekt potenia). Podmienky merania sa stanovili hodnotami:

- teplota vzduchu : R_{ct} 20°C, R_{et} 35°C
- vlhkosť vzduchu: R_{ct} 65%, R_{et} 40%
- rýchlosť prúdenia vzduchu: 1 m/s

8.2. Namerané hodnoty

V tabuľke 41 sú zhrnuté všetky namerané hodnoty a vypočítaný priemer pre daný parameter konkrétneho materiálu.

Tabuľka 41: Namerané a vypočítané hodnoty na prístroji SGHP

materiál		R_{ct} [m^2K/W]			R_{et} [m^2*kPa/W]
		1. test	2. test	priemer	priemer
A	CO+EL	0,0297	0,0256	0,02765	3,8759
B	VI+EL	0,0223	0,0235	0,0229	3,5884
C	PL+EL	0,0123	0,0103	0,0113	2,2302

8.3. Diskusia výsledkov nameraných hodnôt

Viackriteriálna analýza odhalila, že je potrebné sa prizerať na to, do akého tepelného prostredia bude odev z meraného materiálu určený. Riadia sa tým výsledky pre tepelný odpor. Najnižšiu hodnotu tepelného odporu vykazujú u materiálu C – polyester s elastanom pre najvhodnejšie použitie do teplého prostredia a najvyššiu hodnotu u materiálu A – bavlna s elastanom pre chladnejšie prostredie.

9. Testovanie materiálov na FX 3180 CupMaster

9.1. Klimatické podmienky merania

Meranie prebiehalo na 4 vzorkách z každého druhu materiálu. Vzorky mali kruhový tvar o priemere $d = 9 \text{ cm}$, $r = d/2$ (29), čo predstavuje plochu textílie o veľkosti $81/4\pi = 63,61725 \text{ cm}^2$ ($0,00636 \text{ m}^2$) podľa vzorca obsahu kruhu $S = \pi r^2$ (30). Pripravovala sa pred tým na ne šablóna o priemere $8,8 \text{ cm}$ aby po výreze krajčírskymi nožnicami vzorka presne pasovala.

Meranie prebiehalo podľa normy JIS L 1099:2012 metóda A2 s destilovanou vodou. Interval medzi jednotlivými meraniami bol 1 hodina a testovalo sa na ploche 50 cm^2 . Podmienky skúšobnej komory pre všetky merania sa stanovili hodnotami:

- teplota vzduchu : 40°C
- vlhkosť vzduchu: 50%
- rýchlosť prúdenia vzduchu: $0,8 \text{ m/s}$

9.2. Namerané hodnoty

Výstupné dokumenty z merania vo formáte .pdf obsahovali všeobecné údaje o teste vrátane klimatických podmienok a ich grafického zobrazenia, graf vývoju nameraných hodnôt v závislosti na čase merania v hodinových intervaloch, tabuľku nameraných hodnôt ktorých nás zaujímal parameter miera prenosu vodných pár (Water Vapor Transmission Rate) $WVTR$ [$\text{g/m}^2/\text{deň}$], ktorý udáva množstvo vlhkosti v gramoch ktorá je prepustená na 1 m^2 za 1 deň. Čím vyššia je udaná hodnota, tým lepšie materiál tz. „dýcha“

Tabuľka 42: Namerané hodnoty na FX 3180 CupMaster

druh	materiál A: CO+ EL				materiál B: VI+ EL				materiál C: PL+ EL			
vzorka	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3918	3890	3844	3966	4014	3964	3959	4072	4073	4162	4052	4015
2	3881	3858	3812	3934	3920	3836	3886	4004	3996	4075	3977	3905
3	3813	3790	3749	3862	3891	3807	3861	3937	3962	4037	3943	3871
4	3799	3780	3737	3848	3840	3755	3808	3908	3909	3981	3895	3822
5	3765	3749	3705	3811	3823	3740	3794	3871	3888	3958	3878	3807
6	3732	3711	3672	3773	3803	3719	3774	3825	3860	3930	3850	3787
7	3707	3690	3647	3739	3763	3681	3736	3787	3826	3896	3815	3756
8	3714	3695	3643	3740	3735	3659	3712	3766	3804	3869	3772	3733
9	3669	3651	3594	3687	3721	3647	3704	3718	3793	3854	3748	3723
10	3631	3616	3563	3647	3677	3603	3659	3672	3760	3816	3704	3689
11	3623	3616	3558	3647	3644	3577	3628	3658	3737	3787	3670	3663
12	3564	3551	3510	3596	3629	3562	3618	3615	3730	3779	3660	3659
13	3540	3517	3489	3578	3593	3531	3580	3587	3703	3751	3630	3634
14	3513	3489	3461	3554	3567	3501	3550	3551	3679	3717	3597	3608
15	3481	3459	3435	3523	3535	3475	3527	3522	3655	3693	3573	3588
16	3483	3462	3439	3532	3512	3451	3502	3512	3639	3671	3553	3568
17	3436	3415	3387	3474	3509	3450	3502	3470	3639	3666	3545	3568
18	3423	3405	3373	3468	3464	3400	3458	3438	3590	3615	3498	3523
19	3394	3380	3342	3436	3444	3381	3438	3405	3574	3596	3478	3504
20	3396	3380	3340	3439	3427	3359	3419	3399	3553	3572	3454	3486
21	3358	3342	3303	3401	3425	3357	3421	3366	3551	3565	3449	3489
22	3346	3330	3289	3391	3394	3324	3386	3342	3514	3524	3415	3452
23	3317	3297	3258	3362	3366	3293	3359	3306	3442	3489	3382	3425
24	3299	3280	3242	3350	3339	3279	3345	3283	3320	3439	3361	3408
priemer	3432	3414	3376	3470	3481	3414	3465	3481	3568	3618	3516	3507
priemer pre vzorku	3423 g/m ² *24 hod				3460 g/m²*24 hod				3552 g/m ² *24 hod			

V tabuľke 42 sú v stĺpoch zaznamenané namerané hodnoty pre jednotlivé vzorky materiálov. Ako prvé sa pre jednotlivé vzorky určila priepustnosť vodných pár za 24 hod a potom sa vypočítala priemerná hodnota pre jeden materiál zo všetkých 4 vzoriek.

Tabuľka 43: Základné štatistické charakteristiky priemerov nameraných dát na CupMaster

charakteristika:	hodnota
Str. hodnota	3478,507
Chyba str. hodnoty	19,633
Medián [-]	3475,44
Modus [-]	3475,44
Smer. odchýlka	68,011
Rozptyl výberu	4625,553
Špičatosť [-]	0,331
Šikmosť [-]	0,611
Minimum	3375,68
Maximum	3617,68
Súčet	41742,08
Počet	12
Hladina spoľahlivosti (95,0%)	43,212
dolná hranica 95% inter. Spol	3435,294
horná hranica 95% inter. Spol	3521,719
variačný koeficient [%]	1,955

V Tabuľke 43 sú vypísané základné štatistické údaje z priemerných hodnôt jednotlivých testov pre všetky materiály. Smerodajná odchýlka výberu je stanovená na 68,011 a miera variability dát stanovená variačným koeficientom je pod úrovňou 2%.

9.3. Diskusia výsledkov nameraných hodnôt

Z nameraných a vypočítaných hodnôt vyplýva, že najlepšiu prenosovú mieru vodných pár má materiál B – viskóza s elastanom, pričom rozdiel s materiálom A a C je pod úrovňou 3%. Z toho vyplýva, že vybrané materiály vykazujú podobnú mieru prenosu vodných pár ale textília z viskózy s elastanom je najvhodnejšia na výrobu športového odevu.

10. Komplexná štandardizácia výsledkov merania

Fyziologické vlastnosti materiálov a z nich vyrobených odevov možno testovať rôznymi spôsobmi a metódami. V zásade vyhodnocujú rovnaké alebo skoro podobné vlastnosti rôznymi konštrukčnými mechanizmami a tým pádom sú rozdielne podmienky testovania a jednotky výstupných parametrov.

Tabuľka 44: Namerané hodnoty fyziologických vlastností

prístroj	manekýn	CupMaster	SGHP	manekýn	manekýn	SGHP	
norma	ASTM F1291	JIS L 1099	ISO 11092	ASTM F1291	ASTM F1292	ISO 11092	
parameter	Ret	WVTR	Ret	Rct	Rct	Rct	
	výparný odpor	parupriepustnosť	výparný odpor	tepelný odpor	tepelný odpor	tepelný odpor	
jednotka	$m^2 \cdot Pa/W$	$g/m^2/deň$	$m^2 \cdot Pa/W$	$m^2 C/W$	$m^2 C/W$	$m^2 K/W$	
metóda	mokrú	mokrú	mokrú	mokrú	suchú	suchú	
poznámka	čím nižšia hodnota (menší odpor), tým lepšie "dýcha"	čím vyššia hodnota tým lepšie "dýcha"	čím nižšia hodnota (menší odpor), tým lepšie "dýcha"	čím vyššia hodnota tým viac hreje, čím nižšia, tým viac chladí	čím vyššia hodnota tým viac hreje, čím nižšia, tým viac chladí	čím vyššia hodnota tým viac hreje, čím nižšia, tým viac chladí	
materiál	A CO+EL	82,5825	3423	3,8759	0,1363	0,1363	0,0277
	B VI+EL	65,4050	3460	3,5884	0,1366	0,1366	0,0229
	C PL+EL	46,4066	3552	2,2302	0,1368	0,1366	0,0113

V tabuľke 44 je zhrnutie nameraných hodnôt pre jednotlivé použité materiály na športové odevy. Je znateľné poznanie, že pri rovnakých parametroch sú pri rozdielnych testovacích metódach rozdielne jednotky, preto nie je možné v takomto formáte výsledky medzi sebou porovnávať.

Existuje mnoho výskumov ktoré sa zaoberajú danou problematikou prepočtu a korelačným koeficientom prepočtu medzi jednotlivými nameranými hodnotami z rôznych prístrojov vyhodnocujúceho podobný charakter termofyziologickej vlastnosti. Z našich výpočtov nie je možné stanoviť objektívny korelačný koeficient, kvôli malému množstvu meraní z tradičných štandardizovaných zariadení SGHP a Cup Master.

Outdoorový výrobca športového oblečenia Highpoint uvádza prepočet jednotiek výparného odporu R_{et} [$m^2 \cdot Pa/W$] a prenosovú rýchlosť vodných pár WVTR [$g/m^2/24$ hod] podľa vlastných testovaní v nemeckom inštitúte Hohenstein.

Tabuľka 45: Prepočet R_{et} a WVTR podľa Highpoint.cz [44]

RET < 6	veľmi dobrá	nad 16 000 g/m^2 za 24 hod.
RET 6 - 13	dobrá	6 000 - 15 000 g/m^2 za 24 hod.
RET 13 - 20	uspokojivá	4 000 - 5 000 g/m^2 za 24 hod.
RET > 20	neuspokojivá	pod 4 000 g/m^2 za 24 hod.

Túto tabuľku 45 firma uvádza svojim zákazníkom pre voľno časové odevy rôzneho druhu pre lepšiu orientáciu v problematike o funkčných vlastnostiach odevu. Zákazník podľa toho dokáže sám určiť či mu hodnota na účel použitia odevu vyhovuje alebo nie.

Podrobnejším výskumom tejto problematiky sa zaoberali vedci z Rumunska a Francúzska v odbornej publikácii o Matematickej korelácii testovacích metód na meranie prenosovej miery vodných pár cez textilnú vrstvu. [45] Výsledkom skúmania bol všeobecný inverzný matematický vzťah medzi výsledkami získanými z testovania na SGHP podľa normy EN ISO 11092 (800819) a testovania kalíškovou metódou podľa normy BS 7209-1990 (ASTM E 96), ktorá je takmer totožná s metódou podľa normy, ktorá sa použila u testovania na FX 3180 CupMaster. [45]

$$R_{et} = \frac{\frac{p_{sat,20}(1-\phi_{65})}{R_{H_2O}T_{20}*\phi_{m_2}} - \frac{L_{air}}{D_{air,20}} - \frac{L_{ch}}{D_{air,20}} * \left(\frac{\mu * D_{air,20}^2}{g * (0.54)^4 L_{ch}^4} \right)^{\frac{1}{5}}}{\frac{D_{air,35} * \lambda_{H_2O}}{D_{air,20} R_{H_2O}T_{35}}} \frac{1}{(\phi_{m_2})^{\frac{1}{5}}} \quad (30)$$

Táto rovnica priamo určuje koreláciu medzi parametrami R_{et} [$m^2 \cdot K/W$] získané z prístroja SGHP a parameter WVTR [$g/m^2/hod$] z prístroja Cup Master.

Odborný časopis Textile Research Journal uverejnil článok v oblasti porovnania rozličných metód neraných paropriepustnosť od čínskych vedcov Jianhua Huang a Xiaoming Qian. Porovnávali metódu SGHP podľa normy ISO 11092 rovnako ako testy na materiáloch pre túto prácu, ďalej Vzpriamená kalíšková metóda podľa normy ASTM E96-B podobná metodike na FX 3180 CupMaster, ďalšou bola obrátená kalíšková metóda podľa normy ASTM E96-BW a vysušovacia metóda obráteného kalíšku podľa novej normy ISO 15496 a metóda na princípe valca so spodnou membránou PTFE podľa normy F2298. [46]

Tabuľka 46: Korelačné indexy medzi testovacími metódami [46]

	New method	ISO 11092	E 96-B	E 96-BW	ISO 15496	F 2298
New method	1.0					
ISO 11092	0.999 ^a	1.0				
E 96-B	0.909	-0.867	1.0			
E 96-BW	0.992 ^a	-0.661	0.878	1.0		
ISO 15496	0.974 ^a	-0.600	0.797	0.983 ^a	1.0	
F 2298	0.985 ^a	-0.777	0.962 ^a	0.972 ^a	0.930 ^a	1.0

^a Significant at the 0.01 level.

Indexy podľa tabuľky 46 sú vhodné na aplikáciu porovnania výsledkov z testovania na SGHP a FX 3180 CupMaster, nezahrňuje však vhodnú alternatívu na porovnanie výsledkov z testovania na manekýnovi, ktorý sa riadi normou ASTM F1291 a ISO/DIS 15831.

Tabuľka 47: Zoznam noriem a ich testovacích metodík pre jednotlivé zariadenia [47]

Standard	Material tested	Test apparatus	Property evaluated
ASTM F 1868, Part C [46].	Multi-layered fabric composite	Sweating hot plate	Total heat loss, W/m ² THL > 450 W/m ²
ASTM E 96 [47]	Multi-layered fabric composite	Dish/cup	Water vapor transmission rate, g/h·m ²
ISO 11092-DIN EN 31092 [48]	Multi-layered fabric composite	Sweating hot plate	Thermal resistance, K·m ² /W Evaporative resistance, kPa·m ² /W
NFPA 1971	Moisture barrier	WVTR cup	Water vapor transmission rate, g/h·m ²
ASTM F 1291 [49]	Full clothing system	Sweating thermal manikin	Total thermal insulation, °C·m ² /W
ASTM F2370 [50]	Full clothing system	Sweating thermal manikin	Evaporative resistance, kPa·m ² /W
ASTM F2371 [51]	Full clothing system	Sweating Heated Manikin	Average cooling rate, W/s
ASTM F 2298 [52]	Fabric specimen	Dynamic moisture permeation cell (DMPC)	Water vapor transmission rate, g/h·m ²
ISO 15831 [53]	Full clothing system	Thermal manikin	Thermal insulation, °C·m ² /W

Tabuľka 47 ktorú vypracovali Shonali Nazaré a Daniel Madrzykowski z Národného Inštitútu Štandardizácie a Technológie na preskúmanie testovacích metód pre rok 2006 Stanovenie ochranných schopností ochranného odevu pre hasičov je nápomocným vodítkom pre nájdenie vhodnej alternatívy normovaného testovania na manekýnovi.

Cieľom štúdií je nájsť vhodný zdroj informácií a následne podľa nich vymyslieť postup prevodu jednotlivých parametrov na rovnaké prepočtové jednotky daného parametru a vyhodnotiť ich medzi sebou. Je to však doposiaľ nevyriešený problém mnohých laboratórií ktoré sa venujú tejto problematike a nenašli „univerzálny recept“ ako túto problematiku riešiť. Na základe tohto faktu sa určila diskusia výsledkov pre jednotlivé merania a parametre zvlášť.

10.1. Diskusia výsledkov klimatických podmienok

Na začiatku každého merania sa zaznamenávajú samotné klimatické podmienky miestnosti alebo priestoru v ktorom meranie prebieha práve kvôli tomu, že to kri-

ticky ovplyvňuje výsledky samotnej skúšky. Pri vlhko-tepelných vlastnostiach obzvlášť.

Tabuľka 48: Klimatické podmienky merania experimentu práce

prístroj	manekýn	manekýn	SGHP	SGHP	CupMaster
norma	ASTM F1291	ASTM F1292	EN ISO 11092 (800819)	EN ISO 11092 (800819)	JIS L 1099:2012-A2
typ prostredia	klimatizovaná miestnosť	klimatizovaná miestnosť	uzavretá komora	voľná komora	klimatizovaná komora
parameter	Rct	Ret	Ret	Rct	WVTR
teplota vzduchu prostredia [°C]	19,79	19,79	35,00	20,00	20,00
vlhkosť vzduchu prostredia [%]	60,53	60,53	40	65	50,00
rýchlosť prúdenia vzduchu [m/s]	0,024	0,024	1	1	8
teplota dosky "kože" [°C]	34	34	35	35	40
doba trvania testu [hod]	1	0,75	1,5	1,5	24
testovacia plocha [m ²]	1,12	1,12	0,1024	0,1024	0,005

V tabuľke 48 sú zaznamenané základné údaje klimatických podmienok testu. Je dôležité rozlišovať či test vyhodnocuje údaje zo skúšobnej miestnosti kde je náročná regulácia prúdenia vzduchu, udržanie stálej teploty a vlhkosti prostredia ako to je u manekýnovi a vyhodnocovanie údajov z uzavretého skúšobného zariadenia ako to je u SGHP a Cup Master.

Čas trvania jednotlivých testov sa líšil v radoch niekoľkých hodín a to mohlo zapríčiniť rozdielnosť správania textilného vlákna pri pôsobení vlhkosti. Najviac sa to prejavilo u materiály z vlákien bavlny, ktoré vplyvom vlhkosti bobtnajú a na rozdiel od syntetických vlákien sa tým zmenšujú medzivrátokné póry a horšie cez textíliu prestupuje teplo čo má vplyv a výsledok tepelného odporu.

Rovnaká príčina sa prejavila u testovaní odevu na manekýnovi, kde v oblastiach kĺbov, zadku a zaoblenín tela je odev v napnutom stave čím sa väzba pleteniny roztiahne a zmenšuje sa tak celkový podiel textilného vlákna na jednotku plochy. U testovaní na SGHP a Cup Master boli textílie v relaxačnom stave na rovnej ploche bez kritického ohýbania a narušenia štruktúry šitím.

10.2. Diskusia výsledkov tepelného odporu pre odevy

MANEKÝN vz. SGHP

Pri grafickom porovnávaní výsledkov z meraní na manekýnovi sa zistilo, že je potrebné pri hodnotení tepelného odporu uvažovať o teplote prostredia v ktorom sa odev bude využívať.

V tabuľke 49 sú zobrazené výsledky z porovnania od najmenej vhodnejšieho po najvhodnejší odev a zvlášť materiál z testovania tepelného odporu na manekýnovi, prístroju SGHP a zo štatistickej viackriteriálnej analýzy výsledkov komplexne pre celý odev z testovania na manekýnovi.

Tabuľka 49: Grafické zobrazenie výsledkov tepelného odporu pre určité prostredie

	prostredie využitia odevu					
	teplé			studené		
	odev manekýn	materiál manekýn	materiál SGHP	odev manekýn	materiál manekýn	materiál SGHP
tepelný odpor	1C	B,C	C	3A	A	A
viackriteriálna analýza	1C, 2C	-	-	3A	-	-

kde 1C = bezrukávový trikot z polyesteru,

2C = krátky trikot z polyesteru,

A3 = dlhý trikot z bavlny.

A = materiál bavlna + elastan

B = materiál viskóza + elastan

C = materiál polyester + elastan.

Grafické analýzy tabuľky 48 obsahujú výsledky z porovnania výsledných hodnôt tepelného odporu z testovania odevov na manekýnovi a z testovania materiálov na manekýnovi a SGHP. Výsledky viackriteriálnej analýzy hodnotia všetky typy odevov z testovania termo-fyziologických vlastností na manekýnovi.

Z hodnotenia materiálu na manekýnovi z kapitoly 7.4.1 *Diskusia k jednotlivým materiálom* sa brali do úvahy výsledky mokrej metódy testu, ktoré sú dôležitejšie, ako výsledky suchej metódy, kde textília nebola vystavená náročnejším podmienkam vplyvu vlhkosti.

K rozdeleniu podľa teploty prostredia smeroval aj výpočet viackriteriálnej analýzy, ktorý výsledok korešpondoval s grafickým znázornením.

Je dôležité poznamenať, že dáta, ktoré vstupovali do tejto grafickej aj viackriteriálnej analýzy sa týkali tepelného odporu odevu pre celé telo so simuláciou v reálnych podmienkach pri potení na 1. úrovni fyzickej záťaže. Tento fakt ovplyvňuje výsledky výpočtov z meraní na manekýnovi iba pre samotný materiál a výsledok porovnania s meraním na SGHP.

Ak zanedbáme konkrétne čísla nameraných hodnôt, tak podľa výsledkov meraní v tabuľke 49, ktoré vyplynuli zo zoradení od najvhodnejšieho po najmenej vhodného odevu a materiálu, sa obe testovacie metódy zhodujú.

Pre porovnanie výsledkov materiálov s konkrétnymi hodnotami z SGHP je možnosť prepočtu na spoločnú jednotku clo - tepelná izolácia. Výrobca manekýna udáva v manuály pre používanie prepočet

$$R_{Clo} = R_{ct} * 6,45 \quad (31)$$

pri ktorom sa ráta celkový fyziologický komfort izolácie odevu. Nezohľadňuje sa meranie samotného materiálu.

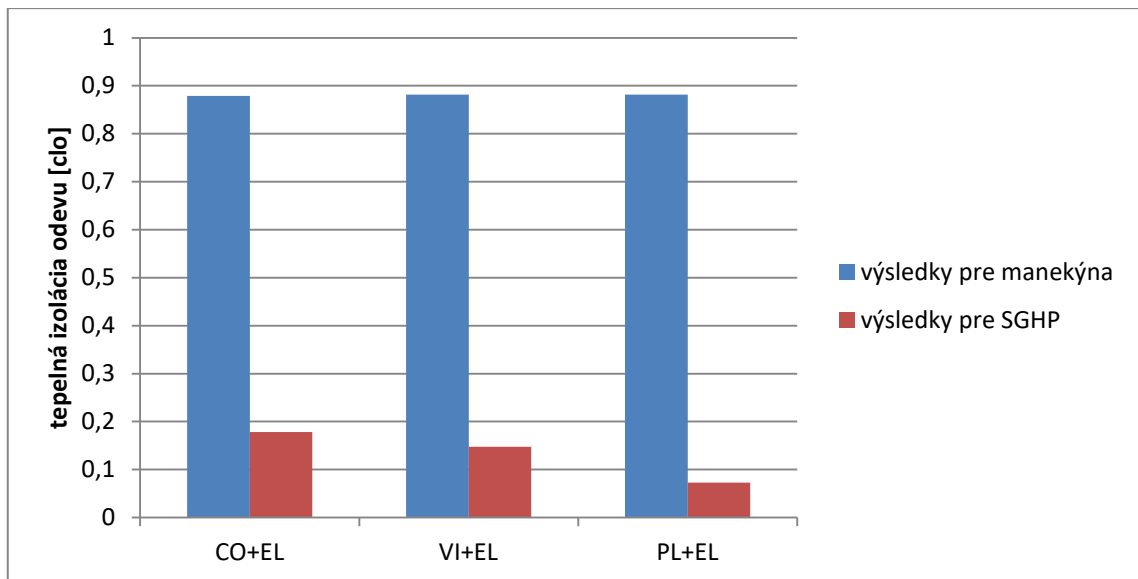
Prepočet výsledkov z SGHP na jednotku clo prezentovaný na Medzinárodnom veľtrhu Outdoor PerformanceDays Functional fabric fair, Mníchov, 2017

$$1 Clo = R_{ct}/0,155 \quad (32)$$

Pri použití oboch vzorcov by výsledky zodpovedali hodnotám v tabuľke 50.

Tabuľka 50: Výsledky prepočtov na jednotku Clo

materiál	zloženie	výsledky pre manekýna	výsledky pre SGHP
		clo	clo
A	CO+EL	0,8788	0,1784
B	VI+EL	0,8815	0,1477
C	PL+EL	0,8815	0,0729

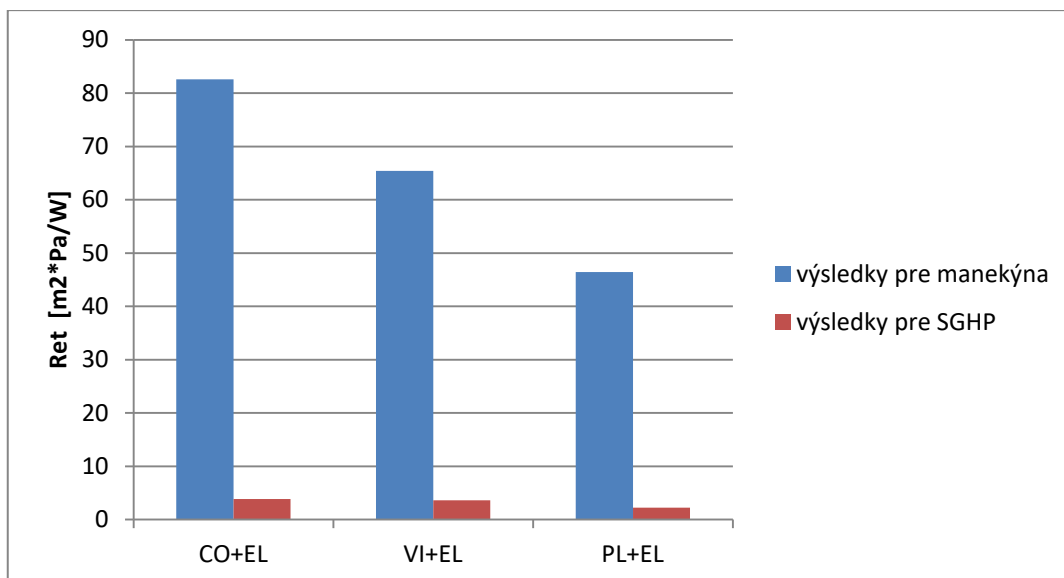


Graf 6: Porovnanie výsledkov prepočtov na spoločnú jednotku Clo

Z tabuľky 50 a grafu 6 jasne vidno veľkú nezhodu výsledkov prepočtu na spoločnú jednotku tepelnej izolácie [clo]. Z grafického posúdenia oboch prevodoch jednotiek merania nevykazujú žiadne známky závislosti. Tento rozdiel mohol byť zapríčinený práve tým, že prístroj SGHP vyhodnocuje tepelný odpor výlučne z materiálu bez ohľadu na celkový fyziologický komfort odevu z ktorého je vyrobený a pri testovaní je materiál v relaxačnom stave o hmotnosti udanej výrobcom. A manekýn vyhodnocuje na základe simulácie reálnych podmienok celého organizmu. Odev na manekýnovi počas testu na určitých oblastiach tela je v napätom stave. Ovplyvňuje to výslednú hmotnosť materiálu na plochu.

10.3. Diskusia výsledkov výparného odporu pre materiály MANEKÝN vz. SGHP

Medzi jednotkami výsledkov výparného odporu nameraného manekýnom a prístrojom SGHP nie je žiadny rozdiel a oba prístroje vyhodnocovali v [m²*Pa/W]. Výsledné hodnoty zobrazuje graf 7 s vykreslením trendovej čiary.



Graf 7: Porovnanie výsledkov Ret MANEKÝN vs. SGHP

Výsledky nameraných hodnôt na manekýnovi sú rádovo vyššie ako výsledky z SGHP, ale grafické posúdenie vykazuje známky závislosti.

Manekýn je vhodnejší na komplexné meranie komfortu odevu s uvažovaním o vhodnosti použitia odevu, nie je vhodný na meranie samotného materiálu o konkrétnych hodnotách a jednotkách. Výsledky sú pre materiál ťažko spracovateľné a schopné porovnávaní ich s inými štandardizovanými metódami merania.

10.4. Diskusia výsledkov výparného odporu pre materiály MANEKÝN vz. Cup Master

Výparný odpor pri meraní na manekýnovi je zaznamenávaný ako parameter R_{et} v jednotkách $m^2 \cdot Pa/W$ a pri meraní na Cup Master sa jedná o prenosovú mieru vodných pár WVTR v jednotkách $g/m^2/24$ hod.

Škály prepočtu jednotiek podľa tabuľky 45: Prepočet R_{et} a WVTR podľa Highpoint.cz sú veľmi rozsiahle. Odchýlky výsledných hodnôt z meraní jednotlivých materiálov odevov boli jemnejšie a všetky pod úrovňou $4000 g/m^2$ za 24 hod. V prepočte by to znamenalo neuspokojivú hodnotu R_{et} nad hodnotu 20, čo sedí s reálne nameranými hodnotami na tepelnom manekýnovi, ktoré sa pohybujú až nad hodnoty $30 m^2 \cdot Pa/W$.

Tabuľka 45 je určená pre materiály, ktoré nemajú funkciu odvodu kvapalnej vlhkosti od tela. Je vhodná viac pre použitie viac vrstvených sústav odevov, pri ktorých sa ráta s veľkou vzduchovou vrstvou ako izolant.

Odevy navrhnuté pre experiment pozostávali z jednej vrstvy materiálu v tesne priliehajúcej siluety odevu s elimináciou vzduchovej vrstvy na najmenšiu možnú veľkosť a práve preto, hodnotenie výparného odporu odevov tohto experimentu podľa tabuľky výrobcov nie je vhodný.

Zo štúdií vyplýva, že neexistuje žiadna iná optimalizácia prepočtu výsledkov na spoločnú jednotku.

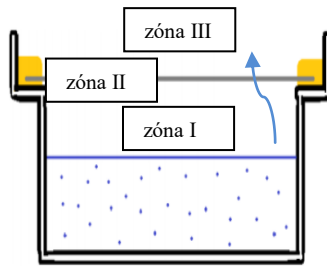
10.5. Diskusia výsledkov výparného odporu pre materiály SGHP vz. Cup Master

V predchádzajúcich kapitol vyplýva rozdielnosť charakteru parametra výparného odporu a prenosovej rýchlosti vodných pár. Rozdiely sú pri parametri R_{et} v jednotkách tlaku [Pa] a pri parametri WVTR v jednotkách [hod] a [24 hod] alebo inak uvádzané aj ako deň [d].

Na priame určenie korelácie medzi parametrami R_{et} [$m^2 \cdot K/W$] získané z prístroja SGHP a parameter WVTR [$g/m^2/hod$] z prístroja Cup Master existuje všeobecný inverzný matematický vzťah (30). [47]

Aby sme vedeli vzorec aplikovať, potrebujeme:

1. previesť výsledky SGHP z jednotiek [$m^2 \cdot Pa/W$] na [$m^2 \cdot K/W$]
2. namerať a vypočítať index priepustnosti vodných pár I [%] na testovaných materiáloch metódou podobného charakteru na získanie hodnôt, napríklad podľa ČSN 80 0855: Zisťovanie relatívnej priepustnosti vodných pár plošnou textíliou
3. vyjadriť difúziu hmoty 3. zónových oblastí kalíšku CupMastru podľa [49] :



Obrázok 25: Schéma kalíšku

$$\text{zóna I} \quad \Phi_{m2} = \frac{D_{air,20}}{L_{air}} * \frac{p_{sat,20} - p_1}{R_{H_2O} T_{20}} \quad (33)$$

$$\text{zóna II} \quad \Phi_{m2} = \frac{D_{f,20}}{L_f} * \frac{p_1 - p_2}{R_{H_2O} T_{20}} \quad (34)$$

$$\text{zóna II} \quad \Phi_{m2} = h_m * \frac{p_2 - p_{v,65}}{R_{H_2O} T_{20}} \quad (35)$$

kde Φ_{m2} - difúzia hmoty oblasti zóny (I,II alebo III)

$D_{air,20}$ - koeficient difúzie vodnej pary vzduchu pri 20°C [m²/s]

L_{air} - hrúbka vzduchovej medzery medzi vodou a vzorkou [m]

$p_{sat,20}$ - parciálny tlak nasýtenej vodnej pary pri teplote 20°C [Pa]

T_{20} - prepočet teploty 20°C na jednotku Kelvin

R_{H_2O} - univerzálna konštanta vodnej pary [J/kg*K]

p_1 - parciálny tlak vodnej pary na spodnej strane testovaného materiálu [Pa]

$D_{f,20}$ - súčiniteľ difúzie vodnej pary cez vzorku pri 20°C [m²/s]

L_f - hrúbka testovaného materiálu [m]

p_2 - parciálny tlak vodnej pary na vrchnej strane testovaného materiálu [Pa]

h_m - konvenčný koeficient prenosu hmoty [m/s] podľa Çengel, 2011 [48]

$p_{v,65}$ - parciálny tlak vodnej pary pri teplote 20°C a 65% relatívnej vlhkosti vzduchu [Pa]

4. definovať a vypočítať Nusseltovo (Nu), Prandtlovo (Pr), Schmidtovo (Sc), Grashofovo (Gr) a Sherwoodovo (Sh) číslo a zaradiť ich v správnom znení a tvare do vzorca vyjadrenia hmotnostnej konvencie hmoty podľa tabuľky analógie medzi konvenčným prenosom tepla a konvenčným prenosom hmoty [48].
5. vyjadriť hmotnostný tok vodnej pary [kg/m²s] pomocou predchádzajúcich rovníc v správnom tvare a smerovať finálny tvar rovnice prepočtu podľa (30).

Tieto namerané a vypočítané hodnoty ďalších parametroch meraní a testovaného materiálu prevedie parameter výparného odporu na parameter odolnosti voči vodným parám. Ďalšie merania a samotný výpočet nie je súčasťou tejto práce vzhľadom k jej rozsahu.

Záver

Cieľom diplomovej práce bol výskum fyziologického komfortu detských odevov na šport s využitím detského tepelného manekýna Timmy a zároveň porovnanie a optimalizácia nameraných hodnôt, s nameranými hodnotami pomocou všeobecne uznávaných metód využívaných v praxi pre meranie vlhko-tepelných vlastností odevu.

Teoretická časť sa zaoberala faktormi ovplyvňujúce komfort dieťaťa pri športe. Tieto podklady slúžili na samotné nastavenie podmienok merania a na diskusiu výsledkov.

V experimente sa riešilo porovnávanie výstupov z prístrojov tepelný manekýn Timmy, SGHP a CupMaster, ktoré sa využívajú pre meranie fyziologického komfortu. Cieľom bolo určiť, ktorý materiál a detský odev je najvhodnejší s ohľadom na teplotu prostredia.

Experiment preukázal, že existuje vzťah medzi meraním tepelnej izolácie odevu na manekýnovi Timmy a na prístroji SGHP a to s možnosťou prevodu na spoločné jednotky clo. Výsledky výparného odporu meraného na manekýnovi a SGHP majú namerané hodnoty v zhode, ale líšia sa rádovo v desiatkách $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ pri platnosti známok zázvyslosti.

Ďalej sa zistilo, že prepočet jednotiek R_{et} [$\text{m}^2\text{Pa}/\text{W}$] z manekýna na WTRT [$\text{g}/\text{m}^2/\text{hod}$] z CupMaster podľa dát z Nemeckého inštitútu Hohenstein nie je vhodný pre nízku škálu hodnôt a nebráni do úvahy, že naše merania sa týkali 1 vrstvy odevu s elimináciou vzduchovej medzery medzi telom a odevom.

Na priame určenie korelácie medzi výparným odporom a miery prenosu vodných pár platí vzťah zo vzorca (30). Pri nameraní dodatočných parametrov a výpočtov matematických vzťahov uvedených v kapitole 10.5., možno určiť konštantu potrebnú na prevedenie výsledkov merania z prístrojov SGHP a CupMaster na spoločnú jednotku.

Výsledky tepelného odporu boli rozdelené na vhodnosť použitia odevu do chladného a teplého prostredia a korešpondujú s výsledkami viackriteriálnej analýzy vlhko-tepelných vlastností odevných vzoriek a aj s výsledkami počítané iba pre materiál tohto rozdelenia.

Do chladného prostredia je najvodnejší celotrikot s dlhým rukávom a nohavicami v materiálovom zložení bavlna s elastanom. Do teplého prostredia je najvhodnejší trikot s krátkym rukávom a nohavicami, vrátane bezrukávového trikotu, oba v materiálovom zložení viskóza alebo polyester s elastanom.

Podarilo sa potvrdiť vzájomné vzťahy medzi rôznymi metódami merania. Na tomto základe možno v budúcnu hľadať koeficient pre presný prepočet jednotiek merania a hľadať presný matematický vzťah medzi hodnotami nameranými pre celý odev a hodnotami nameranými len pre materiál.

Použitá literatúra

[1] KLENER, Pavel. *Vnitřní lékařství*. Praha, Galén, 2006. ISBN Karolinum 80-246-1252-6

[2] DRAHOŠ, M., DRAHOŠ, R.,. *Vplyv tepelno-vlhkostnej mikroklímy prostredia na zdravie zamestnancov*. D2R engineering, s. r. o., [online]. 2015. Poprad. [cit. 2019-08-20]. Dostupné z : https://www.d2r.sk/texty/vplyv_tepelno-vlhkostnej_mikroklimy_prostredia_na_zdravie_zamestnancov.pdf

[3] STANĚK, D. *Hodnocení komfortu ochranných oděvů příslušníků jednotek PO za standardních a extrémních podmínek při zásahu*. Ostrava, [online]. 2008. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta požární ochrany a ochrany obyvatelstva. [cit. 2019-08-20]. Dostupné tiež z : https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/66264/stanek_dp_fbi_2008.pdf?sequence=3

[4] KONCHAKIVSKA, O., *Pot není jen voda*. Pardubice, [online]. 2017. Bakalárska práca. Univerzita Pardubice. Fakulta Chemicko-technologická. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z : https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/69380/KonchakivskaO_Pot_voda_RK_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0w262K_BCau3Jr2jfQIV_ps5ivtB7L54bV0_4L7jnlAATeDYjhQXGy6pc

[5] BEŇO, I. *Náuka o výžive*. Martin: Osveta, 2008. ISBN 80-8063-126 3.

[6] SEARS, M. E., KERR, K. J. , BRAY, R. I. Arsenic, cadmium, lead, and mercury in sweat. *A systematic review. Journal of Environmental and Public Health*. [online]. 2012;2012: 184745. doi: 10.1155/2012/184745. Epub 2012 Feb 22. PMID: 22505948; PMCID: PMC3312275.

[7] BIELIK, V., HAMAR, D., PENESOVA, A., BABJAKOVA, J., ANTALA, B., LABEDOVÁ J., KOVÁCS L., *Odporúčania pre pohybovú aktivitu detí a mládeže na Slovensku (6–18 rokov)*. Česko – slovenská pediatria, [online]. 2017. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z :

https://www.researchgate.net/profile/Viktor_Bielik/publication/321682120_Physical_activity_guidelines_for_Slovak_children_and_youth_6-18_yr/links/5a429e37aca272d294590527/Physical-activity-guidelines-for-Slovak-children-and-youth-6-18-yr.pdf

[8] ISPO Munich 2020, osobná konzultácia s predstaviteľmi značiek. 26-29 január 2020. Dostupné tiež z.: <https://www.ispo.com/en>

[9] SAGESTER. [online]. 2019-2021 [cit. 2021-01-01]. Dostupné z : <https://www.sagester.it/>

[10] GYMNASTICS FANTASTIC. Workout Leotards, [online]. 2020-2021 [cit. 2021-01-01]. Dostupné z : https://sk.rg-leotard.com/training/training_clothes/workout_leotards/zebra

[11] HO LEE, K., SCHIAVON, S., *Building and Environment*. Dynamic predictive clothing insulation models based on outdoor air and indoor operative temperatures. [online]. 2013. [cit. 2019-08_15]. Dostupné z : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132312002260?via%3Dihub>

[12] EN 15251: *Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, Thermal environment, lighting and acoustics*, [online]. 2006 [cit. 2019-07-28]. Dostupné z : http://www.cres.gr/greenbuilding/PDF/prend/set4/WI_31_Pre-FV_version_prEN_15251_Indoor_Environment.pdf.

[13] BLAŽEJ, A., ŠUTÁ, Š.: *Vlastnosti textilných vlákien*. Bratislava: Alfa, 1982. ISBN: 63-017-83. 276.

[14] ČSN EN ISO 7730: 2006. Ergonomie tepelného prostredia - Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu. Praha: Český normalizační inštitút, 2006. [online]. [cit. 2019-08-15]. Dostupné z : <https://shop.normy.biz/detail/76678>

[15] DUCHÁČOVÁ, T., *Tepelné vlastnosti vrchových oděvních materiálů hodnocené pomocí clo*. Bakalárska práca. Liberec, TUL [online], 2015. [cit. 2019-08-15]. Dostupné z : https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/24797/Tepelne_vlastnosti_vrchovych_materialu_pomoci_CLO.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

[16] MURÁROVÁ, A., MURÁROVÁ, Z., *Prestup tepla cez textilnú vrstvu*. Vlákna a Textil 2005, , 12(02), s 73, [online]. Bratislava, STU, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie. [cit. 2019-08-15] Dostupné z : <http://www.chtf.stuba.sk/kvt/casopis/VLTX205.pdf>

[17] webFyzika. [online]. Praha ČVUT. Stavebná fakulta. [cit. 2019-08-15] Dostupné z.: http://webfyzika.fsv.cvut.cz/PDF/prednasky/prenos_tepla.pdf

[18] *Prestup tepla*. [online]. Ústav chemických a hydraulických strojov a zariadení. Bratislava: STU. Procesné strojnictvo II. [cit. 2019-08-15] Dostupné z : http://kchsz.sjf.stuba.sk/download/Procesne_strojnictvo/Kapitoly/PS2_01_Prestup%20tepla.pdf

[19] MURÁROVÁ, A. JAMBRICH, M., 2015. *Profiled and Hollow Polyester Fibres in Composite Systems and Their Thermal Management*. Zdroj: MURÁROVÁ, A., MURÁROVÁ, Z., 2005. *Prestup tepla cez textilnú vrstvu*. In: Vlákna a Textil 2005 [online]. Bratislava, STU, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie. [cit. 2019-08-15]. Dostupné z : <http://www.chtf.stuba.sk/kvt/casopis/VLTX205.pdf>

[20] HES L., 2005. *Thermal Properties of Nonwovens* Congress Index 87, Geneva 1987. Zdroj: MURÁROVÁ, A., MURÁROVÁ, Z., 2005. *Prestup tepla cez textilnú vrstvu*. In: Vlákna a Textil 2005 [online]. Bratislava, STU, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie. [cit. 2019-08-15] Dostupné z : <http://www.chtf.stuba.sk/kvt/casopis/VLTX205.pdf>

[21] HES L., 2003. *Effective Thermal Resistance of Fibrous Layers Used in Sleeping Bags*. 5th International Conference TEXSCI 2003, Liberec 2003. Zdroj: MURÁROVÁ, A., MURÁROVÁ, Z., 2005. *Prestup tepla cez textilnú vrstvu*. In: Vlákna a

Textil 2005 [online]. Bratislava, STU, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie. [cit. 2019-08-15] Dostupné z :
<http://www.chtf.stuba.sk/kvt/casopis/VLTX205.pdf>

[22] HES, L., BALCAŘÍKOVÁ, V., 2002. *Objective Evaluation of Thermal Efficiency of Protective Garments Containing PCM Particles*. Vlákna a textil 9 (4) 149–154. Zdroj: MURÁROVÁ, A., MURÁROVÁ, Z., 2005. *Prestup tepla cez textilnú vrstvu*. In: Vlákna a Textil 2005 [online]. Bratislava, STU, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie. [cit. 2019-08-15] Dostupné z :
<http://www.chtf.stuba.sk/kvt/casopis/VLTX205.pdf>

[23] absolútna nula. In: Encyclopaedia Beliana. 1. vyd. Bratislava : Encyklopedický ústav SAV; Veda, 1999. 696 s. ISBN 80-224-0554-X. Zväzok 1. (A – Belk), s. 31.

[24] MURÁROVÁ, A., JAMBRICH, M., KRIŠTOFIČ, M., 2000. *Selected Properties of Jersey Knitted Fabrics made of Cotton/PP Blend*. Zdroj: In: Vlákna a Textil 2005 [online]. Tekstil 49 (7) 377–381. [cit. 2019-08-15] Dostupné z :
<http://www.chtf.stuba.sk/kvt/casopis/VLTX205.pdf>

[25] Žiarenie telies In e-Fyzika II [online]. [cit. 2019-08-15] Dostupné z :
http://kf-lin.elf.stuba.sk/~ballo/STU_online/Fyzika%20II/13%20kapitola/13.1/kvantF1-2-1.htm

[26] Růžičková, D.: *Oděvní materiály*. Skriptum, Technická univerzita v Liberci, 2003

[27] TOMKOVÁ, Blanka, *Zkoušení textilií [štúdiijné materiály]*. Katedra Materiálového inžinierstva TUL.

[28] C-Therm TCi Operator Manual In ŠUTÁKOVÁ, M., 2011. *Měření tepelněizolačních vlastností odevů [diplomová práca]*. [online]. [cit. 2019-08-27]. Dostupné z :

https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/11279/mgr_21268.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[29] ŠUTÁKOVÁ, M., 2011. Měření tepelněizolačních vlastností odevů [Diplomová práce]. [online]. [cit. 2020-10-29]. Dostupné z : https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/11279/mgr_21268.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[30] LENHARDTOVÁ, J., *Monitorování fyziologických veličin u první vrstvy oděvů pro funkční sendvičové struktury oděvů* [diplomová práce]. [online]. 2013. [cit. 2019-08-27]. Dostupné z : <https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/18690/Diplomov%C3%A1%2Bpr%C3%A1ce%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[31] Hu J, Li Y, Yeung K-W, Wong ASW, Xu W. *Moisture Management Tester: A Method to Characterize Fabric Liquid Moisture Management Properties*. [online]. *Textile Research Journal*. 2005;75(1):57-62. Dostupné z : https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/004051750507500111?casa_token=7qdRZrBKGMUAAAAA:RfuWt6EksaTYsgV5kCa1y-7kILfUcrNcgrPSLijO1IMd4U9-u6sWaBqfZ6R0JLUiCpIQJI0gzNWL

[32] HOMLÉR, I., *Thermal Manikin Testing. Thermal manikins in research and standards*. [online]. 1999 Solna, Sweden: National Institute for Working Life. [cit. 2019-07-22]. ISBN 91-7045-554-6. Dostupné z : https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/4250/1/ah2000_04.pdf#page=5

[33] BEHNKE, W. P., GESHURY, A. J., BARKER, R. L., 1990. *"Thermo-man": Fulls scale tests of the thermal protective performance of heat resistant fabrics*. [online]. Austin, Texas: International Conference on Environmental Ergonomics IV. [cit. 2019-07-22]. Barkey North Carolina State University Raleigh, NC. s.70-71. Dostupné z : <https://www.lboro.ac.uk/microsites/lds/EEC/ICEE/textsearch/1990/Behnke-1990.pdf>

[34] HES. L., 2008. *Non-destructive determination of comfort parameters during making of functional garments and clothing*. [online]. Indian Journal of Fibre & Textile research. [cit. 2019-08-26]. Dostupné z : [http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/2012/1/IJFTR%2033\(3\)%20239-245.pdf](http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/2012/1/IJFTR%2033(3)%20239-245.pdf).

[35] Definition of HVAC. [online]. © 2019 Merriam-Webster, Incorporated. [cit. 2019-07-28]. Dostupné z : <https://www.merriam-webster.com/dictionary/HVAC>

[36] Instruments for textile & biophysical testing . Newton Thermal Manikin. [online]. [cit. 2019-07-22]. Dostupné z : http://www.thermetrics.com/sites/default/files/product_brochures/Newton%20Manikin%20Thermetrics.pdf

[37] Thermal Manikin Proposal #T1633-7-16. Technical University of Liberec.

[38] Instruments for textile & biophysical testing . Child Thermal Manikin. [online]. [cit. 2019-07-22]. Dostupné z : http://www.thermetrics.com/sites/default/files/product_brochures/Child_Manikin_Spec_Sheet_0.pdf

[39] Test standards. [online]. Advanced Thermal Measurement Technology. [cit. 2019-08-15]. Dostupné z.: <http://www.thermetrics.com/solutions/test-standards>

[40] ENGELOVÁ, V., *Dětské odívání pro ekzematiky*. Liberec, [online]. 2011. Bakalárska práca. Technická univerzita v Liberci. Fakulta Textilní [cit. 2019-08-27]. Dostupné z : https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/11307/bc_21346.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[41] KAKITSUBA, N., Investigation into Clothing Area Factors for Tight and Loose Fitting Clothing in Three Different Body Positions. Journal of the Hu-

man-Environmental System. Vol. 7; No. 2: 75–81, 2004. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/250058451_Investigation_into_Clothing_Area_Factors_for_Tight_and_Loose_Fitting_Clothing_in_Three_Different_Body_Position

[42] KUCKO, L., *Viackriteriálna analýza produktov vybraných bánk pôsobiacich v SR*. Diplomová práca [online]. Banská Bystrica, Bankový inštitút vysoká škola Praha [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: https://is.ambis.cz/th/t9kt7/DP_-_Lubomir_Kucko.pdf

[43] LEITNER, B., *VIACKRITERIÁLNE (MULTIKRITERIÁLNE) ROZHODOVANIE (ROZHODOVACIA ANALÝZA)* [online]. Žilina, Univerzita Žilina, Katedra technických vied a informatiky, [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: http://fbiw.uniza.sk/ktvi/leitner/2_predmety/OA/Semester/EX01_PRIKLADY_VH_V.pdf

[44] HIGH POINT. Prodyšnosť, paropropustnosť, [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.highpoint.cz/hp-podpora/slovník-pojmu/prodysnost-paropropustnost.html>

[45] NAZARÉ, S., MADRZYKOWSKI, D., *A Review of Test Methods for Determining Protective Capabilities of Fire Fighter Protective Clothing from Steam*. [online]. NIST Technical Note 1861, 2015. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/TechnicalNotes/NIST.TN.1861.pdf>

[46] HUANG, J., QIAN, X., Comparison of Test Methods for Measuring Water Vapor Permeability of Fabrics. [online]. Textile Research Journal, 2008. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0040517508090494>

[47] CODAU, T.C. a spol. Mathematical correlation of test methods for measuring water-vapor transmission through fabrics. Journal of Porous Media [online]. 2015. 18(3):245-255. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/274975699>

[48] ÇENGEL, Y. A., *Heat and Mass Transfer: A Practical Approach*, 4th Ed., McGraw-Hill, Boston, 2011.

[49] Vyhláška č. 525/2007 Zb. Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky zo 16. augusta 2007 o podrobnostiach o požiadavkách na telovýchovno-športové zariadenia. Zákon č.525/2007 Z. z. [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: https://www.uvzsr.sk/docs/leg/525_2007_vyhlaska_tv_s_zariadenia.pdf

Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Tréningový úbor gymnastky a mladej krasokorčuliarky, značka Sagester [9].....	20
Obrázok 2: Tréningové oblečenie s krátkym rukávom Gymnastic Fantastic [10]...	21
Obrázok 3: Prestup tepla prúdením cez 3 rôzne materiály [18]	25
Obrázok 4: Kapilárny odvod potu [26]	29
Obrázok 5: Odvod vlhkosti difúziou [26]	30
Obrázok 6: Desorpčia [26]	32
Obrázok 7: Dospelá verzia Newton[36]	42
Obrázok 8: Zónové rozdelenie dospelých manekýnov [36]	42
Obrázok 9: Detská verzia Newton – manekýn Timmy [38]	43
Obrázok 10: Veľkostné porovnanie dospelého NEWTON-a s detskými verziami [38].....	43
Obrázok 11: Tepelný manekýn samostatne v stoji naľavo a v oblečení na pravo [39]	44
Obrázok 12: model č.1	53
Obrázok 13: model č.2	53
Obrázok 14: model č.3	53
Obrázok 15: merané oblasti tela manekýna	54
Obrázok 16: Vzorka A1:	62
Obrázok 17: vzorka A2:.....	62
Obrázok 18: vzorka A3:.....	62
Obrázok 19: Vzorka B1:	62
Obrázok 20: Vzorka B2:	62
Obrázok 21: Vzorka B3:	62
Obrázok 22: Vzorka C1:	62
Obrázok 23: Vzorka C2:	62
Obrázok 24: Vzorka C3:	62
Obrázok 25: Schéma kalíšku	102

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Bilancia tekutín v ľudskom organizme, Beňo, 2008 [5]	17
Tabuľka 2: Zoznam dostupných manekýnov v r. 1994 [32].....	38
Tabuľka 3: Materiálové zloženie testovaných odevov	51
Tabuľka 4: Makroskopické fotografie testovacích materiálov	51
Tabuľka 5: Zoznam a popis pokrytia tela jednotlivými vzorkami odevu.....	53
Tabuľka 6: Záznamový list rozmerov tepelného manekýna „Timmy“	54
Tabuľka 7: Špecifikácia vzorky 1	56
Tabuľka 8: Špecifikácia vzorky 2	57
Tabuľka 9: Špecifikácia vzorky 3	58
Tabuľka 10: Klimatické podmienky merania na Timmy-m.....	59
Tabuľka 11: Základné štatistické charakteristiky dát klimatických podmienok	60
Tabuľka 12: Namerané hodnoty R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] suchou metódou pre dres so zakrytím 100/0/0	64
Tabuľka 13: Namerané hodnoty q [W/m^2] suchou metódou pre dres so zakrytím 100/0/0	64
Tabuľka 14: Namerané hodnoty R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] suchou metódou pre dres so zakrytím 100/50/50.....	65
Tabuľka 15: Namerané hodnoty q [W/m^2] suchou metódou pre dres so zakrytím 100/50/50.....	65
Tabuľka 16: Namerané hodnoty R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] suchou metódou pre dres so zakrytím 100/100/100	66
Tabuľka 17: Namerané hodnoty q [W/m^2] suchou metódou pre dres so zakrytím 100/100/100.....	66
Tabuľka 18: Namerané hodnoty R_{et} [$m^2 \cdot Pa/W$] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/0/0.....	67
Tabuľka 19: Namerané hodnoty R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/0/0.....	68
Tabuľka 20: Namerané hodnoty q [W/m^2] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/0/0	68
Tabuľka 21: Namerané hodnoty R_{et} [$m^2 \cdot Pa/W$] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/50/50.....	69
Tabuľka 22: Namerané hodnoty R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/50/50.....	69
Tabuľka 23: Namerané hodnoty q [W/m^2] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/50/50	70
Tabuľka 24: Namerané hodnoty R_{et} [$m^2 \cdot Pa/W$] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/100/100	70
Tabuľka 25: Namerané hodnoty R_{ct} [$m^2 \cdot C/W$] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/100/100	71
Tabuľka 26: Namerané hodnoty q [W/m^2] mokrou metódou pre dres so zakrytím 100/100/100.....	71
Tabuľka 27: Priemerné hodnoty pre zakryté zóny a celé telo	73
Tabuľka 28: Výsledné hodnoty vlhko-teplných vlastností materiálu odevu.....	74
Tabuľka 29: Vstupné dáta pre analýzu	75
Tabuľka 30: Kritéria analýzy	78

Tabuľka 31: Párové porovnanie kritérií	81
Tabuľka 32: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 1	82
Tabuľka 33: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 2 pre chladnejšie prostredia.....	83
Tabuľka 34: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 3 pre chladnejšie prostredia.....	83
Tabuľka 35: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 2 pre teplejšie prostredie	84
Tabuľka 36: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 3 pre teplejšie prostredie	84
Tabuľka 37: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 4	85
Tabuľka 38: Párové porovnanie variantov podľa kritéria 5	85
Tabuľka 39: Rozhodovacia tabuľka pre použitie odevu v chladnom prostredí	86
Tabuľka 40: Rozhodovacia tabuľka pre použitie odevu v teplom prostredí.....	86
Tabuľka 41: Namerané a vypočítané hodnoty na prístroji SGHP.....	88
Tabuľka 42: Namerané hodnoty na FX 3180 CupMaster	90
Tabuľka 43: Základné štatistické charakteristiky priemerov nameraných dát na CupMaster	91
Tabuľka 44: Namerané hodnoty fyziologických vlastností	92
Tabuľka 45: Prepočet Ret a WVTR podľa Highpoint.cz [44].....	93
Tabuľka 46: Korelačné indexy medzi testovacími metódami [46].....	94
Tabuľka 47: Zoznam noriem a ich testovacích metodík pre jednotlivé zariadenia [47].....	95
Tabuľka 48: Klimatické podmienky merania experimentu práce	96
Tabuľka 49: Grafické zobrazenie výsledkov tepelného odporu pre určité prostredie	97
Tabuľka 50: Výsledky prepočtov na jednotku Clo	98

Zoznam grafov

Graf 1: Výsledky výparného odporu	74
Graf 2: Výsledky tepelného odporu.....	74
Graf 3: Porovnanie výsledkov na výparný odpor	76
Graf 4: Porovnanie výsledkov na tepelný odpor.....	76
Graf 5: Porovnanie výsledkov na tepelný tok	76
Graf 6: Porovnanie výsledkov prepočtov na spoločnú jednotku Clo	99
Graf 7: Porovnanie výsledkov Ret MANEKÝN vs. SGHP	100

Príloha 1: Materiálová karta

Materiál „A“

Zloženie: **95% bavlna, 5% elastan**

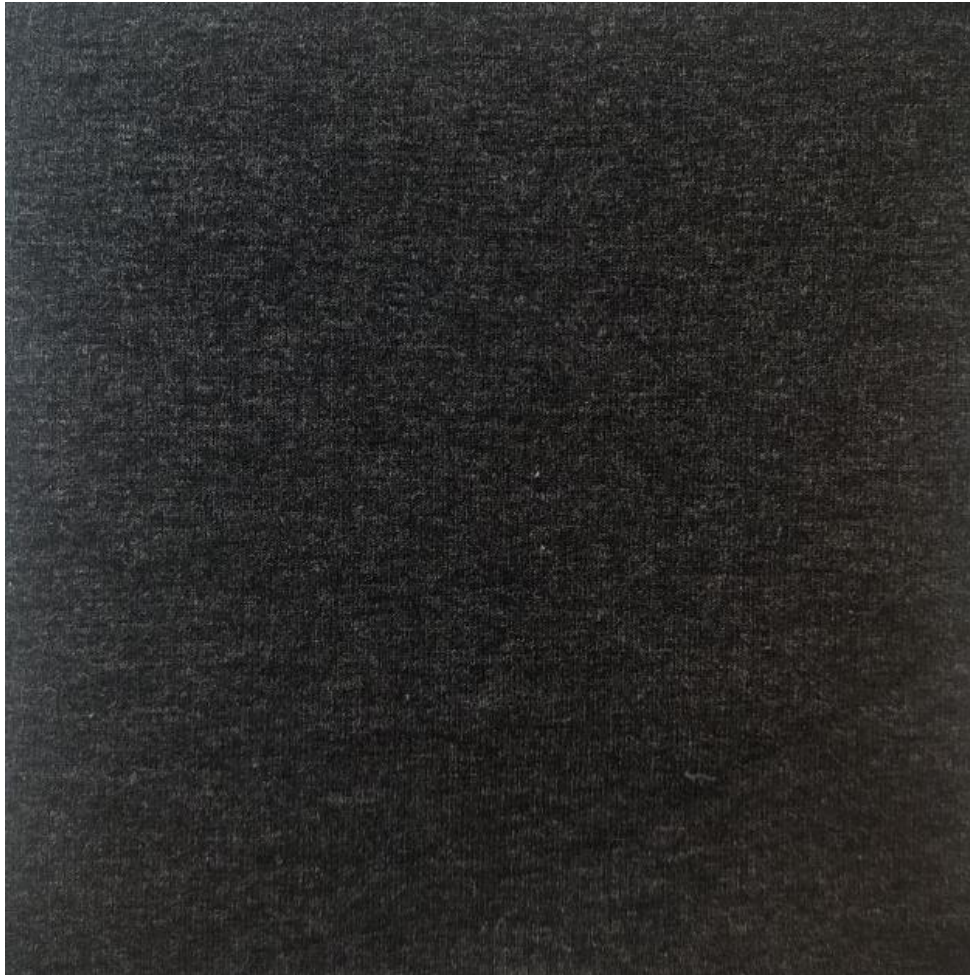
Plošná hmotnosť.: 210 g/m²

Šírka metráže: 150 cm

Druh, väzba: pletenina, jednolícna

Farba: šedý melír, tmavý

Počet riadkov/stĺpcov: 25 riadkov/1cm, 17 stĺpcov/1cm



Materiál „B“

Zloženie: **95% viskóza, 5 % elastan,**

Plošná hmotnosť.: 210 g/m²

Šírka metráže: 160 cm

Druh, väzba: pletenina, jednolícna

Farba: šedý melír, svetlý

Počet riadkov/stĺpcov: 28 riadkov/1cm, 23 stĺpcov/1cm



Materiál „C“

Zloženie: **92% polyester, 8% elastan**

Plošná hmotnosť.: 205 g/m²

Šírka metráže: 150 cm

Druh, väzba: pletenina, jednolícna

Farba: šedá, svetlá

Počet riadkov/stĺpcov: 22 riadkov/1cm, 23 stĺpcov/1cm

