



Hodnocení tepelně izolačních vlastností cyklistických dresů

Diplomová práce

Studijní program: N3106 – Textilní inženýrství
Studijní obor: 3106T017 – Oděvní a textilní technologie
Autor práce: **Bc. Jana Molčányová**
Vedoucí práce: Ing. Eva Hercíková





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Evaluation of thermal insulation properties of cycling clothing

Master thesis

Study programme: N3106 – Textile Engineering
Study branch: 3106T017 – Clothing and Textile Engineering
Author: **Bc. Jana Molčányová**
Supervisor: Ing. Eva Hercíková





Zadání diplomové práce

Hodnocení tepelně izolačních vlastností cyklistických dresů

Jméno a příjmení: **Bc. Jana Molčányová**
Osobní číslo: T17000020
Studijní program: N3106 Textilní inženýrství
Studijní obor: Oděvní a textilní technologie
Zadávací katedra: Katedra oděvnictví
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

1. Definujte požadavky na nejdůležitější užité vlastnosti cyklistických dresů, uveďte nejpoužívanější materiály a jejich specifické vlastnosti.
2. Vypracujte rešerši na téma termoizolační vlastnosti oděvů za standardních podmínek a podmínek proudícího vzduchu.
3. Navrhněte experiment pro hodnocení tepelně izolačních vlastností cyklistických dresů za klidových podmínek a podmínek proudícího vzduchu.
4. Proveďte experiment dle návrhu, formulujte zjištěné souvislosti a vhodné závěry.

Prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
vedoucí katedry



Ing. Jana Molčányová, Ph.D.
děkanka

V Liberci 14. prosince 2018

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace
Rozsah pracovní zprávy: cca 60 stran
Forma zpracování práce: tištěná



Seznam odborné literatury:

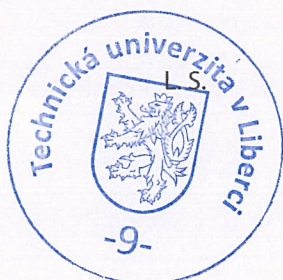
- SONG, Guowen, ed. Improving comfort in clothing. Oxford: Woodhead Publishing, 2011. ISBN 978-1-84569-539-2.
- HES, Luboš; SLUKA, Petr. Úvod do komfortu textilií. Skripta. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0.
- PARSONS, K. C.: Human Thermal Environments. Taylor&Francis, London, 2003, ISBN 0-203-34618-1.
- SHISHOO, Roshan, ed. Textiles for sportswear. Cambridge: Woodhead publishing, [2015]. Woodhead publishing series in textiles, number 162. ISBN 978-1-78242-229-7.

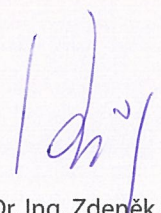
Vedoucí práce: Ing. Eva Hercíková
Katedra oděvnictví

Datum zadání práce: 14. prosince 2018

Předpokládaný termín odevzdání: 18. dubna 2019


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
vedoucí katedry

V Liberci 14. prosince 2018

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, 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 (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

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

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

17. 4. 2019


Bc. Jana Mořčányová

Pod'akovanie

Rada by som týmto pod'akovala svojej vedúcej práce Ing. Eve Hercíkovej, za jej odborné vedenie a cenné pripomienky pri vypracovaní tejto diplomovej práce a pomoc pri testovaní vzoriek na aerodynamickom tuneli. Ing. Michalu Chotěborovi za ochotu a pomoc s testovaním na prístroji SGHP a TCi. Tiež by som sa chcela pod'akovať Ing. Oksane Vojtenko, Ph.D. za odbornú pomoc pri testovaní na tepelnom manekýnovi. Firme Isadore za poskytnutý materiál, z ktorého boli testované vzorky. V poslednom rade, by som sa chcela pod'akovať mojej rodine a priateľom za podporu a trpezlivosť.

ANOTÁCIA

Diplomová práca je zameraná na hodnotenie tepelnoizolačných vlastností cyklistického oblečenia. V práci sa nachádza základný súhrn informácií o danej problematike, približuje históriu cyklistického oblečenia, jeho rozdelenie, inovácie v dnešnej dobe a používané nové materiály. V práci sú definované základné požiadavky a úžitkové vlastnosti na cyklistické oblečenie. Táto práca sa venuje tepelnoizolačným vlastnostiam a vplyvu prúdenia vzduchu na odev. V ďalšej časti je navrhnutý experiment na testovanie tepelnoizolačných vlastností za kludných podmienok a za podmienok prúdiaceho vzduchu. Testovacie vzorky, sú vzorky určené na cyklistické oblečenie. Cieľom práce je zhodnotenie testovania tepelnoizolačných vlastností a porovnanie prístrojov medzi sebou.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

tepelnoizolačné vlastnosti, cyklistické oblečenie, aerodynamický tunel, tepelný manekýn, úžitkové vlastnosti

ANNOTATION

The Diploma thesis is focused on evaluation of thermal insulation properties of cycling clothing. In the work there is a basic summary of the information about the given issue, the history of cycling clothing, its classification, innovations and new materials used today. The thesis defines basic requirements and utility properties for cycling clothes. This work deals with thermal insulation properties and influence of air flow on clothing. In the next part, an experiment for testing thermal insulation properties under calm conditions and under conditions of flowing air is proposed. Tested samples were chosen from samples used in cycling clothing. The aim of the work is to evaluate the testing of thermal insulation properties and to compare the instruments among themselves.

KEY WORDS

thermal insulation properties, cycling clothing, wind tunnel, thermal manikins, utility properties

OBSAH

ÚVOD	11
TEORETICKÁ ČASŤ	12
1.1 Športové oblečenie.....	12
1.1.1 Definovanie športového oblečenia	12
1.1.2 História cyklistického oblečenia.....	12
1.1.3 Súčasnosť cyklistických dresov.....	14
1.2 Ukážka materiálov používaných na výrobu cyklistického oblečenia.....	16
1.3 Úžitkové vlastnosti	19
1.3.1 Obecné rozdelenie úžitkových vlastností	19
1.3.2 Hodnotenie úžitkových vlastností	20
1.3.3 Úžitkové vlastnosti cyklistického oblečenia.....	21
1.4 Odevný komfort.....	22
1.5 Termoregulácia tela	22
1.6 Tepelnoizolačné vlastnosti.....	25
1.6.1 Odev a tepelnoizolačné vlastnosti	25
1.6.2 Tepelná vodivosť	28
1.6.3 Tepelný odpor.....	29
1.6.4 Tepelná kapacita, merné teplo	29
1.6.5 Ustálený tok tepla	30
1.6.6 Odolnosť proti pôsobeniu vetra	30
1.7 Aerodynamika.....	31
1.7.1 Prúdenie vzduchu	31
1.7.2 Statický a dynamický tlak.....	31
1.7.3 Povaha toku	32
1.7.4 Lineárne a turbulentné prúdenie	32
1.7.5 Obtekanie telies reálnou tekutinou	33
1.8 Vybrané materiály používané na cyklistické oblečenie.....	34
1.8.1 Vlna	34
1.8.2 Merino vlna	34
1.8.3 Polyester	35
1.8.4 Miešanie materiálov	36
1.8.5 Sportwool	36
1.8.6 Elastan	37

1.9	Zisťovanie základných vlastností pletenín.....	38
1.9.1	Meranie hrúbky	38
1.9.2	Plošná a objemová hmotnosť pleteniny.....	38
1.9.3	Meranie pórovitosti a zaplnenie (teoreticky).....	38
1.9.4	Meranie priedušnosti	38
1.10	Testovanie materiálov na tepelnoizolačné vlastnosti.....	39
1.10.1	Alambeta.....	39
1.10.2	Togmeter.....	40
1.10.3	Sweating Guarded Hotplate.....	40
1.10.4	TCI.....	40
1.10.5	Aerodynamický tunel	41
1.10.6	Tepelný manekýn	42
1.10.7	Popis detského tepelného manekýna typ #504-XX.....	43
	EXPERIMENTÁLNA ČASŤ	45
2.1	Testovacie vzorky pleteniny	45
2.2	Obrazová analýza.....	46
2.3	Meranie hrúbky, plošná a objemová hmotnosť	47
2.4	Priedušnosť	48
2.5	TCI.....	49
2.6	Prístroj SGHP	49
2.7	Aerodynamický tunel.....	50
2.8	Tepelný manekýn.....	58
2.9	Diskusia výsledkov	65
	ZÁVER	69
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	70
	ZOZNAM OBRÁZKOV	73
	ZOZNAM TABULIEK	74
	PRÍLOHY	75

ZOZNAM SKRATIEK A SYMBOLOV

A	plocha textílie [m^2]
obr.	obrázok
C_p	tepelná kapacita [$Jkg^{-1}.K^{-1}$]
$^{\circ}C$	stupeň Celzia
č.	číslo
h	hrúbka [m]
H_{st}	hustota stĺpikov [x nití /10cm]
H_r	hustota riadkov [x nití /10cm]
I_T	tepelný odpor oblečenia
K	kalvín
m	hmotnosť [Kg, g]
min	minúta
napr.	napríklad
P	výkon [w/m^2]
p	statického tlaku [Pa]
p_{sk}	tlak vodných pár na pokožke
p_a	vlhkosť vzduchu
R	priedušnosti [$mm. s^{-1}$]
RCT/R	tepelný odpor [$m^2.K. W^{-1}$]
S	plochu [m^2, cm^2]
SGHP	Sweating Guarded Hotplate
t_{sk}	teplota kože
t_a	teplota vzduchu
TCI	analyzátor tepelnej vodivosti
T	teplota [$^{\circ}C$]
U	index kvality
u_i	úžitková vlastnosť
v	rýchlosť vetra [$m.s^{-1}, km.h^{-1}$]
Q	množstvo tepla [J],
q	dynamického tlaku [Pa].
q_v	rýchlosti prietoku vzduchu [$dm^3/1 min$]
q	hustota tepelného toku [$W.m^{-2}$]
W	wind chill teplotní index [$^{\circ}C$]
β_i	váhu vlastnosti
σ	hustota vzduchu [$kg.m^{-3}$]
ρ_s	plošná hmotnosť [$kg.m^{-2}$]
ρ_v	objemová hmotnosť [$kg.m^{-3}$]
λ	tepelnú vodivosť [$Wm^{-1}K^{-1}$]
τ	prejdeného za dobu [s]
ΔT	rozdiel teplôt [K]
%	percentá
TM ®	symbol ochranej známky

ÚVOD

Žijeme v dobe nových inovácií a technologického rozmachu, ale aj v dobe, kedy si ľudia začínajú viac uvedomovať dôležitosť zdravého životného štýlu. Medzi obľúbené voľnočasové aktivity patrí napríklad plávanie, beh ale aj cyklistika. Veľa hobby športovcov si zakladá na modernom a kvalitnom oblečení. Neoddeliteľnou súčasťou cyklistiky je oblečenie. Jednou z podmienok cyklistického oblečenia je komfort. Dres by mal spĺňať požiadavky na kvalitu a komfort. Cyklistické oblečenie je veľmi náročné na mechanické, tak aj na fyziologické vlastnosti. Cyklista vykonáva námahu, pri ktorej sa vytvára väčšie množstvo potu. Vhodný materiál zabezpečuje prestup vodných pár od ľudskej pokožky, a tým zvyšuje komfort jazdca. Nesmieme sa zabudnúť, že pri jazde na bicykli pôsobí vonkajšie prostredie. Prúdenie vzduchu má veľký vplyv na komfort jazdca a tiež na tepelnoizolačné vlastnosti materiálu.

Táto práca pozostáva z dvoch častí. Prvá časť je teoretická, ktorá vysvetľuje základné pojmy. Približuje históriu cyklistického oblečenia, jeho rozdelenie, inovácie v dnešnej dobe a používané nové materiály. Objasňuje základné úžitkové vlastnosti cyklistického oblečenia a jeho špecifické požiadavky. Dôraz kladie na komfort. Vysvetľuje základné tepelnoizolačné vlastnosti oblečenia a tiež vplyv prúdenia vzduchu na tepelnoizolačné vlastnosti. Popisuje metódy testovania tepelnoizolačných vlastností materiálov.

Druhá časť pozostáva z experimentálnej časti, kde boli zisťované základné a tepelnoizolačné vlastnosti vybraných vzoriek. Testovací materiál je určený na cyklistické oblečenie. Účel testovania, bolo porovnať jednotlivé metódy testovania tepelnoizolačných vlastností za kľudných podmienok a za podmienok prúdenia vzduchu. Vyhodnotenie jednotlivých metód a porovnanie výsledkov medzi prístrojmi.

Cieľom diplomovej práce je previesť hodnotenie tepelnoizolačných vlastností. Testované vzorky sú vybrané materiály, ktoré sa využívajú na výrobu cyklistického oblečenia. Tieto materiály sú určené na jar a jesenné počasie, kde spĺňajú úlohu prvej vrstvy oblečenia. Úlohou bolo porovnanie rôznych metód testovania a vytvoriť podmienky na testovanie pri prúdení vzduchu, ktorým môžeme simulovať jazdu na bicykli.

TEORETICKÁ ČASŤ

1.1 Športové oblečenie

1.1.1 Definovanie športového oblečenia

Odev slúži na ochranu ľudského tela pred nepriaznivým počasím. Používa sa základné delenie oblečenia a to na denné, športové a domáce oblečenie. Základný rozdiel je v tom, na čo sa používa a aké očakávania na tepelnoizolačné vlastnosti od neho máme.

Športové oblečenie – je určené na šport, kde pri zvýšenej aktivite dochádza k väčšiemu poteniu.

Každodenné oblečenie – je určené pre každodenné nosenie „bežné situácie“, ktoré produkujú malé množstvo potu. Do tejto kategórie patrí aj biznis oblečenie alebo móдне oblečenie.

Domáce oblečenie – je určené pre voľnočasové aktivity v domácom prostredí a je pohodlné.

Športové oblečenie má značný vplyv na každodenné a domáce oblečenie. Veľa ľudí nosí každodenné oblečenie, ktoré je inšpirované športovým oblečením napr. boxerské krátke nohavice, polokošeľa. Medzi športové oblečenie sa zaraďuje aj outdoorové oblečenie ako sú flisové bundy, soft-shell a ďalšie. [1]

Rozdelenie odevov na požiadavky z hľadiska fyziologickej funkčnosti [2]:

Spodný odev – požiadavky na kontaktné, fyziologické a hygienické vlastnosti,

Vrchný odev – požiadavky na transportné vlastnosti, vetrateľnosť, pufrovací účinok,

Zvrchný odev – požiadavky na tepelnoizolačné vlastnosti a ochranu proti vetru, dažďu a iným vplyvom.

1.1.2 História cyklistického oblečenia

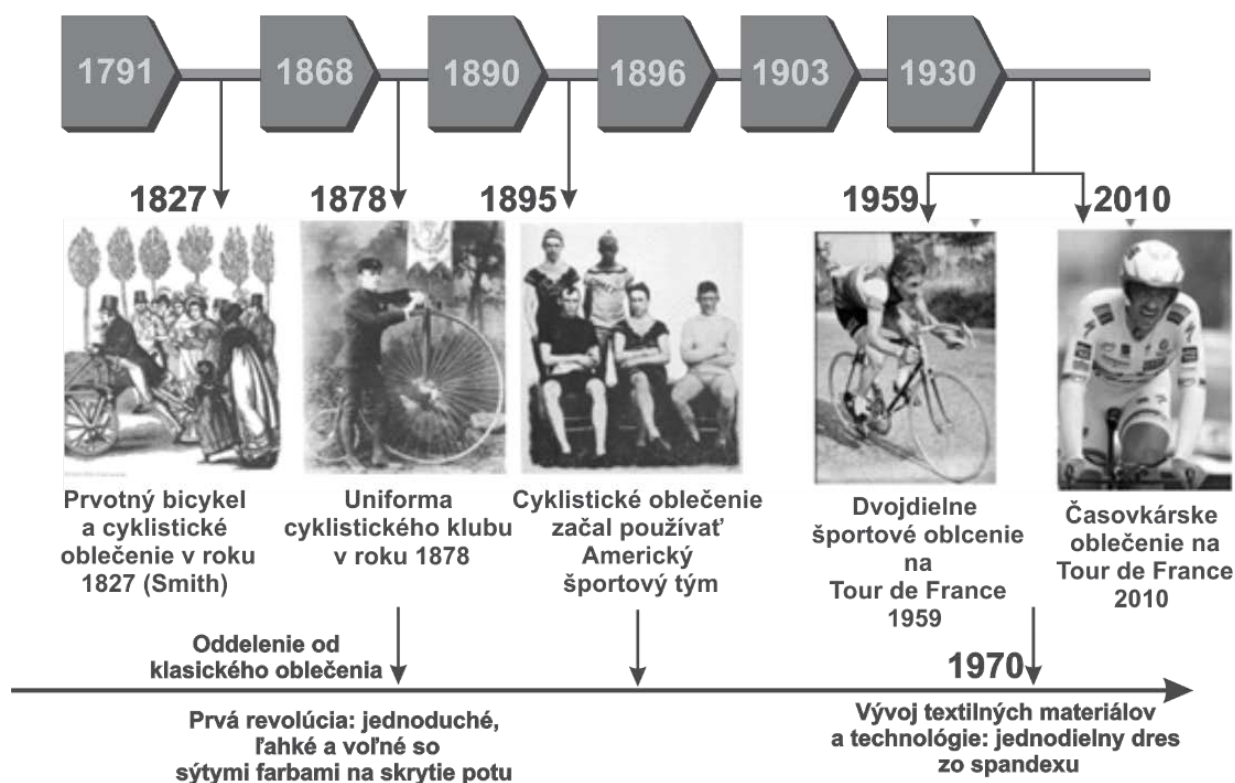
Pre jazdu na bicykli sa na začiatku používalo rovnaké oblečenie ako na jazdenie na koni. Muži jazdili vo frakoch a ženy v sukniach. Cyklistické oblečenie sa ale postupne začalo meniť, hlavne sa to prejavilo u cyklistov, ktorí sa zúčastňovali pretekov. Frak bol veľmi nepohodlný na pohyb. Od roku 1896 pretekári nosili bavlnené svetre. Ženy si obliekali nohavice, ktoré boli široké a podobali sa sukni. Postupom času, ako sa vyvíjal bicykel, vyvíjalo sa aj cyklistické oblečenie. Začali vznikať tímy, ktoré si vytvorili pravidlá, ako má vyzerat' ich klubové cyklistické oblečenie. Pozostávalo z bundy, košele, krátkych nohavíc, ponožiek a pokrývky hlavy. Klobúk mal chrániť pred nepriazňou počasia, ale bol veľmi nepraktický, preto klobúk nahradila cyklistická čiapka. Nosí sa doteraz, aj ako módný doplnok. [3] Prvé dresy boli vyrobené výlučne z vlny (obr. 1), ktorá mala lepšie vlastnosti ako bavlna.

Vlna rýchlejšie schla a bola príjemnejšia na pokožku, ale keď sa cyklista spotil, dres zostal vlhký. [4]



Obrázok 1 Cyklista v drese s čiapkou [5]

Chareles Pratt vydal smernicu, ktorá udávala správne obliekanie pre športovcov na bicykli. Základ bol, aby oblečenie bolo ľahké a voľné pre pohyb. Lepším materiálom ako vlna bol hodváb. Bol výborný na letné aj zimné obdobia. Veľký pokrok nastal v roku 1940, keď boli objavené syntetické materiály ako polyester, nylon a spandex. Pleteniny vyrobené z týchto materiálov, boli vylepšené dizajnérmí a výrobcami, ktorí sa zaoberali športovým oblečením. V roku 1970 sa začal kombinovať polyester s lycrou. Tento pokrok bol dôležitý, lebo materiál získal všetky kladné vlastnosti, ktoré sa požadovali. Bol jemný ako hodváb a pekne obopínal telo, čím sa zlepšila aerodynamika jazdca a tiež sa dal potláčať pestrými farbami. Použitím vlákna spandex sa získala vetruodolná tkanina. V roku 1973 sa prvýkrát vytvoril dres vo forme overalu. Tvorcovia boli inšpirovaní dámskymi plavkami. Stále napreduje vývoj nových materiálov (obr. 2). Dôraz sa kladie na funkčnosť materiálov a to ochrana proti vetru a dažďu, priedušnosť materiálov, pocit tepla a komfortu a tiež bezpečnosti a to použitím reflexných prvkov do oblečenia. [4]



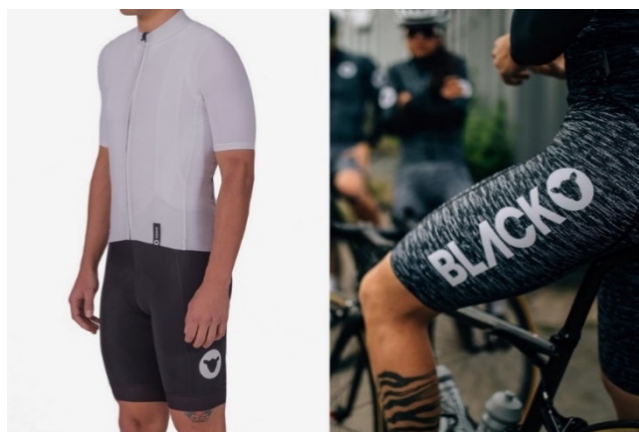
Obrázok 2 Vývoj cyklistického oblečenia [6]

1.1.3 Súčasná cyklistických dresov

Cyklistika je veľmi obľúbený šport pre všetky vekové kategórie. Vzniklo veľa firiem, ktoré neustále vyvíjajú nové materiály a strihy ako napríklad Castelli, Rapha, Assos, Alé, Issadore a iné. Strih cyklistického oblečenia sa už veľmi nemení, dôležitým aspektom je materiál a jeho kvalitné prevedenie.

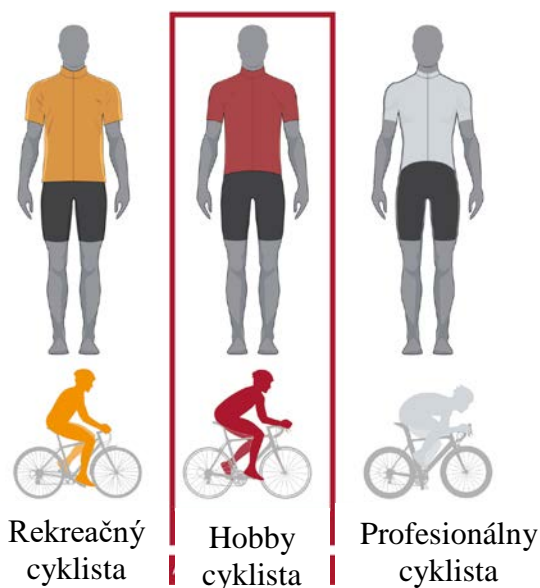
Cyklistické oblečenie sa rozdeľuje na dve základné skupiny, ktoré sú ovplyvnené štýlom jazdy na bicykli. Do prvej skupiny sa zaraďuje cestná cyklistika, gravel ale aj MTB XC.

Sem patrí oblečenie, ktoré sa vyznačuje svojím priliehavým strihom. Pre túto skupinu dresov je charakteristická vysoká elasticita materiálu a jemnosť materiálu, čo je ale náchylnejšie k poškodeniu. Pre vrchnú časť dresu je typický zips, ktorý umožňuje jeho ľahšie obliekanie. Dolný koniec dresu zvykne byť ukončený gumou so silikónovým prúžkom, aby dres pevne priliehal k zadnej časti chrbta. Na zadnej strane dresu sú vrecká, ako úložný priestor. Nohavice obopínajú telo, ktoré majú aj kompresnú, opornú funkciu vid'. obrázok 3. Dôležitým faktorom je cyklistická vložka, ktorá nahrádza spodnú bielizeň. V rámci tejto skupiny, cyklistické oblečenie, zohľadňuje aj stupeň výkonnosti cyklistu a to rekreačný, hobby cyklista a profesionálny cyklista.



Obrázok 3 Cyklistické oblečenie [7]

Pre rekreačného cyklistu je dôležité najmä pohodlné oblečenie, pre cyklistu, ktorý kladie dôraz na výkonnosť, zohrávajú významnú úlohu aj iné vlastnosti napr. aj aerodynamika (obr. 4).



Obrázok 4 Typy cyklistického oblečenia [8]

Do druhej skupiny sa zaraďuje štýl cyklistiky ako enduro, downhill a podobné. ktoré sú charakteristické tvrdými jazdami na zjazdových tratiach a bike parkoch. Typickým znakom oblečenia, pre tento štýl jazdy na bicykli, je voľný strih, s dostatočným priestorom na chrániče, aby oblečenie plnilo aj ochrannú funkciu. Typickým znakom sú dlhé alebo trojštvrťové rukávy, ktoré chránia pred chladom, ale aj odreninami z pádu. Cyklistické nohavice sú voľného strihu s odnímateľným spodným prádlom, ktorého súčasťou je vložka. Takéto nohavice sú určené pre celodenné výlety, kedy sa počíta aj s pohybom bez bicykla. Materiál vonkajších nohavíc

býva pomerne odolný voči oderu a do určitej miery je elastický. Najviac elastické prvky sú implementované v oblasti triesel a zozadu nad sedacou časťou. Vďaka týmto elastickým elementom sa nohavice výborne prispôbujú pohybu nôh počas šliapania do pedálov alebo chôdzi, ako je vidieť na obrázku 5. [9]



Obrázok 5 Ukážka voľného typu oblečenia [10]

1.2 Ukážka materiálov používaných na výrobu cyklistického oblečenia

Jednotlivé materiály sa líšia sa použitými priadzami, štruktúrou a väzbami, hustotou pleteniny. V dnešnej dobe je veľký trend používať rôzne zmesi vlákien a priadzí. Kombinácie syntetických vlákien s prírodnými, ale aj syntetické vlákna s rôznymi vlastnosťami a modifikáciami. V rámci udržateľnosti módy sa značky začínajú viac zaoberať recyklovaním a vytvárajú sa recyklované materiály, ktoré sú bezpečnou alternatívou k bežným polyesterom. Látka je vyrobená s najvyšším stupňom starostlivosti o zdravie a bezpečnosť, je testovaná a certifikovaná Global Recycle Standard, Oeko-tex. Recyklovaný polyester je jednoducho polyester, vyrobený z recyklovaných zdrojov: PET fľaša, priemyselný polyesterový odpad a dokonca aj staré odevy. Mechanická recyklácia používa číre PET fľaše, ktoré sa čistia, štiepia a potom sa roztavia a vytlačujú na vlákno. Recyklovaný polyester, znižuje používanie ropy, využíva odpad a znižuje celkovú uhlíkovú stopu. Využívanie recyklovaného polyesteru je zatiaľ len v začiatku a vyrába sa približne len 10 % takýchto polyesterových materiálov. Vývoj pletenín je na vysokej úrovni a výrobcovia sa snažia spojiť dva základne faktory a to komfort a estetickosť. [11]

Najdôležitejšie vlastnosti pletenín určených na cyklistické oblečenie.

Termoregulácia. Regulácia teploty ľudského tela proti prehrievaniu alebo chladu. Termoregulačný účinok textílií môže ovplyvniť túto reguláciu prostredníctvom vlastností textílií uvedených nižšie.

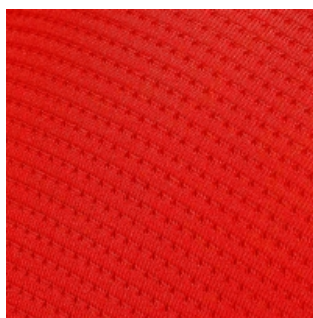
Riadenie vlhkosti / odvod vlhkosti. Termín používaný na opis transportu vlhkosti z kože, cez tkaninu do prostredia.

Priedušnosť. Priechod vzduchu z prostredia, cez textílie, na kožu a naopak.

Trvanlivosť. Vyjadruje životnosť materiálu pri používaní. [12]

Asteria 2.0™

Materiál sa vyznačuje svojou ľahkosťou, pletenina má 130 g.m⁻² Hustota pleteniny je 44 nití na centimeter, čo poskytuje mikro-kompresiu a kvalitné pokrytie. Pletenina je vyrobená z polyesteru, má schopnosť blokovat' UV žiarenie a rýchlo prenáša pot od pokožky (obr. 6).



Obrázok 6 Materiál Asteria 2.0™

Corsa™

Corsa™ materiál sa skladá z troch vrstiev. Vonkajšia vrstva je pletenina, ktorá je hladká a odolná voči vetru a je ošetrená úpravou DWR, ktorá odpudzuje vodu a udržiava jazdca v teple a suchu. Stredná vrstva je membrána WindTex®, účelová bariéra, ktorá chráni pred silným vetrom. Vnútorňú vrstvu tvorí mäkký brúsený materiál, ktorý uchováva teplo a pohodlne izoluje jazdca (obr. 7). . [14]



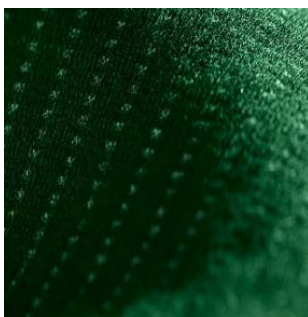
Obrázok 7 Materiál Corsa™ [14]

EIT Eco X-Mix

Je inovatívna pletenina, so špeciálnou rebrovou štruktúrou, ktorá zohráva dôležitú úlohu v kombinácii s polyesterovými niťami. Štruktúra pleteniny REPOC redukuje body dotyku pleteniny s pokožkou, a tým podporuje mikrocykluáciu vzduchu a zabraňuje prehriatiu

pokožky. Na spodnej strane pleteniny je použitý jemný polyamid, v rebrovej štruktúre, ktorý je v kontakte s pokožkou, a ktorý zabraňuje odieraniu a podráždeniu. Polyesterové nite pracujú na odvádzaní vlhkosti, čím zvyšujú pocit sucha pri nosení odevu (obr. 8).

Zloženie: Polyamid 57% - Polyester 27% - Elastan 16%

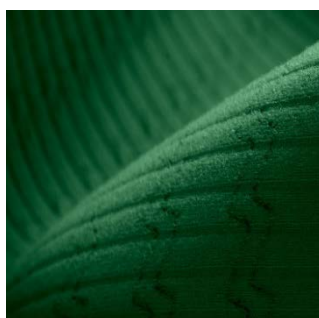


Obrázok 8 Materiál Eco X-Mix

EIT Eco carbonium Flash

Pletenina má špeciálnu rebrovú štruktúru, ktorá pomáha rýchlejšiemu absorbovaniu vlhkosti a transportu na vonkajšiu stranu pleteniny, čo umožňuje rýchlejšie vysušenie. Karbónová niť poskytuje prirodzené antistatické a antibakteriálne vlastnosti. Využívajú sa priadze, ktoré pozostávajú z polyamidových a karbónových nití a vytvárajú veľmi jemný a priedušný povrch pre pohodlné nosenie (obr. 9).

Zloženie: Polyamid 76% Elastán 21% Uhlík 3% [13]



Obrázok 9 Materiál EIT Eco carbonium Flash [13]

37.5® Technology

Je nový typ materiálu, ktorý sa snaží udržať ideálnu teplotu tela pri jazde na bicykli a to pomocou technológie 37,5®. Zvyšuje efektívnosť, športovec využíva menej energie na to isté množstvo práce. Znižuje teplotu tela počas jazdy. Ak je cyklistovi horúco, aktívne častice zabudované do materiálu, využijú energiu tela, aby odstránili vlhkosť a ochladili telo. Naopak, ak je zima, aktívne častice pracujú tak, aby zahriali. Využitie tepelnej energie tela tiež zvyšuje

rýchlosť schnutia materiálu - čím viac je telo pri pohybe zahrievané, tým viac technológia pracuje, a tým rýchlejšie látka schne (obr. 10). [15]



Obrázok 10 Materiál 37.5® Technology [15]

1.3 Úžitkové vlastnosti

Úžitkové vlastnosti sa dajú definovať ako znaky kvality. Je to súhrn vlastností podmieňujúcich spôsobilosť uspokojiť potreby spotrebiteľa a odpovedajú ich účelu použitia. Hodnotenie úžitkových vlastností sa vykonáva pomocou štátnych, európskych, medzinárodných, akostných a iných noriem. Klasifikácia produktov, podľa účelu ich použitia, sa delí na:

- Technické textilie (podľa použitia textílii, väčšina textílii ma merateľné vlastnosti v kardinálnej škále),
- Odevné textilie (Interná publikácia SVÚT, úžitková hodnota plošných textílii 1876).

1.3.1 Obecné rozdelenie úžitkových vlastností

a) trvanlivosť (životnosť) a možnosť údržby

Vyjadruje schopnosť odolávať poškodeniu a opotrebeniu pri bežnom používaní (nosenie, údržba) Odevné výrobky sú ohýbané, naťahované, stlačované, odierané, vystavené pôsobeniu žiarenia, tepla, potu a iným faktorom. Trvanlivosť je posudzovaná v laboratóriách. Zlá trvanlivosť odevu ovplyvňuje funkčné a estetické vlastnosti. Dôležitá podmienka textílii na výrobu odevov, je možnosť údržby ako pranie, chemické čistenie a žehlenie.

Vlastnosti:

- pevnosť v ťahu textílii, švov,
- pružnosť textílií,
- stálofarebnosť na svetle,
- odolnosť oderu v ploche, v hrane,
- tvarové zmeny pri praní, žehlenie,
- stálofarebnosť - zapustenie farby,
- odolnosť voči žmolkovaniu,

- odolnosť voči zatrhávaníu.

b) reprezentatívnosť (estetické) vlastnosti

Ovplyvňujú vzhľad odevu a sú často určované módou. Sú dané druhom odevného materiálu a ich parametrov: materiálovým zložením, použitím priadzí, väzbou a finálnou úpravou. Vybrané estetické vlastnosti je možné hodnotiť pomocou laboratórnych skúšok.

Vlastnosti:

- stálofarebnosť na svetle, pote, v odere,
- lesk,
- splývavosť tuhosť,
- krčivosť,
- žmolkovitosť,
- zadřhavosť. [16]

c) odevný komfort

Odevný komfort je súhrn všetkých vnemov spotrebiteľa pri nosení odevov. Súčasťou je senzorický a psychologický komfort, vlastnosti fyziologického komfortu, hygienickosť odevu, zdravotná nezávadnosť. Odevný komfort je dôležitý pri športovom oblečení, kde sa vyžaduje priedušnosť, priepustnosť vodných pár, tepelnoizolačné vlastnosti.

d) špeciálne vlastnosti

Špeciálne požiadavky sú kladené len na určité druhy odevov.

Vlastnosti:

- nepremokavosť,
- nehorľavosť,
- nepriepustnosť chemikálii,
- antibakteriálne vlastnosti,
- antistatické vlastnosti. [16]

1.3.2 Hodnotenie úžitkových vlastností

Na základe priamych meraní ako pevnosť, ťažnosť, žmolkovitosť, a nepriamych meraní ako omak, vôňa, komfort nosenia a vzhľad, sa stanovujú ukazovatele kvality. Tieto ukazovatele charakterizujú úžitkové vlastnosti. Jednotlivým vlastnostiam textílie určíme dôležitosť podľa spôsobu požitia danej textílie.

Transformácia na jednotlivé funkcie vlastností $u_i = f(x_i, L, H)$. Kde L je predpísaná hodnota úžitkových vlastností, pre nevyhovujúcu vlastnosť $u(x) = 0,1$ a H , je pre vyhovujúcu $u(x) = 1$.

Index kvality vypočítame ako vážený geometrický priemer U :

$$U = \exp \sum_{j=i}^m \beta \ln(u_i) \quad (1)$$

kde β_i vyjadruje váhu vlastnosti, u_i úžitkovú vlastnosť. [17]

1.3.3 Úžitkové vlastnosti cyklistického oblečenia

Pri využívaní cyklistického oblečenia dochádza k namáhaniu materiálu. Úžitkové vlastnosti špecifikujú trvanlivosť hotového výrobku. Pri častom používaní sa skracaie životnosť cyklistického oblečenia. Preto je dôležitý výber materiálu, z ktorého je oblečenie ušité. Požiadavky na cyklistické oblečenie sa výrazne zvyšovali postupným zlepšovaním textilných materiálov a technológií spracovania, rovnako ako požiadavky na bicykel. Cyklistické oblečenie zohľadňuje špecifické požiadavky cyklistu, intenzívny pohyb nôh a naopak, trup a ruky zdanlivo bez pohybu, ale tiež je na nich kladená záťaž. Cyklista sa pri zvýšenom výkone potí a zároveň je vystavený vplyvom počasia. Pri jazde na bicykli je cyklista vystavený vetru, kde je dôležité, aby cyklistické oblečenie malo dostatočné termoizolačné vlastnosti. [18]

Základom dobrého cyklistického oblečenia je jeho komfort. Tvorí ho komplex faktorov, a úžitkových vlastností, ktoré zohľadňujú najmä:

- priepustnosť vodných pár,
- tepelný komfort,
- rýchlosť sušenia materiálu, pri zvýšenom potení sa organizmu,
- absorbovanie vlhkosti,
- odolnosť voči oderu,
- stabilita pôvodného tvaru a stálofarebnosti,
- zabráneniu rozvoja baktérií plesní a mykóz,
- elimináciu alergických prvkov,
- jednoduchosť údržby,
- trvanlivosť, žmolkovitost' materiálu,
- estetickosť, moderný vzhľad. [1]

Strih cyklistického oblečenia je špecifický a prispôsobený jazde na bicykli. Pokiaľ je cyklista pri jazde na bicykli predklonený, je vhodné, aby predný diel bol skrátený a neprekážal v jeho pohybe a zároveň zadný diel predĺžený, aby spĺňal požiadavku ochrany zadnej časti tela cyklistu - tzv. oblasť krížov. Na zadnom diele sú umiestnené väčšinou vrecká, ktoré slúžia ako

odkladací priestor. Spodný okraj býva podšitý gumičkou so silikónom, ktorá ho lepšie spevňuje. Pri cestnej cyklistike je požiadavka, aby bol dres obťahnutý, kvôli lepšej aerodynamike. Nohavice obsahujú špecifickú vložku, ktorá sa do nich všíva. Táto vložka plní rôzne funkcie ako tlmenie nárazov, ochrana voči švom, ktoré by mohli odiet', má antibakteriálne vlastnosti.

1.4 Odevný komfort

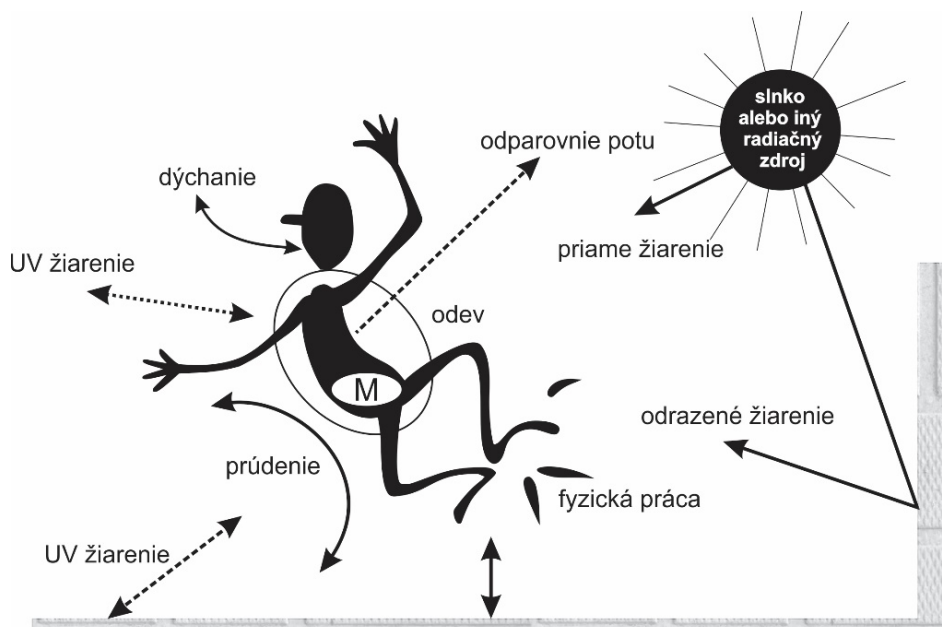
Odevný komfort je stav organizmu, keď sú fyziologické funkcie v optime, a kedy okolie ani odev nevytvára žiadne nepríjemné vnemy, vnímané našimi zmyslami. Komfort je vnímaný všetkými ľudskými zmyslami okrem chuti, a to hmatom, zrakom, sluchom a čuchom. Komfort v odeve sa vníma aj ako súlad medzi odevom a človekom. Diskomfort môže nastať napríklad pri pociťte tepla a zimy, škrabania, nevhodného strihu. Pociťte tepla nastane väčšinou pri väčších zaťaženiach organizmu, alebo pri pôsobení teplého a vlhkého vzduchu. Pociťte chladu sa prejavuje ako reakcia na nízku teplotu prostredia, alebo nízke pracovné zaťaženie. [20]

1.5 Termoregulácia tela

Úlohou termoregulačného systému je udržiavať vnútornú teplotu ľudského tela v danom teplotnom intervale. Telesná teplota v ľudskom tele sa líši na rôznych miestach tela a aj v týchto miestach teplota kolíše, na základe fyzického stavu človeka a prostredia. Najväčšia teplota 35°C– 36°C je na prekrvených miestach, ako hlava, brucho a prsia. [21] Na okrajových častiach tela je teplota 29°C– 31°C a to na nohách a rukách. Najchladnejšie miesto 29°C– 31°C je špička nosa, ušné laloky a špičky prstov.

Teplota tela je výsledkom vyrovnávania množstva vyprodukovaného tepla so strateným teplom. Tepelná produkcia je určená metabolickou aktivitou. Keď je telo v kľude, v stave nízkej metabolickej aktivity, produkuje sa menej tepla. Počas práce sa zvyšuje spotreba kyslíku a živín svalmi a zvyšuje sa metabolická aktivita. Pri fyzickej aktivite svaly spaľujú živiny, a tým sa zahrievajú, časť tejto energie sa uvoľňuje do prostredia ako fyzická práca, ale väčšina energie je uvoľňovaná do svalov ako teplo. Pomer medzi fyzickou prácou a spotrebovanou energiou sa nazýva efektivita. [22]

K prenosu tepla medzi človekom a okolím dochádza viacerými spôsobmi a to kondukciou (vedením), konvekciou (prúdením), radiáciou (žiarením), evaporáciou (odparovaním potu), respiráciou (dýchaním).



Obrázok 11 Schematické znázornenie systému organizmu – odev - prostredie [22]

Kondukciou strácame teplo len vtedy, ak je koža v kontakte s chladnejším prostredím. Ide o prenos tepla chodidlami, zadnou časťou tela, pri sedení alebo spánku. Ochladzovanie tela vedením, nie je až tak podstatný faktor. Najvýznamnejší prenos tepla medzi človekom a okolím je prúdením. Prúdiaci vzduchu býva chladnejšie ako ľudská pokožka, kde teplo je transformované z pokožky do okolia. Radiácia je prenos tepla žiarením, ktoré predstavuje elektromagnetické vlnenie šíriace sa priestorom. Podľa vlnových dĺžok rozlišujeme žiarenie gama, röntgenové, ultrafialové, optické, infračervené a iné. Evaporácia je odparovanie potu v teplom prostredí. Ide o zdieľanie tepla, kde týmto spôsobom človek je schopný vydať až 27 % z celkových tepelných strát. Okrem straty tepla povrchom tela od pokožky prúdením a odparovaním, dochádza k strate dýchaním, kde vzduch býva väčšinou chladnejší a suchší. Z celkovej straty tepla to môže predstavovať 10 %. Aby telo malo stabilnú teplotu, tepelná strata musí byť vyrovnaná produkciou tepla. Ak to nie je tak, teplota stúpa alebo klesá.

Tento vzťah vieme zapísať ako :

$$\text{Termoregulácia} = \text{produkcia tepla} - \text{tepelná strata}$$

$$\text{Termoregulácia} = (\text{metabolická aktivita} - \text{fyzická práca}) - (\text{kondukcia} + \text{radiácia} + \text{respirácia}).$$

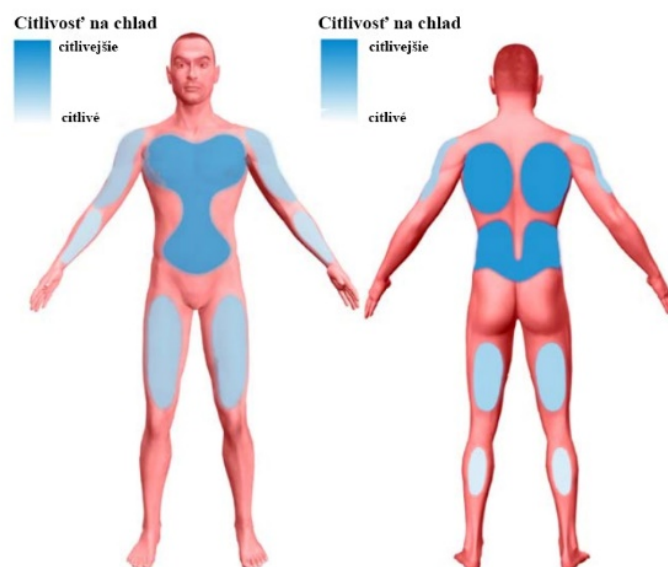
Ak je produkcia tepla metabolickou aktivitou vyššia, ako suma tepelnej straty, výsledok bude pozitívny, čo znamená, že teplo sa zvýši a teplota tela rastie. Ak bude výsledok negatívny, viac tepla sa stráca, ako sa produkuje a telo sa ochladzuje. [22]

V podmienkach, kedy organizmus nemusí regulovať teplotu ľudského organizmu, nedochádza k termoregulácii. Pri normálnom prekrvení organizmu nedochádza k poteniu a ani k pocitu chladu. Tento stav vyjadruje stav tepelnej pohody, teda k termofyziologickému komfortu.

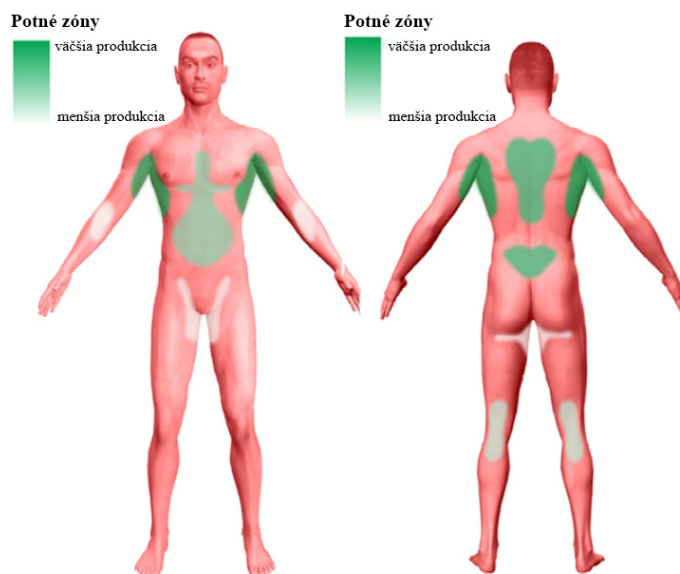
Termofyziologický komfort nastáva za týchto podmienok:

- teplota pokožky 33-35 °C
- relatívna vlhkosť vzduchu $50 \pm 10\%$
- rýchlosť prúdenia vzduchu $25 \pm 10 \text{ cm.s}^{-1}$
- obsah CO₂
- neprítomnosť vody na pokožke.

Pri konštrukcii odevov je dôležité zohľadniť základné podmienky pre termofyziologický komfort. [21] Ľudský komfort je ovplyvnený tepelnými vnemami, ktoré vznikajú pri interakcii pokožky s prostredím. Ľudské telo vníma pocit chladu ako kontinuitu chladných pocitov a to až do postupného podchladenia. Štúdie naznačujú, že ľudská teplotná citlivosť sa výrazne líši na rôznych častiach povrchu tela. Z toho vyplýva, že jednotlivé časti ľudského tela reagujú inak na chlad a teplo (obr. 12, 13). Tento aspekt je dôležitý zohľadniť pri navrhovaní športového oblečenia. [23]



Obrázok 12 Zóny chladu na ľudskom tele [23]



Obrázok 13 Potné zóny na ľudskom tele [23]

1.6 Tepelnoizolačné vlastnosti

Tepelnoizolačné vlastnosti udávajú mieru izolácie, ktorú daná textília poskytuje. Táto schopnosť materiálov je nepriamo závislá na súčiniteľovi tepelnej vodivosti λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$], vyjadruje stupeň tepelnej vodivosti, schopnosť materiálu viesť teplo. Vlastnosti sú ovplyvnené druhom vlákenného materiálu, štruktúrou, hrúbkou textílie a kučeravosťou vlákien. Čím je v textílii zadržovaný väčší objem vzduchu, tým má materiál lepšie tepelnoizolačné vlastnosti. So zvyšujúcou sa vlhkosťou textílie, klesá odpor a zvyšuje sa tepelná vodivosť materiálu. Je to spôsobené tým, že voda je dobrým vodičom tepla. Tepelnoizolačné vlastnosti môžu byť merané na rôznych prístrojoch, pričom jednotlivé metódy sú založené na rôznych princípoch merania. [24]

1.6.1 Odev a tepelnoizolačné vlastnosti

Oblečenie pôsobí ako bariéra pre teplo a vodné pary medzi pokožkou a vonkajším prostredím. Táto bariéra je tvorená odevnými materiálmi, ale aj vzduchom medzi jednotlivými vrstvami oblečenia.

Rovnice, ktoré ukazujú efekt oblečenia pre tepelný transport a prestup vodných pár:

$$\text{strata tepla} = \frac{t_{sk} - t_a}{I_T} \quad (2)$$

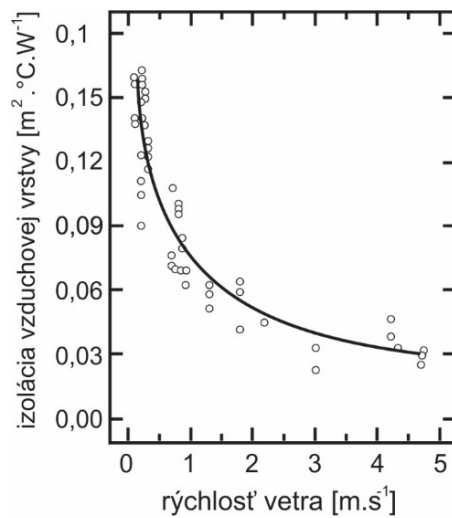
kde t_{sk} je teplota kože, t_a je teplota vzduchu a I_T je tepelný odpor oblečenia, ktorá zahŕňa aj vzduchové vrstvy.

$$\text{strata tepla vyparovaním} = \frac{p_{sk} - p_a}{R_T} \quad (3)$$

kde p_{sk} je tlak vodných pár na pokožke, p_a je vlhkosť vzduchu a R_T je výparný odpor, ktorý zahrňuje aj vzduchové vrstvy. [22]

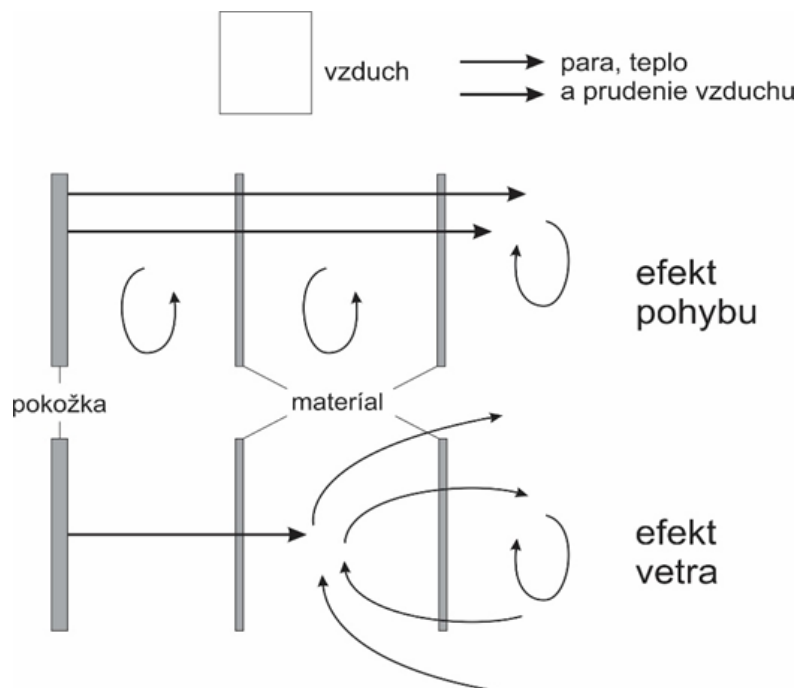
Prenos tepla, cez odevný materiál, je uskutočňovaný hlavne vedením a radiáciou. Pri väčšine materiálov je objem vzduchu väčší ako objem vlákien. Izolácia závisí na hrúbke materiálu, a tým aj na množstve vzduchu v materiály a menej na type vlákna. Typ vlákna ovplyvňuje množstvo radiačného prenosu tepla, odráža, absorbuje a znovu vyžaruje radiačné žiarenie. Tento efekt má menšiu dôležitosť, ako hrúbka materiálu, okrem špeciálneho reflektívneho oblečenia. Hrúbka sa javí ako jeden z najvýznamnejších faktorov izolácie. Pre priedušné materiály platí, že ich hrúbka určuje hlavnú časť priepustnosti vodných pár. Množstvo vlákien, je zvyčajne malé v porovnaní, s uzavretým objemom vzduchu medzi vrstvami materiálu. Prechod vodných pár je závislý od objemu vzduchu medzi vrstvami. Pri tenkých materiáloch je dôležitejší typ vlákna a väzba, ktoré ovplyvňujú difúzne vlastnosti viac ako pri hrubých materiáloch. Po prevedení úpravy materiálu pomocou náteru, membrány alebo iným spôsobom sa veľmi ovplyvní priepustnosť pre vodné pary a menšej miere sa zmenia tepelnoizolačné vlastnosti. [22] Každá materiálová vrstva má na svojom povrchu nejakú vzduchovú vrstvu, ktorá je súčasťou povrchu. Táto vrstva môže byť hrubá až 6 mm, ak je medzi dvoma vrstvami, tak 12 mm. Na vonkajšej strane materiálu, sa vplyvom tepelného gradientu, nevytvára taká hrubá vrstva, pretože je nedostatočne spätá s povrchom. Materiál s hrúbkou 2 mm, môže mať rovnaký tepelný alebo výparný odpor, ako napríklad 21 mm hrúbka vrstvy statického vzduchu. Táto hrúbka je zložená z troch častí. Prvú časť tvorí 12 mm hrubá vrstva statického vzduchu zachytená medzi pokožkou a oblečením. Druhú časť tvorí 3 mm hrubá vrstva statického vzduchu, ktorá je ekvivalentná k danému materiálu. Pokiaľ oblečenie alebo odev pozostáva z viacerých vrstiev, bude táto izolácia väčšia, ako by sa očakávalo z vlastností materiálu. Celková izolácia odevu sa ale nebude sčítavať počtom vrstiev. Vzhľadom na dizajn oblečenia a tvar tela, nebudú jednotlivé vrstvy oddelené vzduchovou medzerou. Napríklad na ramenách sa budú jednotlivé vrstvy materiálu navzájom dotýkať, preto celková izolácia bude súčtom jednotlivých vrstiev materiálu a jednej vzduchovej vrstvy. Vzduchová vrstva medzi jednotlivými vrstvami oblečenia, by vznikla len za ideálnych podmienok. Pri priliehavom oblečení je množstvo vzduchu medzi vrstvami materiálu podstatne menšie, ako pri voľnom oblečení. Pri pohybe dochádza medzi vrstvami k prúdeniu vzduchu, čím sa veľmi znižujú tepelnoizolačné vlastnosti. V bežnom prostredí väčšinou vzduch prúdi. Tento pohyb vzduchu

naruší statickú vrstvu na vonkajšej strane oblečenia a tiež medzi vzduchovými vrstvami materiálu. Vplyv vzduchu na izolačné vlastnosti je znázornený na obrázku 14. [22]



Obrázok 14 Graf vplyvu prúdenia vzduchu na tepelnú izoláciu [22]

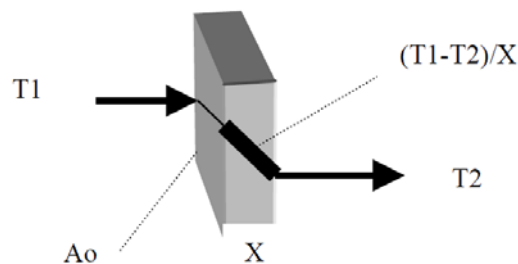
Pohyb oblečenia môže byť zapríčineným vetrom alebo pohybom tela. Vietor môže stlačiť odev, a tým znižovať hrúbku materiálu, triasť odevom a spôsobiť pohyb jednotlivých vzduchových vrstiev. Pohyb tela na oblečenie má rovnaký efekt ako vietor a spôsobuje prúdenie vzduchu medzi jednotlivými vrstvami (obr. 15). [22]



Obrázok 15 Vplyv prúdenia vzduchu na odev [22]

1.6.2 Tepelná vodivosť

Pri vyjadrovaní tepelných vlastností polymérov ma väčší význam tepelná vodivosť, ktorá charakterizuje rýchlosť prestupu tepla v materiáli (obr. 16). [25] Táto má vplyv na tepelnoizolačné procesy, ohriatie i ochladenie. Predstavuje množstvo tepla, ktoré prejde jednotkou dĺžky, za jednotkou času a vytvorí rozdiel teplôt 1K. Tepelnú vodivosť vyjadruje súčiniteľ vodivosti, čo je konštanta úmernosti vo vzťahu pre ustálený tok. [25]



Obrázok 16 Ustálený tepelný tok cez plochu A a hrúbkov X [25].

Výpočet pre tepelnú vodivosť λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$] vyjadruje vzťah [15]:

$$\lambda = -\frac{q}{\text{grad } T} \quad (4)$$

kde q vyjadruje hustotu tepelného toku [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$] a $\text{grad } T$ [K] tepelný spád.

Hustota tepelného toku q [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$], vyjadruje [26]:

$$q = \frac{Q}{S\tau} \quad (5)$$

kde je Q množstvo tepla [J], τ prejdeného za dobu [s] a S plochu [m^2].

Podľa hodnoty λ môžeme látky rozdeliť na tepelné izolanty a tepelné vodiče. Tepelné izolanty sú látky $\lambda < 0,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}$. Dobrými vodičmi tepla sú látky s vysokými hodnotami tepelnej vodivosti. Medzi ne patria napr. kovy, v ktorých vedenie tepla uskutočňujú pohyblivé voľné elektróny. Najmenšie súčinitele tepelnej vodivosti dosahujú plyny. V kombinácii pevných látok s plynými, u materiálov, obsahujúcich veľké množstvo malých medzier alebo dutín, obsahujúcich vzduch, tak dochádza k zlému vedeniu tepla. U odevných materiálov sa hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti pohybuje v rozmedzí $0,033 - 0,070 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Textilné materiály sa nedajú označiť ako tepelné vodiče, ani ako tepelné izolanty, čo je ich podstatou. Súčiniteľ tepelnej vodivosti je závislý na mnohých parametroch, ako na vlhkosti, štruktúre materiálu,

objemovej hmotnosti a jemnosti vlákna. Ten sa používa na výpočet tepla, ktoré prejde rovinným materiálom. [27]

Rýchlosť odvodu tepla vrstvou je daná vzťahom [25]:

$$\frac{Q}{t} = \lambda \frac{A\Delta T}{h} \quad (6)$$

kde Q je množstvo prevedeného tepla [J], t je čas [s], λ súčiniteľ tepelnej vodivosti [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$], A je plocha textílie [m^2], h je hrúbka textílie [m], ΔT je rozdiel teplôt [K].

1.6.3 Tepelný odpor

Tepelný odpor R je dôležitou veličinou pri hodnotení tepelného komfortu. Ide o odpor, ktorý kladie materiál pri prechode tepla. [21] Plošný tepelný odpor môžeme definovať, ako množstvo tepla prejdeného za jednotku plochy, pri jednotkovom teplotnom spáde. Závisí od viacerých faktoroch väzby a štruktúry textílie. [27]

Vzťah pre výpočet tepelného odporu :

$$R = \frac{h}{\lambda} \quad (7)$$

kde R je tepelný odpor [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$], h je hrúbka [m] a λ tepelnej vodivosti [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$].

Zo vzorca vyplýva, že čím vyšší je tepelný odpor, tým je nižšia tepelná vodivosť. Najväčší je tepelný odpor vzduchovej vrstvy v odeve pri hodnote $h = 5$ mm. U hrubších vrstiev odpor klesá. Celkový tepelný odpor odevu R_{CL} [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$] závisí na odpore a počtu jednotlivých vrstiev odevu [21]:

$$R_{CL} = R_1 + R_2 + R_3 \dots \quad (8)$$

1.6.4 Tepelná kapacita, merné teplo

Tepelná kapacita je definovaná ako schopnosť látky prijať teplo. Najčastejšie sa vyjadruje merným teplom za stáleho tlaku C_p [$\text{Jkg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]. Merné teplo je definované ako teplo Q , potrebné k ohriatiu jedného kilogramu látky o jeden stupeň Kelvina. Je funkciou molekulárnej a nadmolekulárnej štruktúry vlákien, teploty a rýchlosti ohriatia. [25]

Vzťah pre výpočet tepelnej kapacity [26]:

$$C_p = \frac{1}{m} \cdot \frac{dQ}{dT} \quad (9)$$

kde m je hmotnosť [Kg], Q je teplo [J], T je teplota [K].

Vlákná majú takmer konštantnú tepelnú kapacitu $C_p = 1,5 \text{ [Jg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$. Hodnoty tepelnej kapacity rôznych vlákien pri teplote $20 \text{ }^\circ\text{C}$ sú v tab. 1 Napríklad pri vlne sa tieto hodnoty menia v závislosti od teploty a vlhkosti, kde táto hodnota stúpa. [25]

Tabuľka 1 Hodnoty tepelnej kapacity [25]

vlákno	$C_p \text{ [Jg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}] \text{ [}20 \text{ }^\circ\text{C]}$	vlákno	$C_p \text{ [Jg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}] \text{ [}20 \text{ }^\circ\text{C]}$
acetát	1,46 - 1,88	bavlna	1,21
polyamid 6	1,40 - 1,50	vlna	1,36
polyester	1,34	hodváb	1,36
polypropylén	1,46	azbest	1,05

1.6.5 Ustálený tok tepla

S ustálením tepla cez valcovú stenu, sa v praxi stretávame, pri prestupe tepla cez steny rúrok, reaktorov, valcových nádob a pod. Ustálený teplotný stav, je predpoklad, používaný pri tepelnotechnických výpočtoch. Ak je teplota v jednotlivých bodoch telesa za určitý čas konštantná, potom takému stavu hovoríme ustálený teplotný stav. [28]

1.6.6 Odolnosť proti pôsobeniu vetra

Dôležitá vlastnosť pri cyklistickom oblečení je odolnosť materiálu voči pôsobeniu vetra. Pokiaľ nie je materiál dostatočne odolný voči vetru, môže prísť k priechodu studeného vzduchu až k pokožke tela, kde vplyvom prúdenia vzduchu odoberie pokožke teplo. Pri vysokej rýchlosti, môže prúdením okolitého vzduchu a nízkej teplote okolia, prísť až k podchladeniu organizmu. Kombinácia účinku chladu a vetra sa dá popísať tzv. Windschillovým efektom, ako je vidieť v tabuľke 2. Pri zvýšení intenzity vetra dochádza k ochladeniu organizmu a znižuje sa pocitová teplota okolia. Pri vetre klesá pocitová teplota od nameranej hodnoty, čím je vietor silnejší, tým viac klesá teplota. Tento faktor je veľmi dôležitý v cyklistike. [29]

Tabuľka 2 Zmena pocitovej teploty pôsobením tepla [29]

	rýchlosť vetra [m.s ⁻¹]								
	0	2	4	6	9	12	15	18	22
teplota [°C]	12	12	10	10	9	8	8	8	7
	10	9	8	7	6	6	5	5	4
	8	7	6	5	4	3	3	2	2
	6	5	3	2	1	0	0	-1	-1
	4	2	1	0	-1	-2	-3	-3	-4
	2	0	-2	-3	-4	-5	-6	-6	-7
	0	-2	-4	-5	-7	-8	-8	-9	-10

1.7 Aerodynamika

1.7.1 Prúdenie vzduchu

Prúdenie vzduchu v atmosfére je značne podmienené poľom atmosférického tlaku, ktoré zobrazujeme pomocou izobar. Izobary sú čiary, ktoré spájajú na zemskom povrchu miesta s rovnakým atmosférickým tlakom. V dôsledku toho, že na rôznych miestach zemského povrchu existujú rôzne hodnoty atmosférického tlaku, vznikajú v ovzduší horizontálne tlakové sily, ktoré majú snahu vyrovnáť tlakové rozdiely. [30]

1.7.2 Statický a dynamický tlak

Ak je vzdušné prostredie v klude, má v každom mieste určitý statický tlak p a určitú hustotu ρ . Statický tlak vzniká váhou vzduchu nachádzajúceho sa na danom mieste a predstavuje určitú mieru statickej energie, podobne ako statický tlak vody v hĺbke priehrady. Statická energia vzduchu umožňuje vznášanie lietadiel, ktoré sú ľahšie ako vzduch. Ak je vzduch v pohybe, napr. za vetra, obsahuje ešte ďalšiu formu energie, energiu pohybovú – dynamickú. Miera tejto dynamickej energie je tzv. dynamický tlak q [Pa]. Je to tlak, ktorý vyvodí zotrvačné sily pohybujúcich sa častíc vzduchu, pri ich náhlom zastavení. Veľkosť dynamického tlaku q [Pa] je daná vzťahom:

$$q = \frac{1}{2} \sigma v^2 \quad (10)$$

Kde je σ hustota vzduchu [kg.m⁻³], v je rýchlosť prúdenia vzduchu [m.a⁻¹] [31].

Vzdušné prostredie, prúdiace plynule bez prekážok, bude vtedy ukazovať určitú hodnotu statického tlaku p [Pa] a určitú hodnotu dynamického tlaku q [Pa]. Súčet týchto tlakov dáva množstvo mechanickej energie prostredia a zostáva v danom mieste stály podľa zákona o zachovaní energie.

$$p + q = \text{stály} - \text{konštantný} \quad (11)$$

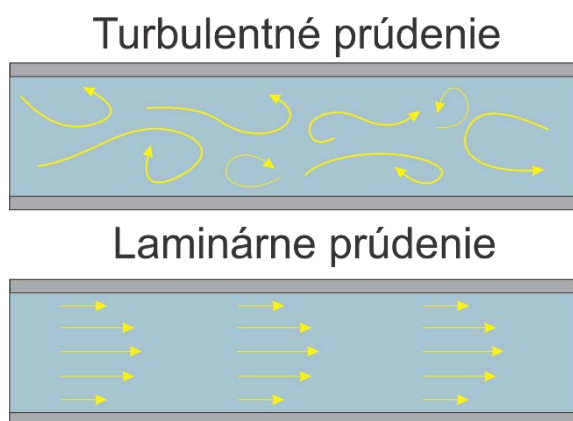
Ak vplyvom prekážky príde k zmene rýchlosti prúdenia, zmení sa v danom mieste i hodnota dynamického tlaku. [31]

1.7.3 Povaha toku

Tok tekutiny uvedenej do pohybu účinkom časovo nemeniaceho sa tlaku, i v pomerne krátkom časovom intervale, sa ustáli. Ustálený tok je charakterizovaný tým, že všetky veličiny vplývajúce na tok, ako hustota, rýchlosť, tlak atď. môžu meniť svoju hodnotu od miesta k miestu, ale v určitom mieste majú hodnotu stálu, s časom sa nemeniacu. [32]

1.7.4 Lineárne a turbulentné prúdenie

Pri ustálenom prúdení reálnej kvapaliny malou rýchlosťou, je obraz prúdnic stály, vrstvy kvapaliny sa po sebe pravidelne posúvajú. Takéto prúdenie kvapaliny nazývame laminárne. V priamej trubici sú prúdnice navzájom rovnobežné. Rôzna rýchlosť vzájomného posúvania vrstiev kvapaliny spôsobuje vznik vírov. Pri malých rýchlostiach sa však tieto víry nemôžu zväčšovať. Lineárne prúdenie sa môže udržať iba do určitej kritickej rýchlosti, obrázok 17. Po jej prekročení, je možné zreteľne pozorovať vírenie a nestálosť obrazu vytvorených prúdnic. Takéto prúdenie sa nazýva turbulentné. [30]



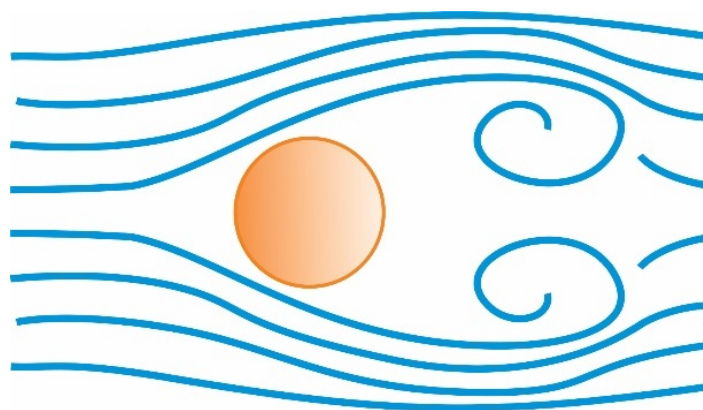
Obrázok 17 Laminárne a turbulentne prúdenie [30]

Môže sa pozorovať, napríklad pri vytekaní vody z vodovodnej batérie, potrubia, či iného otvoru. Pri turbulentnom prúdení reálna kvapalina „spotrebuje“ časť svojej energie na vytváranie vírov, čím sa celková rýchlosť prúdenia znižuje a prietok kvapaliny nie je stály.

V oblastiach vírov dochádza ku zvyšovaniu rýchlosti prúdenia kvapaliny a k poklesu tlaku. [30]

1.7.5 Obtekanie telies reálnou tekutinou

Pri pohybe tuhého telesa v kvapaline alebo v plyne, pôsobí na teleso sila, namierená proti jeho pohybu. Je to odporová sila, ktorej veľkosť charakterizuje odpor prostredia. Podľa toho, či je tekutina kvapalinou alebo plynom jedná sa o hydrodynamickú odporovú silu alebo o aerodynamickú odporovú silu. Aerodynamika je náuka skúmajúca pôsobenie ovzdušia na pohybujúce sa teleso. Z hľadiska relatívnosti pohybu, môže sa pohyb tuhého telesa, v pokojnej tekutine, hodnotiť tiež ako pevná prekážka umiestnená v prúdiacej tekutine. Odpor prostredia teda vzniká pri relatívnom pohybe tuhého telesa a tekutiny. Takto môžeme hodnotiť, napríklad pohyb lode po hladine jazera, let lietadla v pokojnej atmosfére, ale aj prúdenie vzduchu počas vetra okolo budov, vody okolo pilierov mosta. Prúdové pole ustáleného laminárneho prúdenia tekutiny v priamej prúdovej trubici, znázorňujeme navzájom rovnobežnými prúdniciami. Pri relatívnom pohybe pevného telesa a tekutiny sa tvar prúdnic mení. V dynamike tekutín sa hovorí o obtekaní telesa tekutinou (obr. 18).



Obrázok 18 Zobrazenie obtekanie telesa [30]

Vznik odporovej sily, pri obtekaní telies reálnou tekutinou, sa vysvetľuje turbulentným prúdením tekutiny. Vznikajúce víry, sú dôsledkom vnútorného trenia, v medznej vrstve, nachádzajúcej sa pri povrchu obtekaného telesa. Táto vrstva pomerne malej hrúbky vzniká ako dôsledok priľnavosti kvapaliny k povrchu. V tejto vrstve sa rýchlosť prúdenia telesa zväčšuje z nulovej hodnoty na takú hodnotu, ktorá už povrchom telesa nie je ovplyvnená. Rôzna hodnota rýchlosti v uvažovanej vrstve tekutiny, spôsobuje jej rotačný pohyb. Vznikajúce víry sa do istej miery zväčšujú, potom sa od medznej vrstvy odtrhnú a sú unášané okolitou prúdiacou tekutinou. V okolí telesa sa následne tvoria nové víry a celý proces sa opakuje. [30]

1.8 Vybrané materiály používané na cyklistické oblečenie

Väčšina dresov je vyrobená zo syntetického materiálu, ktorý odvádza pot od pokožky a odparuje sa z vonkajšej strany dresu. Jedným z prírodných materiálov, ktoré sa používajú, je vlna Merino. Vlna stále hreje, aj keď je mokrá. Je pohodlná aj v teplom počasí, má dobré termoregulačné vlastnosti. Výhodou dresu z merino vlny je, že baktérie rastú oveľa pomalšie na vlne, ako na syntetických materiáloch. Vďaka tomu merino dresy nezapáchajú ako syntetické materiály a to robí vlnu obľúbenou medzi cyklistami.

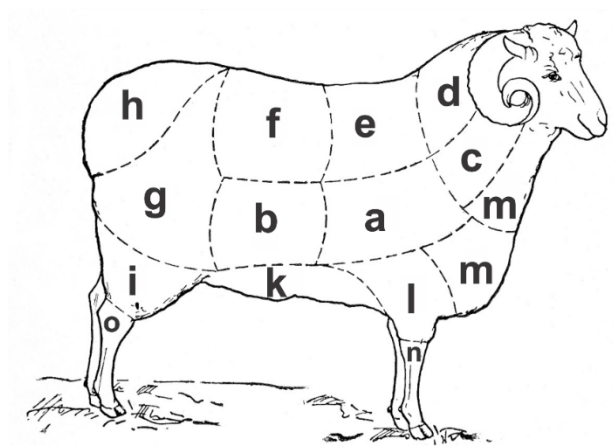
1.8.1 Vlna

Vlna je prírodný materiál, vlákno, ktoré získavame zo srsti zvierat, hlavne oviec, po ich ostrihaní. Je to ekologický materiál. Ovce po ostrihaní začínajú produkovať ďalšiu vlnu. Vlna je 100 % bio degradovateľná, teda plne rozložiteľná. Tento prírodný materiál má veľa špecifických vlastností. Vlas vlny je vláknitý, rohovitý útvar, ktorý vyrastá šikmo z vlasového vaku. Povrch vlny je šupinkový. Prírodné zvlnenie a odolnosť vlákien z vlny pomáha udržiavať tepelnú izoláciu textílií. Vlna sa rozdeľuje do troch skupín podľa kvality:

- jemná vlna,
- stredná vlna,
- hrubá vlna.

1.8.2 Merino vlna

Merino je plemeno oviec s jemnou vlnou s pôvodom zo Španielska. Tieto ovce poskytujú jemnú a mäkkú vlnu ako napríklad Austrálske merino, Rambouillet, Americké merino. [33] Kvalita vlny je určovaná podľa noriem a radí sa do kategórii, ktorým priradíme číslo kvality.



Obrázok 19 Rozdelenie ovce podľa kvality vlny [34]

a) najlepšia časť ovce b) podobná kvalita ale pevnejšia c) kratšia a jemnejšia vlna d) najhoršia kvalita e) najhoršia kvalita f) hrubšia a kratšia vlna g) dhlšia a hrubšia vlna h) najhrubšia vlna i) pevná, dhlšia a hrubšia vlna k) krátka znečistená vlna l) krátka jemná vlna m) krátka vlna n) o) hrubá vlna bez veľkého významu

Táto stupnica je od 80 pre kvalitnú vlnu, až po 28 vlnu nízkej kvality. Kvalita vlny sa prejavuje aj od miesta výskytu na povrchu tela ovce (obr. 19).

Merino vlna sa radí medzi kvalitné vlny pre hodnoty 60 a viac. Najlepšia vlna sa nachádza na bokoch a chrbte ovce. Dĺžka vlákna je od 4 cm až 12 cm za jeden rok. Priemer najjemnejšej vlny je okolo 16 μm a obsahuje 240 šupiniek. Merino vlna je schopná prijať vlhkosť až o veľkosti troch tretín svojho objemu, a pri tom zostane hrejivá a dokáže dýchať. Preto, keď sa človek potí, je schopná absorbovať nežiadúcu vlhkosť a uvoľniť ju do okolia. Vlákno z merino vlny je omnoho tenšie, než iné typy vlny. Na dotyk pripomína hodváb. Pri priamom styku s pokožkou, by nemalo merino škriabať a kúsať. Dôležitou vlastnosťou merino vlny je znižovanie zápachu. Baktérie preferujú hladké povrchy s pozitívnym elektrickým nábojom, ako majú syntetické materiály, zatiaľ čo šupinky merino vlákna s neutrálnym nábojom nepreniknú do materiálu. Vďaka tomu má merino vlna schopnosť znižovať telesný zápach, čo je dôležité hlavne pri športovom oblečení. Šupinky na povrchu vlákna zabraňujú prieniku nečistôt a oblečenie vyzerá dlhšiu dobu čisto. Hlavná výhoda merino vlny je, že v zime hreje a v lete chladí. Merino poskytuje veľmi dobrú ochranu proti slnečnému žiareniu. Úplety z vlny sú prirodzene elastické a nie je potrebné pridávať elastické vlákna. Vlákno vlny môžeme natiahnuť až o 30% a následne sa samovoľne vráti do svojej pôvodnej dĺžky. [33]

1.8.3 Polyester

Polyester vzniká chemickou reakciou dvoch vstupných komponentov. Základný typ polyesterových vlákien sa vyrába z ethylenglykolu a kyseliny tereftalovej. Chemická reakcia, ktorá prebieha sa nazýva polykondenzácia a niekoľkokrát sa opakuje. Je najčastejšie používaným syntetickým vláknom v textilnom priemysle. Pripravuje sa z granulátu, ktorý sa zvlákňuje z taveniny. Polyesterové vlákno je svojim chemickým zložením veľmi vhodné k modifikácii, teda úpravám prímiesou chemických zlúčenín a zušľachtovaním, mechanickým alebo pneumatickým tvarovaním. Polyesterové vlákna sa jednoducho farbja. Tieto vlákna je možné farbiť aj po povrchu pri vysokom tlaku, čo sa často používa pri športovom oblečení. Navlhavosť vlákna je pomerne nízka, tepelná vodivosť a hmotnosť je vyššia ako u polypropylénu. Vlákna sú dostatočne pevné a odolné voči vyšším teplotám. Polyester patrí medzi horľavé materiály, ktorý sa v plameňoch začne taviť. Veľmi dobrá je stálosť vlákien aj pri vyšších teplotách i stálosť na svetle. Výhodou je ľahká údržba a tvarová stabilita. Z hľadiska spracovateľnosti ľahko dochádza k vzniku elektrostatického náboja, ktorý priťahuje

prach a tým sa zvyšuje jeho znečistenie. Tento elektrostatický náboj vzniká tým, že vlákno má nízku navlhavosť. Veľkou nevýhodou je, že pri nosení môže nastať žmolkovitosť materiálu. Polyesterové vlákna môžeme označiť aj ako univerzálne vlákna, ich využitie je veľmi široké. Používajú sa v odevnom priemysle hlavne v športovej sfére, ale aj v bytovom a technickom priemysle. Polyesterové vlákna sa často používajú v zmesiach, kde zlepšuje jeho vlastnosti. [34]

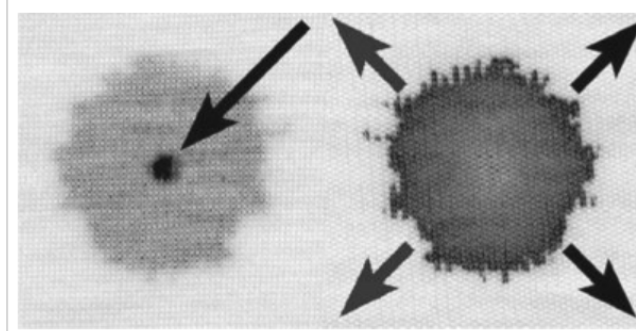
1.8.4 Miešanie materiálov

Miešaním prírodných vlákien s polyesterom, dochádza k zlepšeniu úžitkových vlastností priadze. Nejemnejšie polyesterové vlákno (mikrovlákno) sa vyrába v $\frac{1}{4}$ hrúbky priemeru bavlny. Tkaniny so zmesou polyesteru sú ľahšie, menej krčivé, pevnejšie a trvanlivejšie. Podobne je tomu v zmesi polyester/vlna. [35]

1.8.5 Sportwool

Ide o nový typ funkčnej textílie, ktorá využíva kombináciu kladných vlastností polyesteru a merino vlny. Merino vlákno je tvorené viacerými vrstvami proteínových molekúl. Táto veľmi komplikovaná štruktúra umožňuje merino vlnu rýchlejšie priťahovať vlhkosť ešte pred tým, ako má možnosť skvapalniť do potu, a je teda odvádzaná v neustálom opakujúcom sa procese. Sportwool kombinuje výhodu príjemného nosenia prírodného vlákna s trvanlivosťou a jednoduchosťou farbenia syntetických vlákien.

Toto spojenie rozdielných vlákien poskytuje dodatočnú výhodu jedinečnej výkonnosti transportu potu. Vlastnosti dvojzložkových priadzí boli skonštruované tak, aby sa zabezpečilo, že vnútorná strana vlny ľahko zoberie pot bez toho, aby spôsobila vlhkosť, a vonkajšia strana silne priťahuje pot. Použitie dvoch úplne odlišných vlákien, vytvára hustú gradientnú štruktúru, s rôznymi povrchovými vlastnosťami na vnútornej a vonkajšej strane tkaniny. [35]

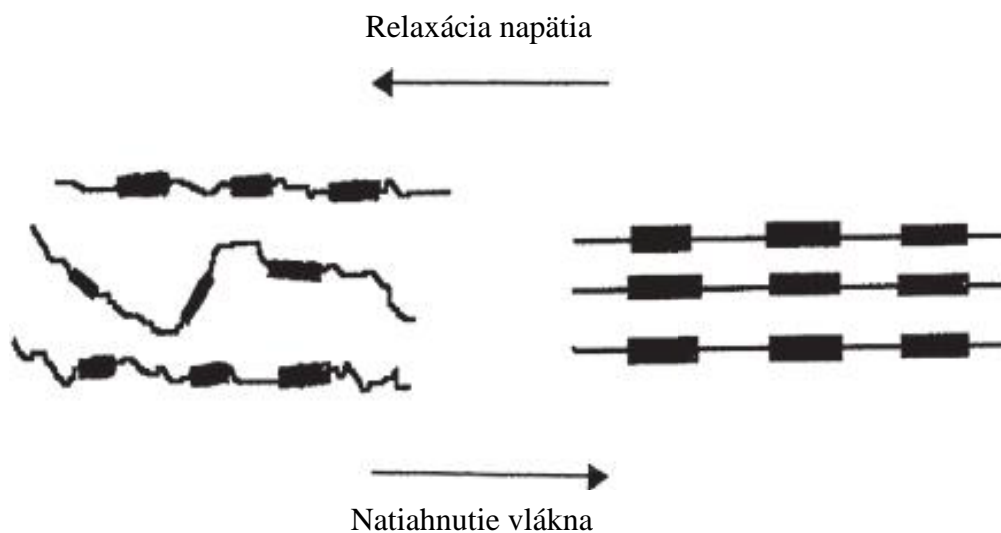


Obrázok 20 Pletenina zo sportwool [35]

Na ľavej strane obrázku je umiestnená kvapka farebnej vody, (simulujúca pot) na povrchu vlny tkaniny. Tmavá škvrna v strede ukazuje, ako má zmáčaná oblasť na rubnej strane približne rovnakú veľkosť ako pôvodná kvapka. Tým sa minimalizuje kontakt medzi pokožkou a vlhkou tkaninou a pomáha udržiavať komfort pokožky. Môžeme vidieť ako sa kvapka veľmi rýchlo šíry na lícnu stranu. Obrázok na pravej strane zobrazuje lícnu stranu pleteniny a ako účinne sa na tejto strane šíri pot, aby sa maximalizovalo odparovanie. [35]

1.8.6 Elastan

Oblečenie, ktoré sa ľahko prispôsobuje ľudskému telu, určite obsahuje elastoméne vlákna. Elastoméry sú elastické syntetické vlákna, ktoré majú vysokú roztlačnosť až do 500 %. Pri natiahnutí sa jeho dĺžka strojnásobí a po uvoľnení sa úplne vráti do pôvodného tvaru. [19] Najznámejší názov tohto vlákna je Lycra menej známe obchodné názvy sú Spandex, Roica, Dorlastan a iné. Bol vyvinutý firmou DuPont v roku 1959. [47] Vlákno je elastické vďaka štruktúre vlákna ako vidíme na obrázku 21. Elastan sa pridáva dáva do materiálov v kombinácii s inými vláknami, syntetickými alebo prírodnými, záleží od účelu použitia. [19] U cyklistického oblečenia je elastan pridávaný do všetkých častí cyklistického dresu ako doplnkové vlákno. Umožňuje tak používateľovi voľnosť pohybu a tiež priliehavosť odevu. [47]



Obrázok 21 Štruktúra vlákna v pokoji a pri napätí [19]

1.9 Zisťovanie základných vlastností pletenín

1.9.1 Meranie hrúbky

Hrúbkomer SDL M 034 A na zisťovanie hrúbky plošných textílií a textilných výrobkov. Hrúbka je definovaná ako kolmá vzdialenosť medzi dvoma definovanými vzdialenosťami pri pôsobení tlaku. Prístroj je vybavený prítlačnou hlavicou 20 a 100 cm² a je možné aplikovať silu 0,1 – 200 N. Priebeh merania a spracovanie výsledkov je riadené pomocou počítačového softvéru. Odpovedá norme ČSN EN ISO 5084 (80 0844) [36]

1.9.2 Plošná a objemová hmotnosť pleteniny.

Plošná hmotnosť tkaniny ρ_s , udáva jej hmotnosť v gramoch, prepočítanú na plochu 1m². Objemová hmotnosť tkaniny ρ_v udáva objem tkaniny v m³ alebo cm³.

Vzťah pre výpočet plošnej hmotnosti vychádzajúci z hmotnosti plošného úseku:

$$\rho_s = \frac{m}{l \cdot \bar{s}} \quad (12)$$

kde [g.m⁻²] m [g] je hmotnosť tkaniny o dĺžke l [m] a šírke \bar{s} [m].

Vzťah pre výpočet objemovej hmotnosti:

$$\rho_v = \frac{\rho_s}{\bar{h}} \quad (13)$$

kde ρ_s [kg.m⁻²] je plošná hmotnosť a \bar{h} [m] je priemerná hrúbka.

1.9.3 Meranie pórovitosti a zaplnenie (teoreticky)

Póry sú vzduchové otvory, nachádzajúce sa vo väzbovej štruktúre pleteniny. Ich veľkosť, rozloženie a počet ovplyvňujú fyziologické vlastnosti textílie. Opakom pórovitosti je zaplnenie pleteniny väzbou. Pórovitosť môžeme merať pomocou obrazovej analýzy Nis Element.

1.9.4 Meranie priedušnosti

Táto norma EN ISO 9237 (80 0817) stanovuje metódu pre meranie priedušnosti plošných textílií. Je použiteľná pre väčšinu typov plošných textílií, ktoré sú priedušné, vrátane priemyslových textílií pre technické účely, netkané textílie a textilné odevné výrobky. Meria sa na prístroji SDL M 021 S.

Podstata skúšky

Meria sa rýchlosť prúdu vzduchu prechádzajúceho kolmo danou plochou plošnej textílií pri stanovenom tlakovom spáde. Skúšobná vzorka sa upne do kruhového držiaku s použitím

dostatočného napätia, ktoré zabráni vzniku záhybov. Je dôležité, aby upnutá plocha textílie nebola deformovaná. Treba sa vyhnúť švom, pokrčeným miestam a skladom. U plošných textílií, ktorých strany môžu byť priedušné, sa v protokole o skúške uvedie, ktorá strana bola skúšaná. Zapne sa sací ventilátor, alebo iné zariadenie, ktoré nasáva vzduch cez skúšobnú vzorku a prietok vzduchu sa postupne zoraďuje tak, aby na skúšobnej ploche textílie vznikol doporučený tlakový spád. Najmenej po jednej minúte, alebo po dosiahnutí ustálených podmienok sa zaznamená prietok vzduchu. Vypočíta sa priedušnosť R , vyjadrená v milimetroch za sekundu, podľa vzťahu:

$$R = \frac{\bar{q}_v}{A} 167 \quad (14)$$

kde q_v je aritmetický priemer rýchlosti prietoku vzduchu v dm^3/min , A je merná plocha textílie v cm^2 , 167 je prepočítavací faktor na $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ [37].

1.10 Testovanie materiálov na tepelnoizolačné vlastnosti

Prvé testovanie komfortu prebiehalo na živých testeroch, ktorí nosili odev a zisťovali jeho vlastnosti. Táto metóda bola veľmi subjektívna. Vyvíjali sa nové technológie na zistenie komfortu materiálu. Tepelné a vlhkosťné správanie oblečenia, bolo považované za dôležité faktory, ktoré ovplyvňuje pohodlie oblečenia. Novými technológiami sa inovujú metódy testovania tepelného a vlhkosťného komfortu. [38]

Termofyziologický komfort poskytovaný odevom môžeme hodnotiť pomocou prístrojov, ktoré presne charakterizuje príslušný fyzikálny dej. Tepelná energia je transformovaná skrz materiál pomocou kondukcie, konvekciou a radiáciou. Metódy, na meranie tepelnoizolačných vlastností, boli vyvinuté na základe týchto transformácií. Odev má predovšetkým ochrannú funkciu tela, udržanie tela v teple, na transport potu a udržanie pohodlia. Základné hodnotiace metódy sú testery tepelných a vlhkosťných odporov pomocou tepelnej dosky a simulované figuríny. Nové metódy kladú dôraz na dynamickom testovaní, kde sa približujeme k reálnym podmienkam pohybu a vplyvu okolia na daný materiál. [39]

1.10.1 Alambeta

Tento prístroj je vyvinutý Hesom a Doležalom meria termofyzikálne parametre textílii a to ako stacionárne tepelne – izolačné vlastnosti (tepelný odpor, tepelná vodivosť). Tak i vlastnosti dynamické (tepelná nasiakavosť, tepelný tok). Jedná sa o poloautomatický, počítačom riadený prístroj, ktorý je zároveň s meraním schopný vyhodnocovať štatistické hodnoty nameraných dát. Obsahuje auto diagnostický program zabraňujúci chybným operáciám prístroja. Meranie aj

so štatistickým vyhodnotením trvá 3-5 min. Ako objektívny parameter tepelného omaku textílií, bola na základe analýzy vybraná tepelná absorpcia. [21,38]

1.10.2 Togmeter

Tento prístroj meria parametre tepelnej vodivosti a tepelného odporu textílií, podľa normy ISO 5085. Prístroj je umiestnený v skrini, v ktorej je atmosféra nastavená podľa normy ISO 139. Textilné vzorky sa do prístroja vkladajú o veľkosti 330 mm kruhového tvaru. Skladá sa z tepelného čidla a ohrevného telesa. [40]

1.10.3 Sweating Guarded Hotplate

Prístroj SGHP simuluje parametre, ktoré vznikajú na ľudskej pokožke pri potení. Prístroj umožňuje hodnotiť odolnosť voči vodným parám, tepelný odpor a difúzny odpor pri ustálených podmienkach. Skladá sa zo štvorcovej elektronickej vyhrievanej platne a bočného rámu, dvoch tepelných čidiel a jedného čidla pomernej vlhkosti. Prístroj je riadený počítačom, v ktorom je nainštalovaný softvér Mesdan Control. Tento softvér umožňuje hodnotiť namerané dáta v reálnom čase, kalibráciu a konfiguráciu systému a detekciu chybných meraní. [40]

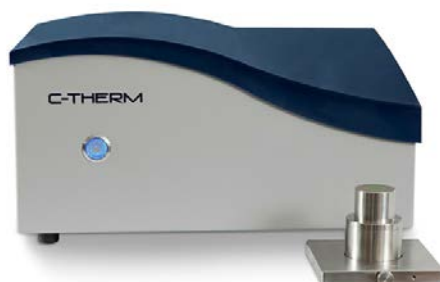
1.10.4 TCI

Výrobok firmy C-THERM TECHNOLOGIES Ltd. Canada (TCI) je prístroj používaný na zisťovanie tepelnej vodivosti textilných materiálov. Bol navrhnutý tak, aby jednoduchou metódou presne stanovil tepelné charakteristiky materiálov, testovaných v laboratóriách pre účely kontroly termofizologických akostných znakov. Výhodou tejto metódy je nedeštruktívnosť, okamžité zobrazenie výsledkov merania a analýza bez nutnosti zložitej kalibrácie.

TCI má možnosť testovať materiály s malou, až žiadnou prípravou vzoriek a s malými skúšobnými vzorkami (približne veľkosť mince). Neexistujú žiadne obmedzenia pri veľkosti vzoriek. Skúšobná doba je obvykle okolo niekoľko sekúnd. Testovanie je založené na automatizovanom testovaní. [41]

Prístroj používa jednostranne tepelne obrazový snímač, ktorý sa skladá z meracieho snímača, riadiacej elektroniky a počítačového softvéru. V snímači sa nachádza vykurovacie teleso, ktoré tvorí snímač v tvare špirály, obklopené ochranným krúžkom. Presne definovaný prúd 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 sensorom a vzorkou, obvykle je to menej než 2 °C. Tento nárast teploty na rozhraní snímača vyvoláva zmenu úbytku napätia v snímači. Tempo rastu napätia v snímači sa používa

na určenie tepelnofyzikálnych charakteristík materiálu vzoriek. Čím väčšia je tepelnoizolačná schopnosť materiálu, tým strmší je nárast napätia. [41]



Obrázok 22 Prístroj TCI [41]

1.10.5 Aerodynamický tunel

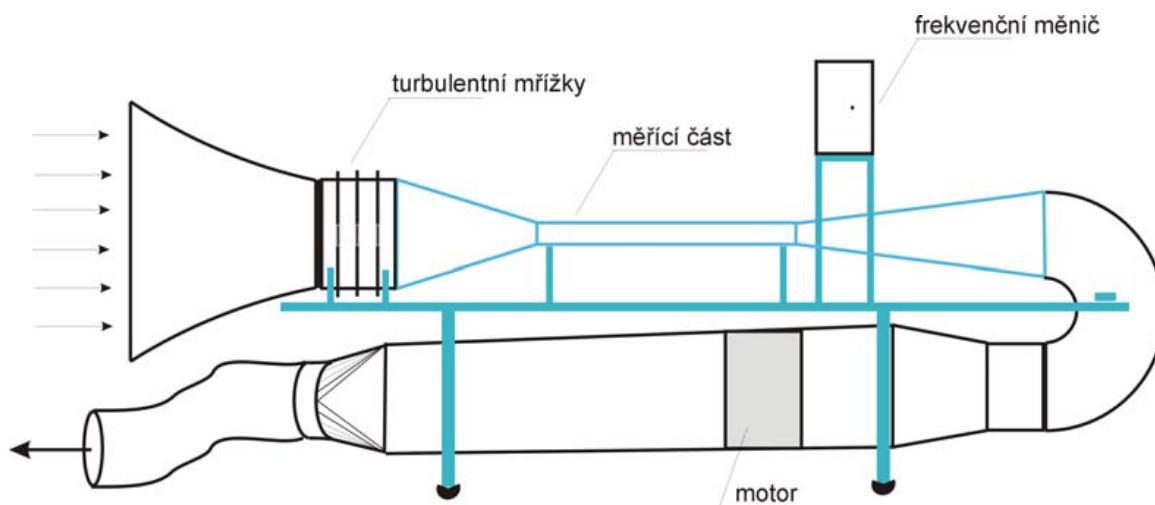
Veterný tunel testuje tepelnoizolačné vlastnosti materiálov, odevov. K tomuto účelu bol vytvorený technický model vetra v aerodynamickému tuneli na Katedre odevníctva (obr. 22). [46]



Obrázok 23 Aerodynamický tunel na Katedre odevníctva

Charakteristickým rysom aerodynamického tunela je to, že s vysokou rýchlosťou prúdiaceho vzduchu, pri krátkej dĺžke, vzniká turbulentné prúdenie vzduchu s rôznou intenzitou. Pre turbulentné prúdenie je charakteristická pulzácia a fluktuácia všetkých veličín (rýchlosť, tlak, hustota a iné). [42] Turbulentnému prúdeniu dominujú víry rôznej veľkosti. Prúdeniu vzduchu, ktorého viskozita je veľmi nízka, sa pri vyšších rýchlostiach stáva rýchle turbulentnou a takémuto charakteru je vystavený aj cyklista. Vzduch obtieka okolo tela cyklistu, kde sa nachádzajú náveterne ale aj záveterné strany. Meranie priedušnosti za podmienok rýchleho prúdiaceho vzduchu, by malo priblížiť podmienky merania

k podmienkam vyskytujúcich sa pri reálnom nosení odevov. Z hľadiska rýchlosti a charakteru prúdenia vetra, tak z hľadiska geometrie skúmaného vzorku. Meranie vychádza z predstavy ľudskej ruky, reprezentované pevným valcom, ktorá je chránená odevom. [28]



Obrázok 24 Schéma aerodynamického tunela [46]

Funguje na princípe prenosu tepla z vyhrievaného valca o teplote 32 °C obtekajúceho prúdom vzduchu o zvolenej rýchlosti. Výstupná hodnota je hustota tepelného toku. Zariadenie je zostavené ako otvorená trať, čo je dôležité na zabezpečenie ustálených podmienok. Ovládanie je pomocou počítača a programu **LabVIEW**. [46]

1.10.6 Tepelný manekýn

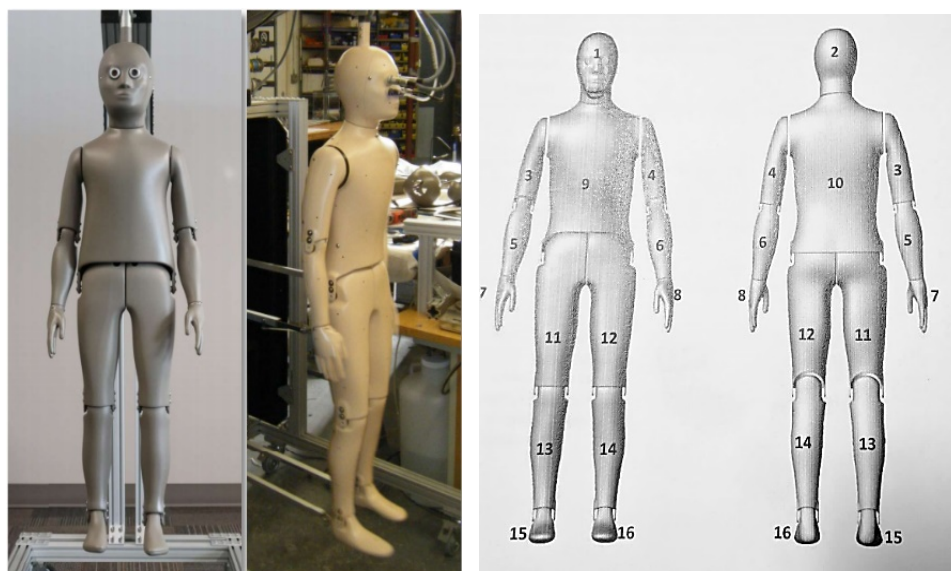
Tepelné figuríny sú základným nástrojom pre objektívne a presné posúdenie tepelného komfortu. Tepelný manekýn vo svojom tvare predstavuje priemerné ľudské postavy s možnosťou rôznych polôh končatín (pohyb v ramenách, v lakti, v kolenách a v koníkoch). Jednotlivý manekýni nemusia byť len celé postavy, ale aj časti ľudského tela, čo závisí od účelu použitia a testovania daného manekýna napr. noha, sedacia časť tela alebo ruka. Používa sa k hodnoteniu tepelného komfortu osôb vnútornom a vonkajšom prostredí, ako sú budovy, kabíny alebo k hodnoteniu tepelnoizolačných vlastností oblečenia. Pomocou tepelného manekýna sa merajú tepelné straty konvekciou, radiáciou a vedením z vyhrievaných zón (tvár, hlava, hrudník, brucho, chrbát, paža, predlaktie, ruka, boky, stehná, lýtka a chodilá) na základe týchto veličín je určená tepelná strata celého tela. Manekýn je tiež vybavený nastaviteľným dýchacím zariadením s filtrom, ktoré umožňujú monitorovať zloženie prachových častíc. Tvar postavy sa môže meniť od veľkosti na detskú a dospelú. [43]

V súčasnosti sú dostupné viaceré verzie manekýnov a možno ich deliť podľa nasledovných základných kritérií:

- **anatómia:** ženská, mužská, detská,
- **počet vyhrievaných zón:** 1 až 126,
- **pohyblivosť:** bez pohyblivých častí, s možnosťou nastavenia do určitej polohy, artikulovaný manekýn s externým zariadením pre pohyb,
- **konštrukčný materiál:** plast, kompozit, kov (obvykle meď alebo hliník),
- **spôsob vyhrievania:** elektricky, vodou, vzduchom,
- **prevádzkové podmienky:** izbové podmienky, žiarové testy, testy vo vode,
- **doplnková výbava:** systém potenia, systém dýchania. [44]

1.10.7 Popis detského tepelného manekýna typ #504-XX

Firma Thermetrics vyvinula tepelné manekýni detskej veľkosti. Figurína je vyrobená z epoxidu a tepelne vodivých uhlíkového vlákien so zabudovaným ohrevom. Modely „Thermetrics TWO Child Thermal Manikin“ predstavujú priemerné telesné rozmery 8 - ročného dieťaťa „Sonny“ alebo 10-ročné dieťa „Timmy“. "Sonny" je vysoký 127 cm, zatiaľ čo "Timmy" je vysoký 140 cm. Obidva manekýni majú 15-zón na testovanie, možnosťou potenia pokožky a pohybom pomocou ohybných kĺbov. Jednotlivé zóny sú samo vyhrievané a nastaviteľné na požadovanú teplotu ktorá má stabilný ohrev. [45]



Obrázok 25 Manekýn Timmy a jeho tepelné zóny

Pohyb je aplikovaný pomocou motorizovaného stojanu, ktorý drží nohy a ruky a vytvára pohyb. Testovanie je určené normou EN 342. Figurína je napojená na prenosný počítač

s ovládacím softvérom ThermDAC pre plnú reguláciu teploty, zobrazenie údajov v reálnom čase, možnosti zaznamenávania údajov, detekciu chýb a diagnostiky nameraných dát. Skúšobné metódy na tepelnom manekýne je zaznamenané v normách ISO 15831, EN 13537.

Základne informácie o manekýnovi (rozsah, výkon, presnosť):

- prevádzkové použitie od -20 °C do $+50\text{ °C}$,
- relatívna vlhkosť 0 do 100 %,
- odchýlka teploty $\pm 0,1\text{ °C}$,
- meranie relatívnej vlhkosti $\pm 3\%$,
- maximálny výkon 600 w/m^2 ,
- hmotnosť 18 kg. [45]


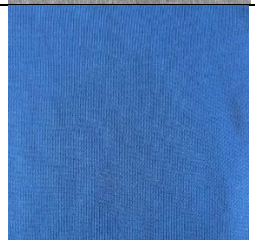
EXPERIMENTÁLNA ČASŤ


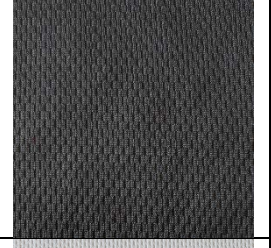
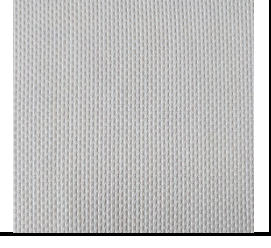
Pre testovanie cyklistického oblečenia bol navrhnutý experiment a postup merania tepelnoizolačných vlastností. Testovanie sa skladá z troch základných častí. V prvej časti boli zisťované základné vlastnosti vzoriek ako štruktúra, plošná hmotnosť, pórovitosť. V druhej časti boli použité normované statické merania na zistenie priedušnosti, tepelnej vodivosti a tepelného odporu. Poslednej časti boli odskúšané experimentálne metódy a meranie tepelnoizolačných vlastností pomocou prúdiaceho vzduchu. Ako prvý prístroj bol použitý aerodynamický tunel, ktorý bol navrhnutý na katedre odevníctva TUL. Ďalšie testovanie prebiehalo na tepelnej figuríne Timmy, kde bol použitý ventilátor na simuláciu vetra. Boli vytvorené prototypy trička na testovanie materiálu na figuríne.

2.1 Testovacie vzorky pleteniny

Pre diplomovú prácu boli vybrané vzorky materiálu, ktoré sa využívajú na jarné a jesenné cyklistické oblečenie. Tieto materiály sú určené ako vrchná vrstva dresu cyklistu, takže sa bežne vyskytujú v podmienkach prúdiaceho vzduchu. Testovacie vzorky boli vybrané na základe rôzneho materiálového zloženia Polyester, Merino vlna a ich miešanie. Cieľom testovania je navrhnutie vhodnej metódy testovania na tepelnoizolačné vlastnosti materiálov. Porovnanie jednotlivých výsledkov vzoriek a vplyv týchto výsledkov na zloženie, plošnú hmotnosť a hrúbku.

Tabuľka 3 Použité vzorky na testovanie

Názov	Zloženie	Obrázok
Vzorka č. 1	Merino 100 %	
Vzorka č. 2	Polyester 61 % /Merino 36 % / Lycra 6 %	

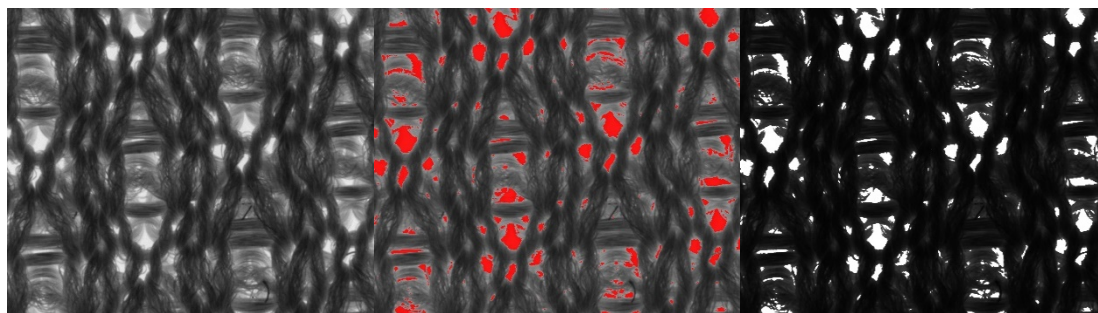
Vzorka č. 3	Polyester 77 % / Merino 23 %	
Vzorka č. 4	Polyester 100%	
Vzorka č. 5	Polyester 100%	

2.2 Obrazová analýza

Pomocou obrazovej analýzy boli zobrazené detaily štruktúry vzoriek, vypočítaná plošná pórovitosť a zakrytie testovaných vzoriek. Obrazová analýza sa skladá z mikroskopu, svetiel a počítaču. Mikroskop je pripojený k počítaču, kde je možné pozorovať vzorku a následne hodnotiť v programe NIS Element. Svetlá sú potrebné k dostatočnému nasvieteniu vzorky, aby nebola moc tmavá ale zároveň presvetlená. Vzďialenosť mikroskopu sa nastavuje pomocou objektívu alebo zoomu, nastavuje sa vždy podľa účelu merania.

Príprava a meranie vzoriek

Na zistenie plošnej pórovitosti bol použitý program NIS Element. Pri spustení programu sa prevedie kalibrácia pomocou milimetrového papiera. Vzorky boli vložené pod mikroskop. Rozsvietil sa spodný osvetľovacieho panelu na prístroji. Zaznamenaný obraz sa zmrazí funkciou *Sejmout*. Transformuje sa obraz do šedého obrazu obr. 26 a následne sa prevedie na obraz do binárnej sústavy.



Obrázok 26 Úprava snímku v programe NIS Element

Po úprave obrazu bolo prevedené meranie pórovitosti. Póry sú vzduchové otvory nachádzajúce sa vo väzbovej štruktúre pleteniny. Ich veľkosť, rozloženie a počet ovplyvňujú fyziologické vlastnosti textílie. Každá vzorka bola nasnímaná 3 krát. Výsledok automatického merania sa môže exportovať do programu Excel.

Vyhodnotenie skúšky

Výsledky pórovitosti sú v tab. 4. Podrobnejšia analýza materiálov so snímkami z obrazovej analýzy sa nachádza v Prílohe A. Vzorka č. 1 mala najvyššiu plošnú pórovitosť, čo môže ukazovať na vplyv väzby. Najvyššie zakrytie mala vzorka č. 2, ktorá má interlokovú väzbu.

Tabuľka 4 Plošná pórovitosť jednotlivých vzoriek

	Plošná pórovitosť [%]	Zakrytie [%]
Vzorka č. 1	14,87	85,13
Vzorka č. 2	4,8	95,2
Vzorka č. 3	3,68	96,32
Vzorka č. 4	3,89	96,11
Vzorka č. 5	7,98	92,02

2.3 Meranie hrúbky, plošná a objemová hmotnosť

Hrúbka bola meraná pomocou digitálneho prístroja SDL M034A, podľa normy ČSN EN ISO 5084, bližší popis je v kapitole 1. 9

Príprava a meranie vzoriek

Pre výpočet plošnej hmotnosti bolo potrebné zistiť hmotnosť vzorky. Vzorka o rozmeroch 100x100 mm bola odvážená na analytickej váhe. Pomocou vzťahu na plošnú (12) a objemovú (13) hmotnosť bol vypočítaný výsledok.

Vyhodnotenie skúšky

Cieľom testu bolo zistiť základné vlastnosti vzoriek, ich hmotnosť, hrúbku, plošnú a objemovú hmotnosť. Tieto hodnoty nám priblížia výsledky ďalších meraní. V tabuľke č. 5 sú uvedené hodnoty merania.

Tabuľka 5 Priemerné hodnoty hrúbky, plošnej a objemovej hmotnosti pleteniny

	Hmotnosť [g]	Hrúbka [mm]	Plošná hmotnosť [g.m ⁻²]	Objemová hmotnosť [kg.m ⁻³]
Vzorka č. 1	1.41	0.57	141	247
Vzorka č. 2	1.84	1.16	184	158
Vzorka č. 3	1.20	0.67	119	179
Vzorka č. 4	1.48	0.66	148	223
Vzorka č. 5	1.51	0.65	151	232

2.4 Priedušnosť

Meranie prebiehalo podľa normy EN ISO 9237, viac informácií v kapitole 1. 9. 4.

Príprava a meranie vzorky

Vzorka bola klimatizovaná v komore. Pri meraní, pôsobením podtlaku, prechádza cez vzorku textílie určité množstvo vzduchu x [l.hod⁻¹]. Výsledkom skúšky je rýchlosť prechodu vzduchu R [cm.s⁻¹], ktorý prechádza kolmo cez skúšobnú vzorku, pri stanovených podmienkach pre skúšobnú vzorku, ktorými sú: pokles tlaku 4 Pa a plocha 20 cm². Nastavenie tlaku bolo zvolené na základe vysokej priedušnosti materiálu. Meranie prebieha na jednej vzorke 10 krát na rôznych miestach.

Vyhodnotenie skúšky

Výsledkom skúšky bolo zistenie priedušnosti materiálov. Výsledky sú v tabuľke č. 6 kde môžeme vidieť, že vzorky č. 4 a 5 sú výrazne viac priedušné ako ostatne vzorky č. 1, 2 a 3.

Tabuľka 6 Výsledky priedušnosti vzoriek

tlak	1 vzorka	2 vzorka	3 vzorka	4 vzorka	5 vzorka
R [mm. s ⁻¹]	69.639	76.4025	84.335	124.749	120.741

2.5 TCI

TCI je prístroj na meranie tepelnej vodivosti, pre rôzne druhy materiálov. Využíva jednostranný, medzifázový snímač odrazu tepla, ktorý aplikuje na vzorku konštantný zdroj tepla. Skúmaný je nárast teploty v prechodovej rovine medzi senzorom a vzorkami.

Príprava a meranie vzorky

Dôležité je skalibrovanie zariadenia. Meranie prebieha na jednej vzorke, 10 krát, na rôznych miestach, ktorá bola aklimatizovaná. Medzi jednotlivými meraniami je 1 min. Vybraná vzorka je umiestnená na senzor a prikrytá závažím o požadovanej hmotnosti a tlaku. Bolo použité závažie o hmotnosti 25g, čo odpovedá 200 Pa. Aby bolo možné porovnať hodnoty s iným prístrojom z tepelnej vodivosti vypočítame tepelný odpor.

Vyhodnotenie skúšky

Výsledkom testovania bola tepelná vodivosť materiálu, následne bola pomocou vzorca (7) vypočítaný tepelný odpor. Priemerné hodnoty sú zaznamenané v Tabuľke č. 7. Štatisticky vyhodnotené meranie je v prílohe B.

Tabuľka 7 Výsledky hodnôt z prístroja TCI

	vzorka č. 1	vzorka č. 2	vzorka č. 3	vzorka č. 4	vzorka č. 5
Priemer tepelná vodivosť [W. m ⁻¹ . K ⁻¹]	0.0826	0.0656	0.0709	0.0721	0.0741
Tepelný odpor [m ² .K. W ⁻¹]	0.0069	0.0177	0.0094	0.0092	0.0087

2.6 Prístroj SGHP

Zariadenie SGHP je určené k meraniu tepelného a výparného odporu skúšobnej vzorky za ustálených podmienok. V tomto meraní bolo použité len testovanie tepelného odporu. Meranie prebiehalo podľa normy EN ISO 11092.

Príprava a meranie vzorky

Veľkosť vzoriek je štvorec o strane 300 mm. Materiálové vzorky boli umiestnené do klimatickej komory o predpísanej teplote a vlhkosti. Postupne boli vzorky pripnuté o kovovú dosku o veľkosti 300 mm, ktorá je vyhrievaná a simuluje ľudskú pokožku. Po zapnutí prístroja dochádza k ustáleniu podmienok, čo trvá približne 20-30 min. Celková doba merania je 30 min. Výsledkom merania bola hodnota tepelného odporu. Pre každú vzorku bolo meranie opakované 2 krát.

Vyhodnotenie skúšky

Najväčší tepelný odpor vykazuje vzorka č. 2. Vzorky č. 4 a 5 vykazujú podobné hodnoty. Priemerné hodnoty testovania sú zaznamenané v Tabuľke č. 8.

Tabuľka 8 Výsledok tepelného odporu vzoriek.

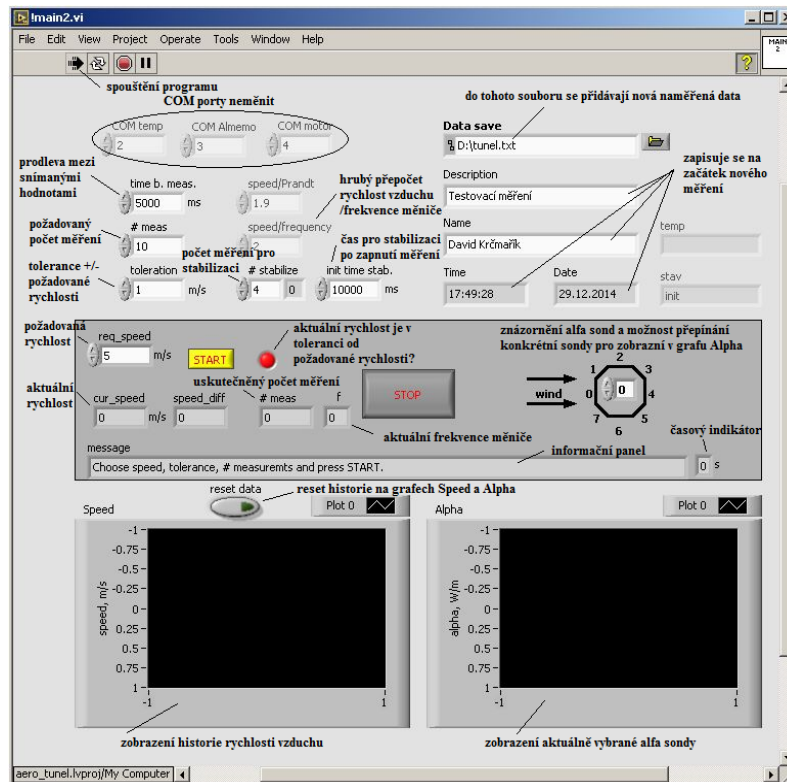
	1 vzorka	2 vzorka	3 vzorka	4 vzorka	5 vzorka
Tepelný odpor [m ² . K. W ⁻¹]	0.03865	0.0473	0.0288	0.0189	0.0215

2.7 Aerodynamický tunel

Veterný tunel testuje tepelnoizolačné vlastnosti materiálov, odevov. Zariadenie, veterný tunel predstavuje simuláciu ľudskej paže, ktorá je vytavená prúdiacemu vzduchu. Viac informácií v kapitole 1. 10. 5.

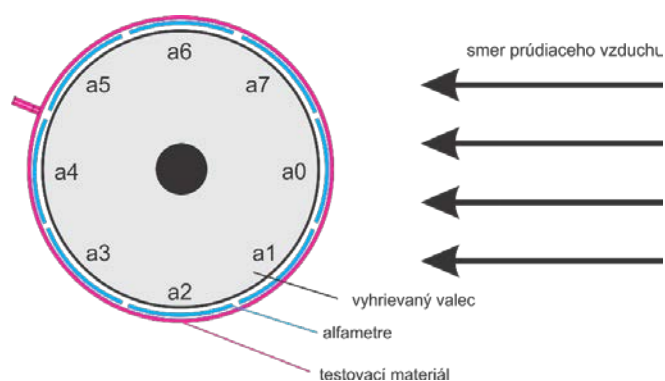
Postup merania

Aerodynamický tunel sa musí zapnúť spolu s počítačom. Po zapnutí počítača, sa nadviaže spojenie s aerodynamickým tunelom, spustí sa DHCP server v konzole, ktorý prideli IP adresu tunelu. Konzola musí byť spustená počas celej doby merania. Následne sa môže otvoriť program na nastavenie tunela, ktorý je naprogramovaný v LabVIEW. Pri spustení programu sa najprv prevedie kalibrácia, kde je otestovaná funkčnosť tunelu. Ak prebehne v poriadku kalibrácia, môže sa spustiť hlavný riadiaci program, cez ktorý je možné zvoliť jednotlivé parametre testovania. Na obr. 27 je zobrazený hlavný program. Pred každým marením je nutné nastaviť časť parametrov, ktorými sú: *time b. meas* určuje sekvenciu merania, *meas* počet meraní, *req. speed* rýchlosť prúdenia vzduchu, *toleration* určuje povolenú odchylku \pm od požadovanej rýchlosti, *Data save* súbor, kde sa ukladajú namerané dáta, *description* popis merania. Nastavenia tunela závisí od cieľu merania



Obrázok 27 Popis programu tunela

Po nastavení tunela může začít probíhat měření. V laboratoriu sú štandardné podmienky, regulované klimatizáciou, ktorá reguluje teplotu a vlhkosť na konštantnú teplotu 22°C a relatívnu vlhkosť 60±2%. Pripravené vzorky sú vložené do tunela na vyhrievaný valec. Vyhrievaný valec sa skladá z 8 alfametrov a0, a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7. Ako je vidieť na obrázku 28, prúd vzduchu prúdi zo strany ako sú alfametre a0, a1 a a7.



Obrázok 28 Ukážka rozloženia alfametrov v aerodynamickom tuneli

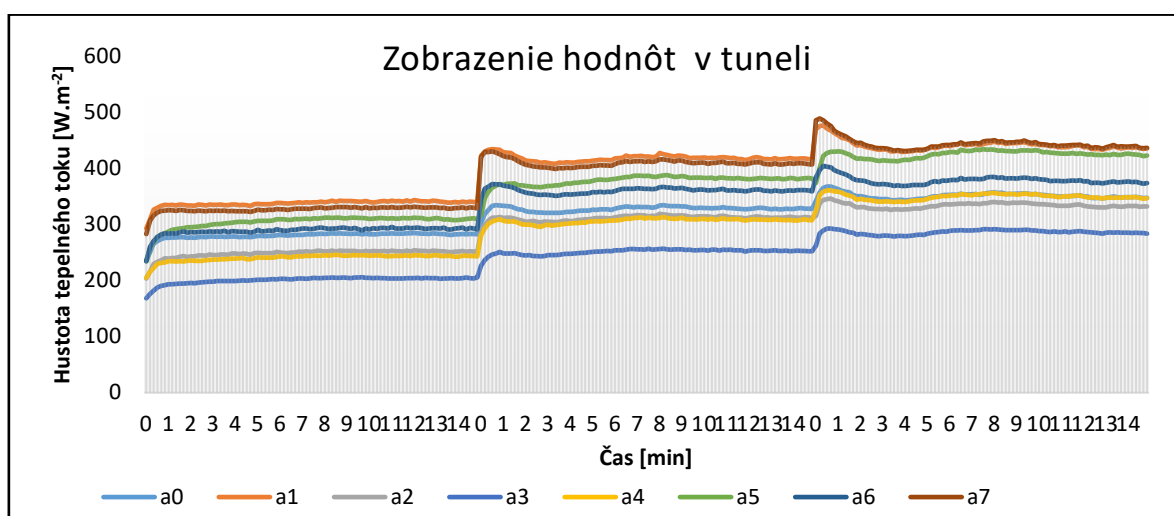
Testovacie meranie

Aerodynamický tunel nie je normovaný prístroj, preto bolo podstatné určiť, ako budú testované vzorky. V prvom testovaní sa zistilo, ako sa správa aerodynamický tunel bez skúšobnej vzorky. Zistenie ustáleného vzduchu a následné udanie správnych hodnôt a kalibráciu. Bola zistená doba merania jednotlivých vzoriek, ktoré budú predstavovať čo najpresnejšie hodnoty. Na základe tohto testu bolo vybrané štatistické spracovanie dát. Pri teste boli určené tri rýchlosti a to 5, 10 a 15 m.s⁻¹. Pri všetkých rýchlostiach boli nastavené rovnaké hodnoty, ako je vidieť v tabuľke 9.

Tabuľka 9 Nastavenie tunela

Rýchlosť tunela [m.s ⁻¹]	5	10	15
Čas merania [min]	15		
Počet meraní [-]	90		
Sekvencia merania [s]	10		
Odchýlka rýchlosti [m.s ⁻¹]	0,5		

Podľa obrázku 29 je vidieť, že pri všetkých rýchlostiach sú zo začiatku hodnoty neustálené a ide o chybné merania. Pri zvyšujúcej rýchlosti sa zvyšuje doba ustálenia. Pri testovaní vzoriek bolo nutné tieto okolnosti zohľadniť. Preto bola určená rôzna doba merania, pri rôznych rýchlostiach, aby nebolo veľmi veľa hodnôt a zároveň hodnoty boli ustálené. Na vylúčenie chýb bolo odstránených prvých 20 meraní, kvôli ustáleniu hustoty tepelného toku, ako môžeme vidieť na obrázku 30. Následne bola použitá štatistická Grubbsova metóda s faktorom 0,9, ktorá vylúči odľahlé hodnoty. Namerané dáta boli vyhodnotené v programe Matlab.



Obrázok 29 Graf ustálenia hodnôt merania v tuneli

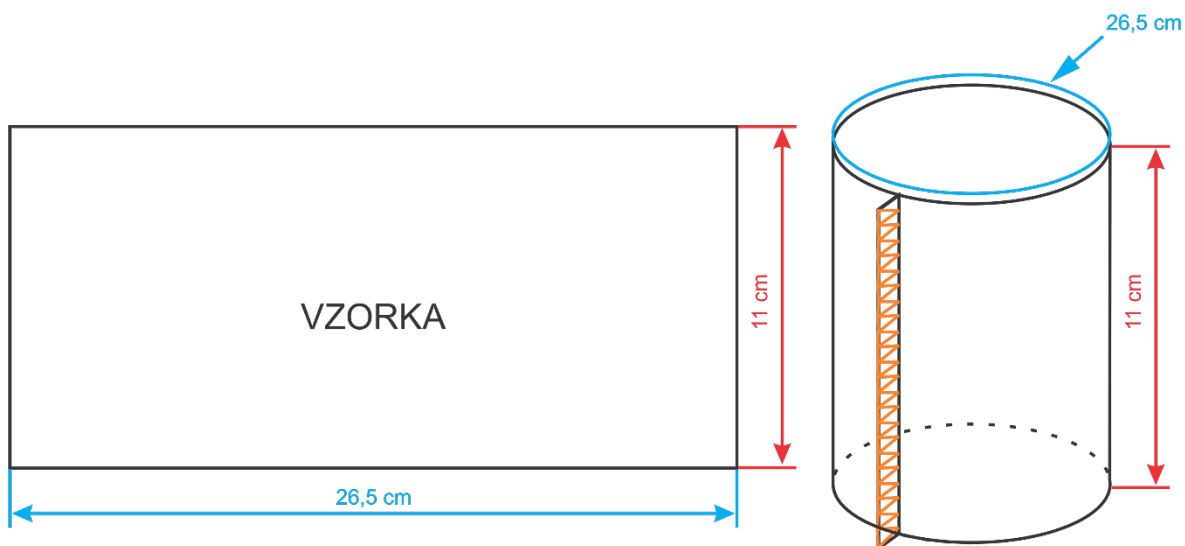
Určenie doby merania pre všetky vzorky na základe prvého testovania vzorky. Tieto nastavenia sa použili pre každú vzorku testovacieho materiálu. Hodnoty nájdeme v tab. 10. Hodnoty boli určené na základe podmienok, ktoré sa bežne vyskytujú pri jazde na bicykli.

Tabuľka 10 Hodnoty doby merania

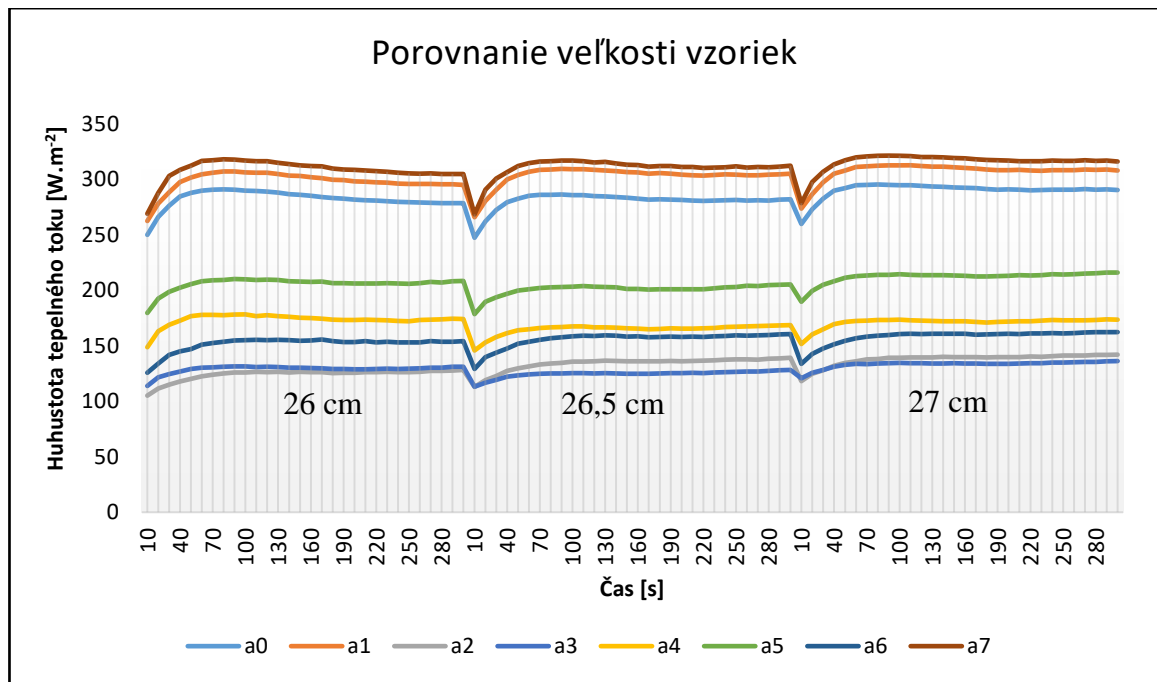
Rýchlosť [m.s ⁻¹]	Rýchlosť [km.h ⁻¹]	Doba merania [min]
5	18	15
10	36	20
15	54	25

Určenie veľkosti vzorky

Pre testovanie na aerodynamickom tuneli, je nutné upraviť skúšobné vzorky podľa vyhrievaného valca. Vyhrievaný valec má šírku 11 cm a obvod 26,5 cm (obr. 30). Bolo podstatné určenie správnej veľkosti skúšanej vzorky, aby simulovala, čo najpresnejšie cyklistické oblečenie, aby dáta ukazovali, čo najpresnejšie hodnoty. Na základe obvodu vyhrievaného valca boli určené tri testovacie veľkosti 26 cm, 26,5 a 27 cm. Zohľadnila sa aj rôzna elasticita materiálov. Z týchto vzoriek bola vybraná stredná veľkosť 26,5 cm Pretože najvhodnejšie simuluje cyklistický dres a na základe ustálenejších hodnôt, ako je vidieť na obrázku 31. Vzorky boli zošité stehom triedy 500.



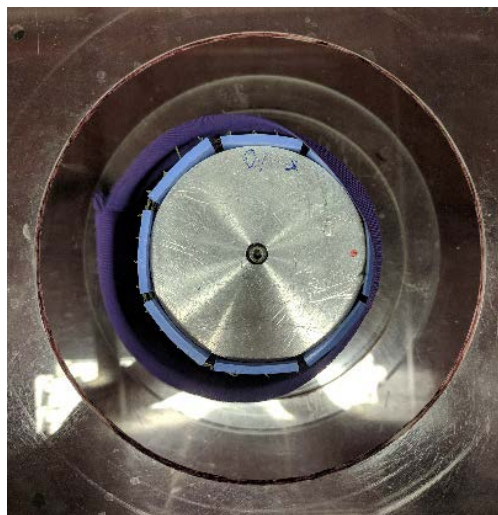
Obrázok 30 Schéma vzorky na aerodynamický tunel



Obrázok 31 Graf. porovnávania hodnôt veľkosti vzoriek

Skúšobná vzorka

V rámci skúšania aerodynamického tunela, bola otestovaná vzorka, jednodĺčna zát'azná pletenina z polyesteru, ktorá ne je určená na cyklistické oblečenie. Pri nastavení väčšej rýchlosti $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ bolo zistené, že materiál sa natiahol až o 1 cm. (obr. 32)



Obrázok 32 Skúšobná testovacia vzorka

Po tomto zistení bolo nutné otestovať, či sa aj vybrané vzorky budú správať rovnako. Meranie prebiehalo pri rýchlosti $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 10 min., pri každej vzorke, boli použité rovnaké podmienky. Hneď po teste bola vzorka vybraná z prístroja a odmeraná jej veľkosť. Pri vybraných materiáloch sa nepotvrdilo, že materiál sa pri prúdení vzduchu natiahol.

Finálne testovanie vzorky

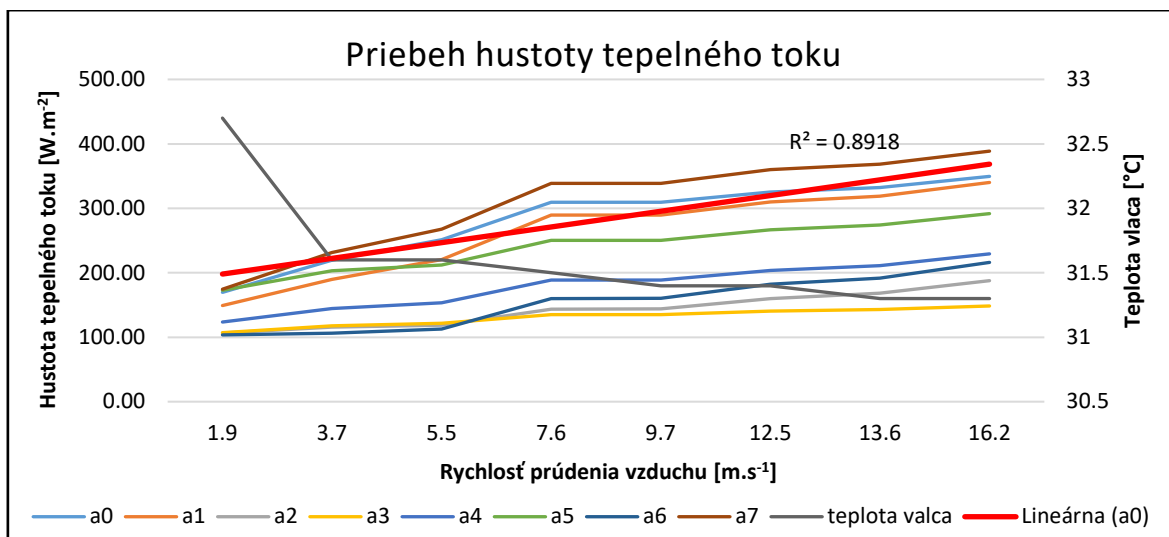
Po prípravných testovacích meraniach, boli prevedené finálne dve merania na vybraných vzorkách. Prvý test prebiehal kontinuálne, kde bola nastavená začiatočná rýchlosť $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, po každých 5 minútach sa zvýšila rýchlosť o $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ až po rýchlosť $16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, sekvencia merania 10 s, odchýlka $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Druhý test prebiehal podľa týchto podmienok: rýchlosť tunela 5, 10 a $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, čas merania 15, 20 a 25 min, počet meraní 90, 120 a 150, sekvencia merania 10 s, odchýlka rýchlosti $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Boli vykonané tri skúšky pre každú vzorku (obr. 33), kvôli overeniu správnosti testovania. Hodnoty boli štatisticky vyhodnotené.



Obrázok 33 Ukážka testovacieho vzorku

Výsledky aerodynamického tunela

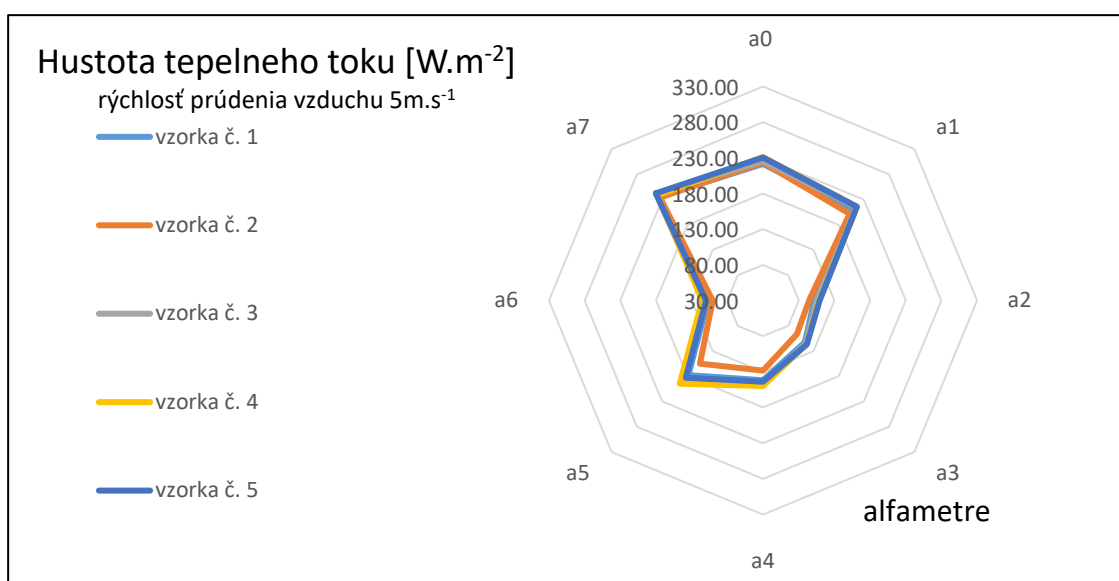
Výsledky merania na aerodynamickom tuneli boli štatisticky vyhodnotené, v prílohe C sú zaznamenané priemerné hodnoty merania. V prvom testovaní boli vzorky testované kontinuálne pri zvyšujúcej sa rýchlosti. Na obrázku 34 je vidieť priebeh rastúcich hodnôt tepelnej hustoty so zvyšujúcou sa rýchlosťou vzduchu. Z regresnej funkcie môžeme vidieť, že hodnoty stúpajú lineárne. Potvrďuje to aj rovnica spoľahlivosti $R^2 = 0,89$. Tento lineárny priebeh sa prejavil u všetkých vzoriek. So zvyšujúcou sa rýchlosťou prúdenia vzduchu, teplota valca klesá, najväčší pokles teploty môžeme zaznamenať medzi rýchlosťou 2 a $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



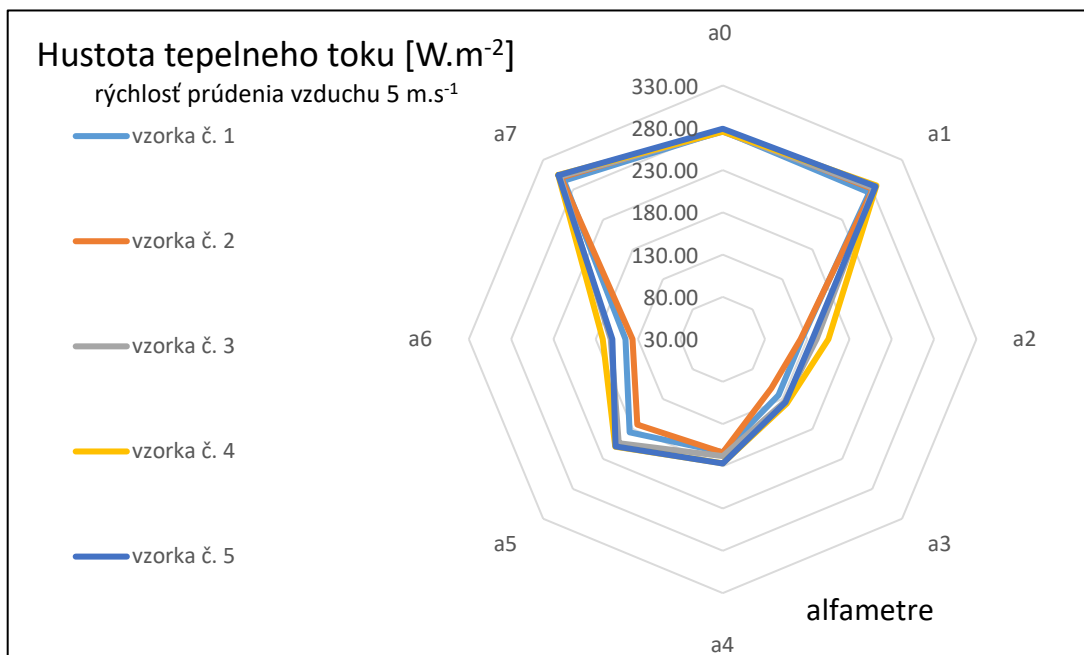
Obrázok 34 Graf priebeh hustoty tepelného toku

V druhom testovaní boli vzorky vystavené trom rýchlostiam prúdiaceho vzduchu a to 5, 10 a 15 m.s^{-1} . Každá vzorka bola otestovaná trikrát a následne štatisticky vyhodnotená, výsledky sú v prílohe C. Pre bližšie znázornenie výsledkov boli použité stĺpcové a radarové grafy. Pre porovnanie jednotlivých rýchlosti a rovnaký rozsah osy.

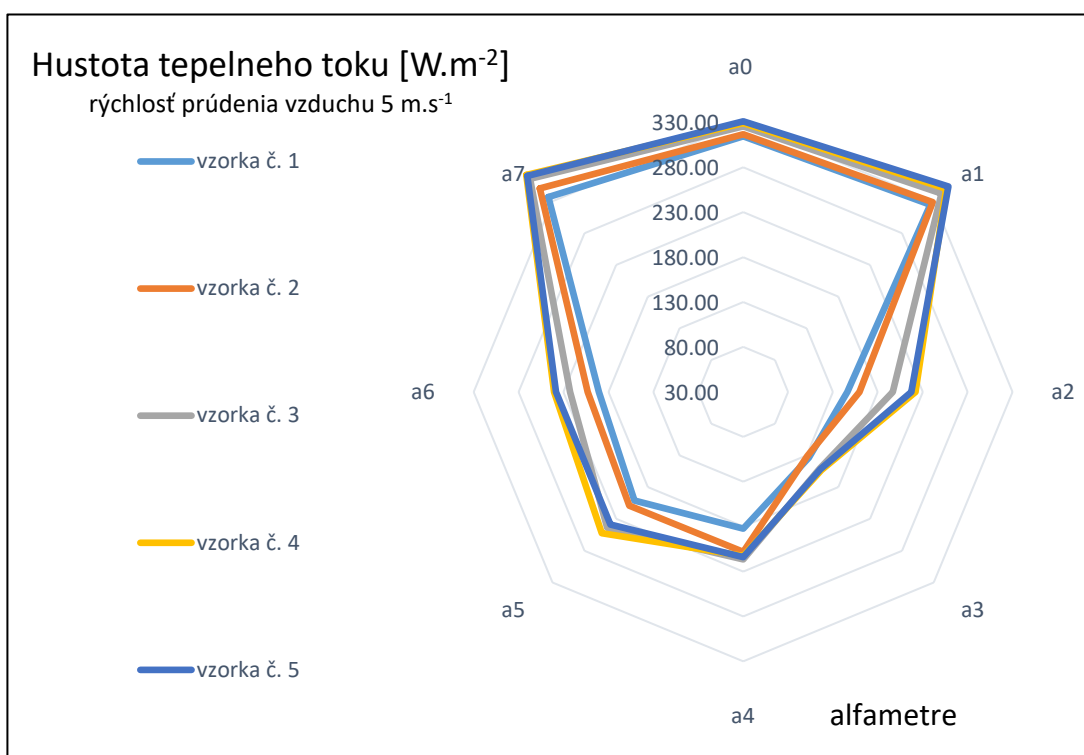
Zaznamenané hodnoty merania hustoty tepelného toku pre rýchlosť 5 m.s^{-1} . Ako je vidieť na obrázkoch 35, 36 a 37 vzorky majú podobný priebeh. Je to tým, že všetky testovacie vzorky, majú podobný charakter a využívajú sa na cyklistické oblečenie. K jednotlivým výsledkom boli zohľadnené aj parametre pletenín. Vzorky č. 1 a 2 vykazujú najlepšie tepelnoizolačné vlastnosti. Keď je porovnaná vzorka č. 1 so vzorkami č. 4, 5, ktoré majú podobnú plošnú hmotnosť, je vidieť na výsledkoch, že merino vlna má lepšie tepelnoizolačné vlastnosti.



Obrázok 35 Graf hustoty tepelného toku 5 m.s^{-1}

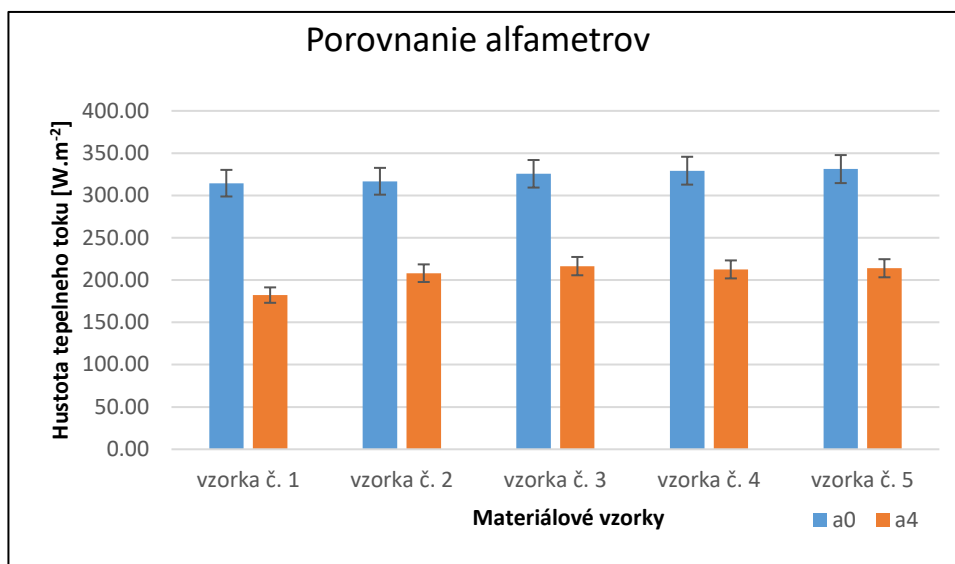


Obrázok 36 Graf hustoty tepelného toku 10 m.s⁻¹



Obrázok 37 Graf hustoty tepelného toku 15 m.s⁻¹

Pri porovnaní obrázkov 36, 37 a 38 je vidieť, že pri obrázku 38, pri rýchlosti 15 m.s⁻¹ je nárast hodnôt so zvýšením prúdenia vzduchu. Pri tejto rýchlosti sa viac prejavuje rozdiel medzi jednotlivými meranými vzorkami. Z obrázku 38 je vidieť ako sa líši náveterná a záveterná strana modelu, prístroj vhodne simuluje skutočné ochladzovanie v prúdiacom vzduchu.



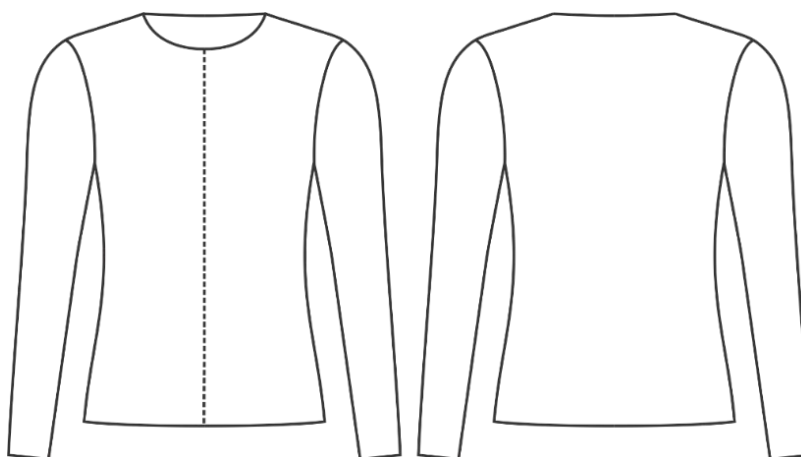
Obrázok 38 Porovnanie alfametrov a0 (návetrná strana), a4 (záveterná strana)

2.8 Tepelný manekýn

Vybrané vzorky boli testované na figuríne od firmy Thermetrics, Timmy. Je to tepelná figurína, ktorá testuje tepelný odpor, clo a hustotu tepelného toku. Pre testovanie boli podstatné hodnoty tepelného odporu a hustoty tepelného toku za kľudných podmienok a podmienok prúdiaceho vzduchu.

Príprava a meranie vzorky

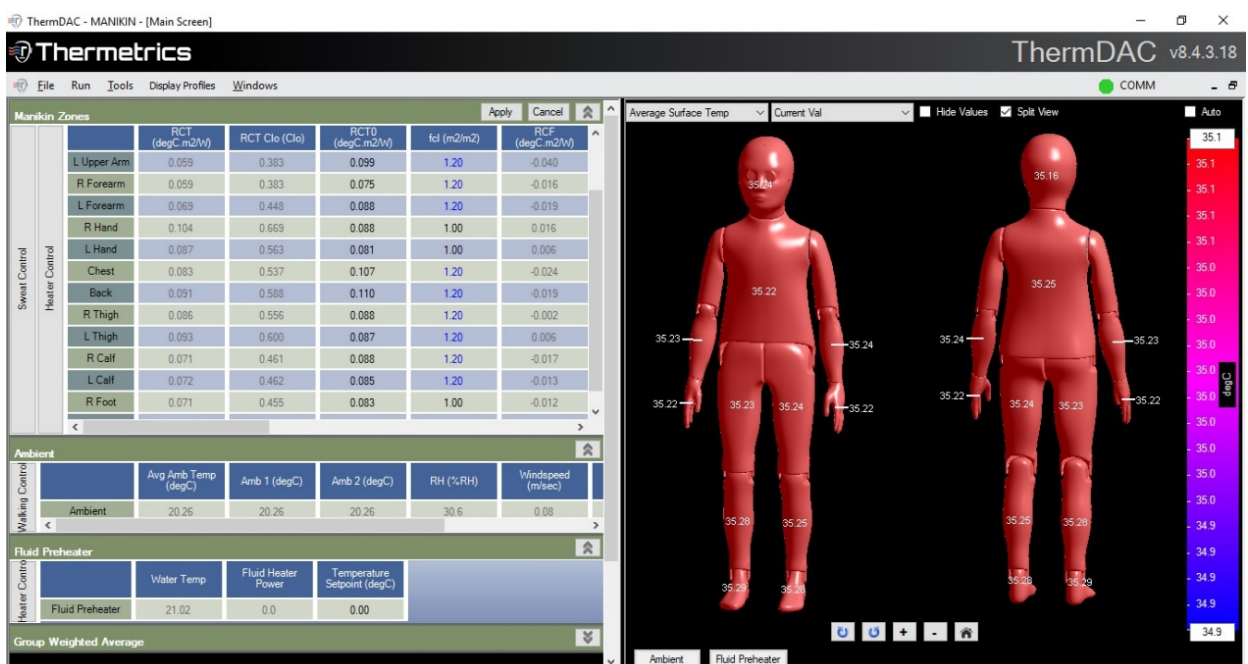
Pre testovanie vybraných materiálov bolo nutné vytvoriť prototyp trička. Boli ušité prototypy dresu so zipsom, pre ľahšie obliekanie figuríny. Veľkosť tepelnej figuríny je 10 ročný chlapec, veľkosť 140. Boli ušité tri prototypy dresu z troch testovacích materiálov po jednom kuse. Boli vybrané vzorky, na základe zloženia, a to vzorka č. 1 zloženie 100% Merino, vzorka č. 2 zloženie Polyester 61 % / Merino 36 % / Lycra 6 % a vzorka č. 4 100% Polyester.



Obrázok 39 Strih testovacieho trička

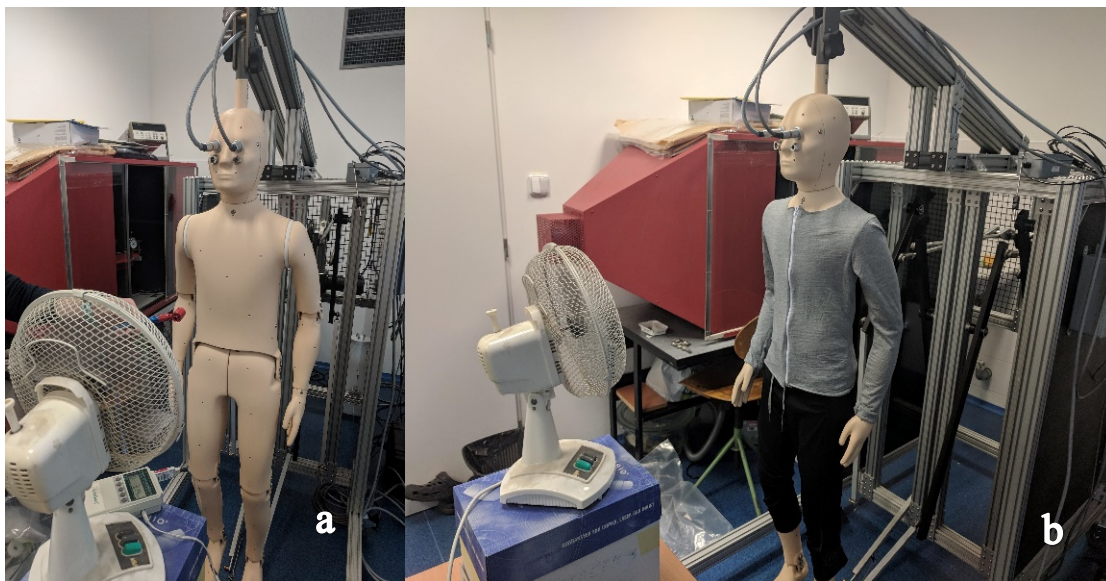
Testovanie prebiehalo v laboratóriu s riadenou klimatizáciou, ktorá reguluje teplotu a vlhkosť na konštantnú teplotu 20 °C a relatívna vlhkosť 30±2%. Prebiehali dve testovania a to za kľudných podmienok a za podmienok prúdenia vzduchu pomocou ventilátora. Testovanie jedného trička trvalo dve hodiny. Zber dát bol nastavený na jednu minútu, výsledkom bola priemerovaná hodnota. Tepelný manekýn bol nastavený na teplotu 35,23 °C. Tepelná figurína má zóny ktoré sú vidieť na obr. 25. Pre testovanie trička budeme sledovať len zóny 3, 5, 4, 6, 9 a 10.

Nastavovanie manekýna, prebieha v programe ThermDAC, ktorý vytvorí report testovania a vypočíta základné parametre (obr. 40).



Obrázok 40 Nastavenie manekýna v programe ThermDAC

Test za podmienok prúdenia vzduchu prebiehal ako experiment. Dôvod tohto testovania bol, aby bolo možné porovnať hodnoty, z tepelného manekýna, s aerodynamickým tunelom. Bol použitý ventilátor, kde bola testovaná rýchlosť fúkania. Ventilátor bol nastavený na najvyššiu rýchlosť, ktorá dosahovala po zmeraní 4,2 m.s⁻¹. Bol umiestnený pred figurínu cca 50 cm od hrudníku (obr. 41). Po nastavení ventilátora prebehol test.



Obrázok 41 a) testovanie rýchlosti vzduchu, b) ukážka testu

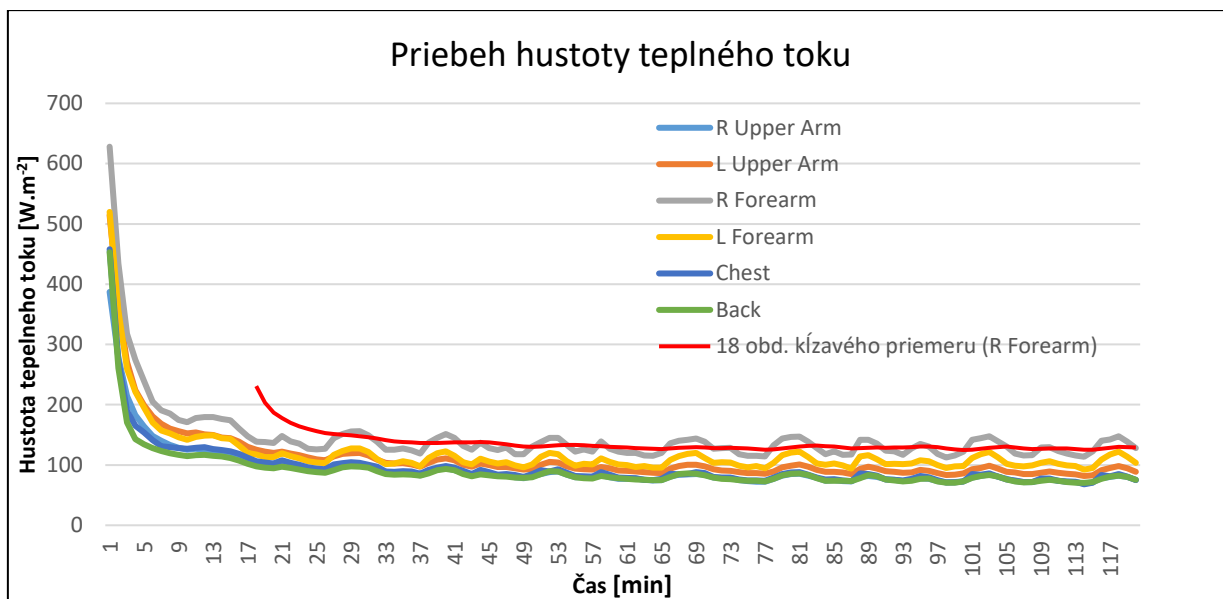
Výsledky testovania manekýna

V rámci testovania materiálu na tepelnom manekýnovi boli vybrané tri vzorky a to č. 1, 2 a 4. Boli vytvorené prototypy dresov, ktoré sa testovali v kludných podmienkach a v podmienkach prúdenia vzduchu (obr. 42).



Obrázok 42 Testovacie vzorky (vzorka č. 1,2 a 4)

Hodnoty hustoty tepelného toku boli zo začiatku veľmi neustálené, preto bolo nutné z merania odstrániť hodnoty z prvých 30 min, ako je vidieť na grafe. Tieto hodnoty by nám mohli výrazne ovplyvniť priemernú hodnotu. V ďalšej časti obrázku je vidieť, že hodnoty od 30 minúty do konca merania, sú systematicky kolísajúce, čo je zapríčinené pravdepodobne termostatom. V rámci grafu sú hodnoty preložené kľúčovým priemerom.



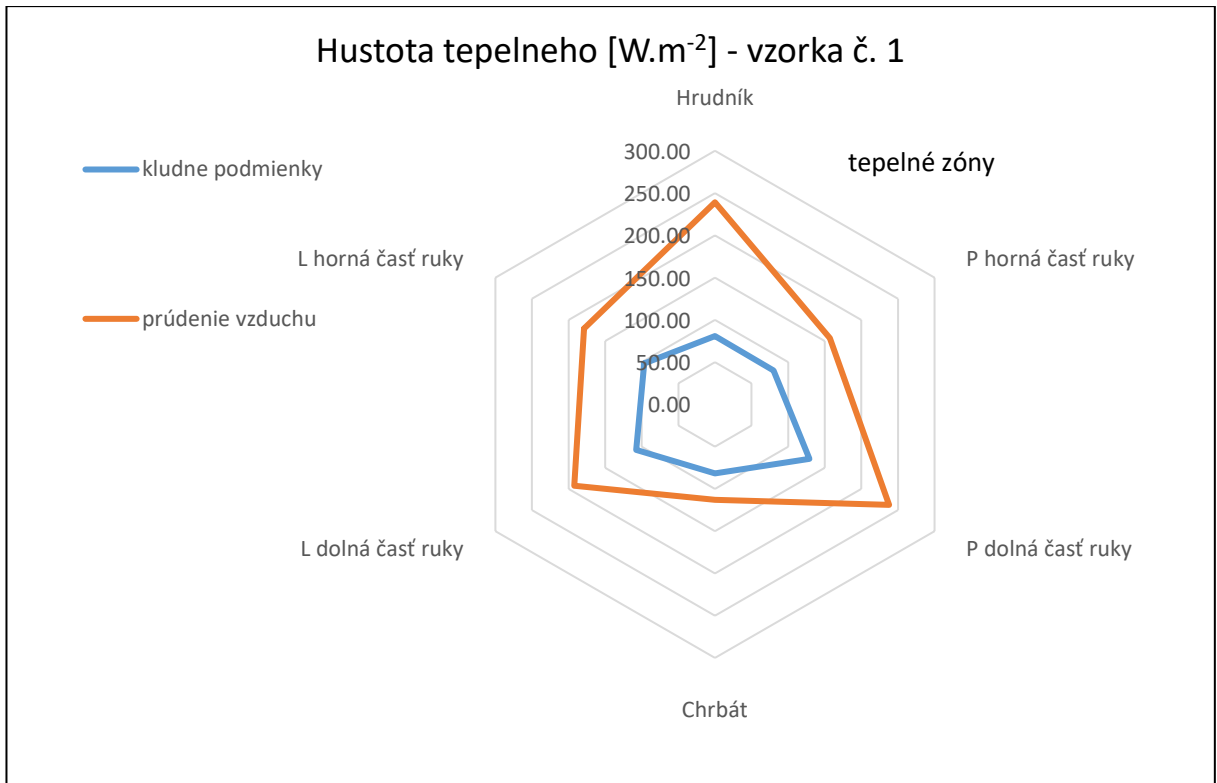
Obrázok 43 Priebeh merania hustoty tepelného toku

Výsledky testovania hustoty tepelného toku sú v tabuľke 11, kde je vidieť porovnanie hodnôt za kľudných podmienok a podmienok prúdenia vzduchu. Tento nárast hodnôt je vidieť aj na obrázku 44, 45 a 46. Najvyšší nárast hodnôt predstavuje hodnota na hrudníku, ako náveternej strany a najnižší nárast chrbtová časť, ako záveterná strana.

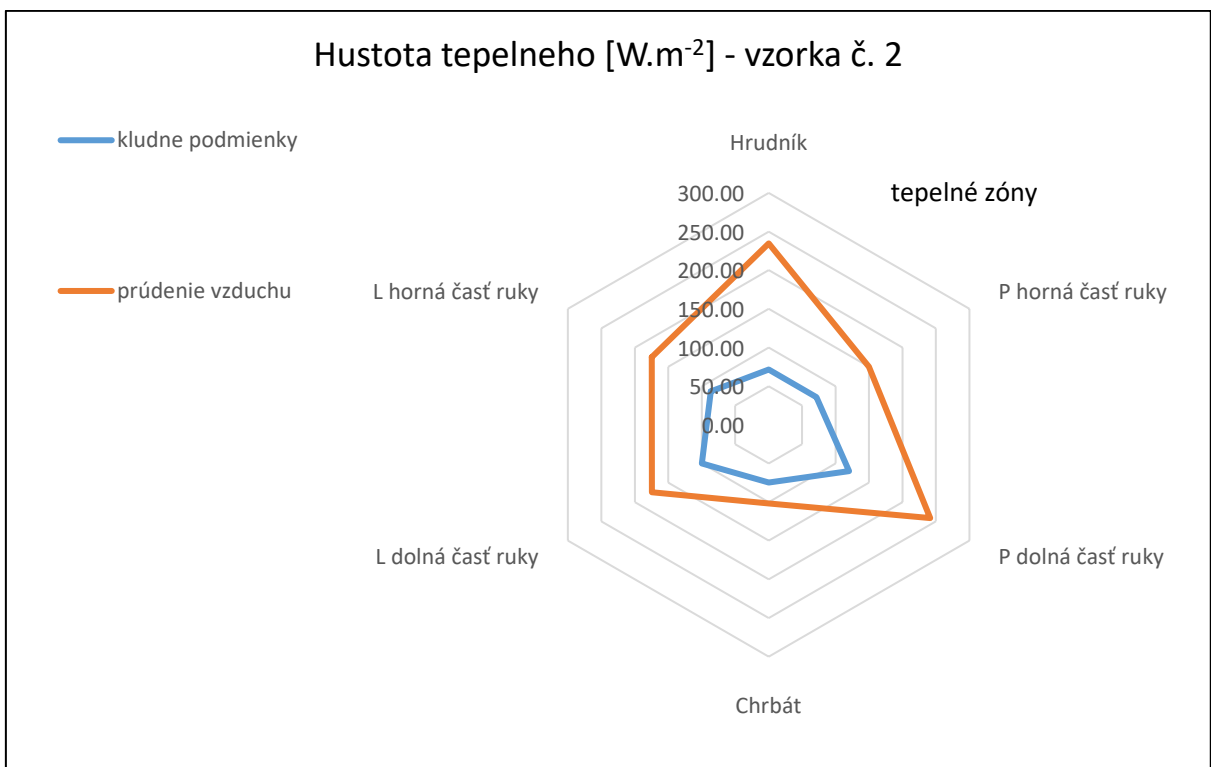
Tabuľka 11 Výsledky hustoty tepelného toku

Hustota tepelného toku [W.m ²]						
Vzorka č. 1	Hrudník	P horná časť ruky	P dolná časť ruky	Chrbát	L dolná časť ruky	L horná časť ruky
Kludne podmienky	80.78	80.05	129.03	81.71	107.64	96.51
Prúdenie vzduchu	239.03	156.80	237.88	113.14	192.245	179.03
Vzorka č. 2	Hrudník	P horná časť ruky	P dolná časť ruky	Chrbát	L dolná časť ruky	L horná časť ruky
Kludne podmienky	71.50	71.17	120.14	74.69	99.80	86.52
Prúdenie vzduchu	234.66	150.03	241.36	101.65	174.57	174.63
Vzorka č. 3	Hrudník	P horná časť ruky	P dolná časť ruky	Chrbát	L dolná časť ruky	L horná časť ruky
Kludne podmienky	82.77	86.08	144.14	88.03	116.20	105.77
Prúdenie vzduchu	289.92	210.69	329.37	132.46	248.71	266.49

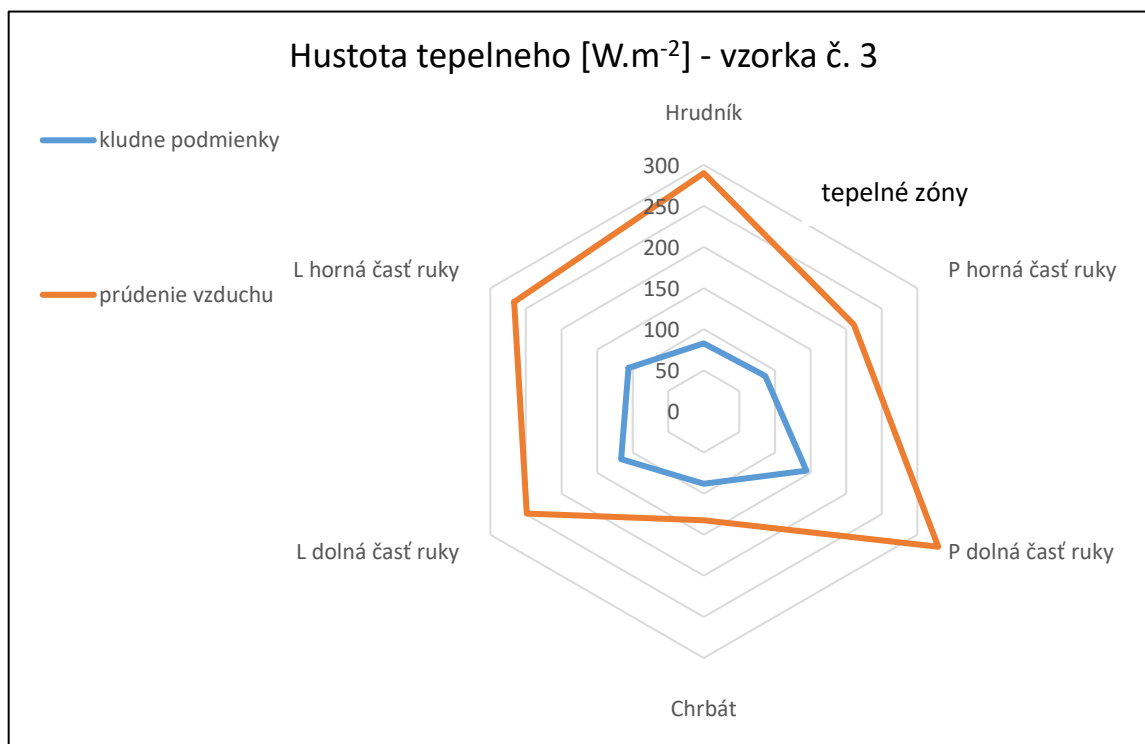
Podľa rozloženia tepelných senzorov, by mali byť symetrické hodnoty na pravej a ľavej ruke. Hodnoty nevyšli rovnako, je to pravdepodobne vplyvom okolia. Ako je vidieť na obrázkoch, pravá strana predstavuje pri hornej časti ruky väčší nárast hustoty tepelného toku, ako pri ľavej strane a je výrazne odchylená. Tento jav je viditeľný pri všetkých meraniach. Môže to byť spôsobené klimatizáciou laboratória, ktorá sa nachádza nad tepelným manekýnom.



Obrázok 44 Porovnanie hustoty tepelného vzduchu, vzorka č. 1



Obrázok 45 Porovnanie hustoty tepelného toku vzduchu, vzorka č. 2



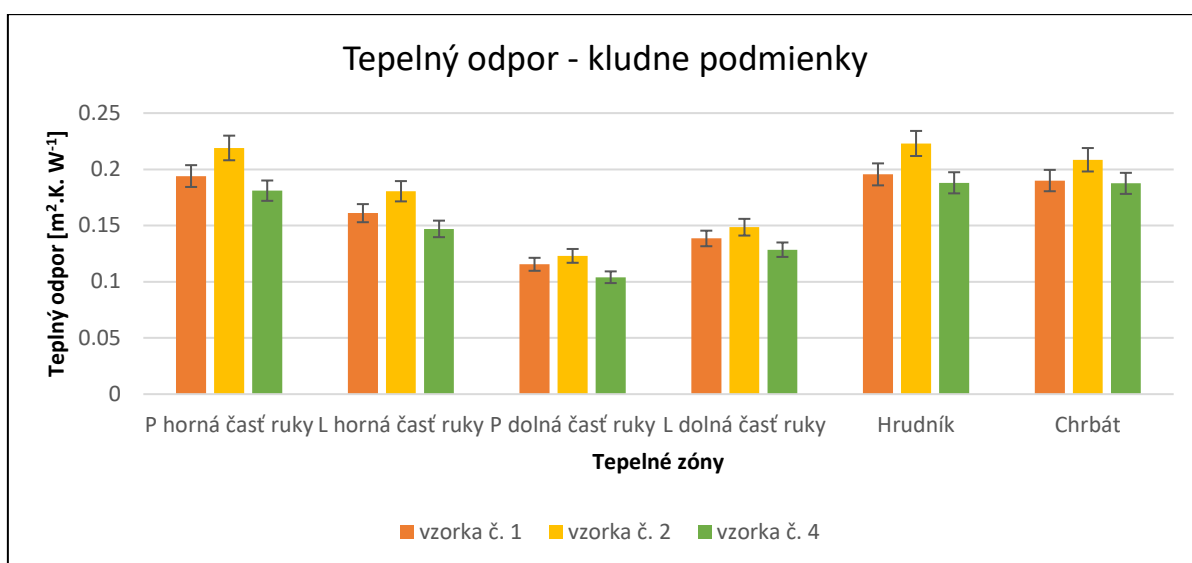
Obrázok 46 Porovnanie hustoty tepelného toku vzduchu, vzorka č. 3

Ak sa porovnajú jednotlivé vzorky medzi sebou, najlepšie vyšla vzorka č.2, následne vzorka č. 1 a potom vzorka č. 4. Vplyv na tieto výsledky má materiálové zloženie a to, že vzorky sú vyrobené z vlny. Vzorka č. 2 je síce zmes polyester a vlny, ale má najvyššiu plošnú hmotnosť preto vyšli výsledky najlepšie. Ak by sme porovnali vzorky č. 1 a 4, ktoré majú podobnú plošnú hmotnosť a hrúbku, má lepšie vlastnosti vzorka č. 1 ktorá má zloženie z Merino vlny. Treba ale brať do ohľadu, že vzorky nemajú rovnakú väzbu, preto nemôžeme vyvodiť úplný záver.

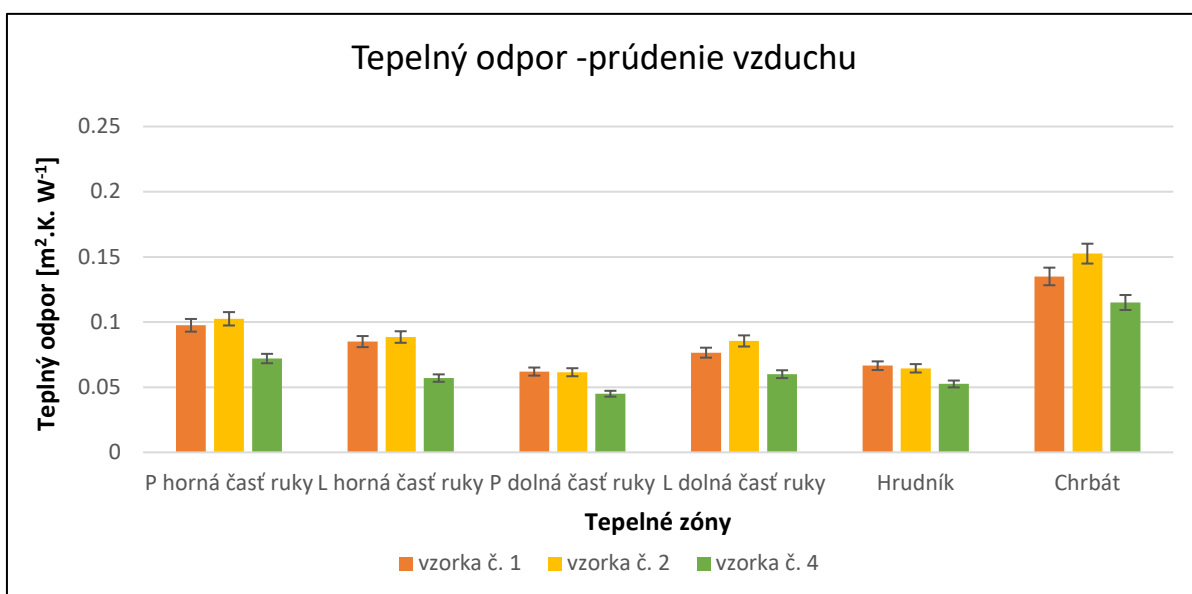
Tepelný odpor bol meraní za kludných podmienok v laboratóriu a za podmienok prúdenia vzduchu pomocou ventilátora, výsledky sú zapísané v tabuľke 11. Podľa obrázku je vidieť ako klesol tepelný odpor vplyvom prúdenia vzduchu. Najvyšší tepelný odpor za kludných podmienok dosahovala vzorka č.2 následne č. 1 a 4. Je vidieť, že hodnoty sú rovnako rovnomerne rozložené v jednotlivých tepelných zónach. Pri prúdení vzduchu môžeme vidieť, že hodnoty tepelného odporu výrazne klesli, okrem chrbtovej zóny, ktorá predstavuje záveternú stranu. Je zaujímavé, že hodnoty pri vzorkách č. 1 a 2 sú veľmi podobné, na rozdiel od kludných podmienok, ako môžeme vidieť na obrázku 46 a 47. Týmto testom sme potvrdili ako je spomenuté v teoretickej časti, že vplyvom vetra sa výrazne znižuje tepelný odpor oblečenia.

Tabuľka 12 meraní na manekýnovi

Tepelné zóny manekýna	vzorka č. 1		vzorka č. 2		vzorka č. 4	
	RCT	RCT	RCT	RCT	RCT	RCT
	kľudné podmienky	prúdenie vzduchu	kľudné podmienky	prúdenie vzduchu	kľudné podmienky	prúdenie vzduchu
	priemer	priemer	priemer	priemer	priemer	priemer
P horná časť ruky	0.194	0.0975	0.219	0.1025	0.181	0.072
L horná časť ruky	0.161	0.085	0.1805	0.0885	0.147	0.057
R dolná časť ruky	0.1155	0.062	0.123	0.0615	0.104	0.045
L dolná časť ruky	0.1385	0.0765	0.1485	0.0855	0.1285	0.06
Hrudník	0.1955	0.0665	0.223	0.0645	0.188	0.0525
Chrbát	0.19	0.135	0.2085	0.1525	0.1875	0.115



Obrázok 47 Tepelný odpor - kľudne podmienky



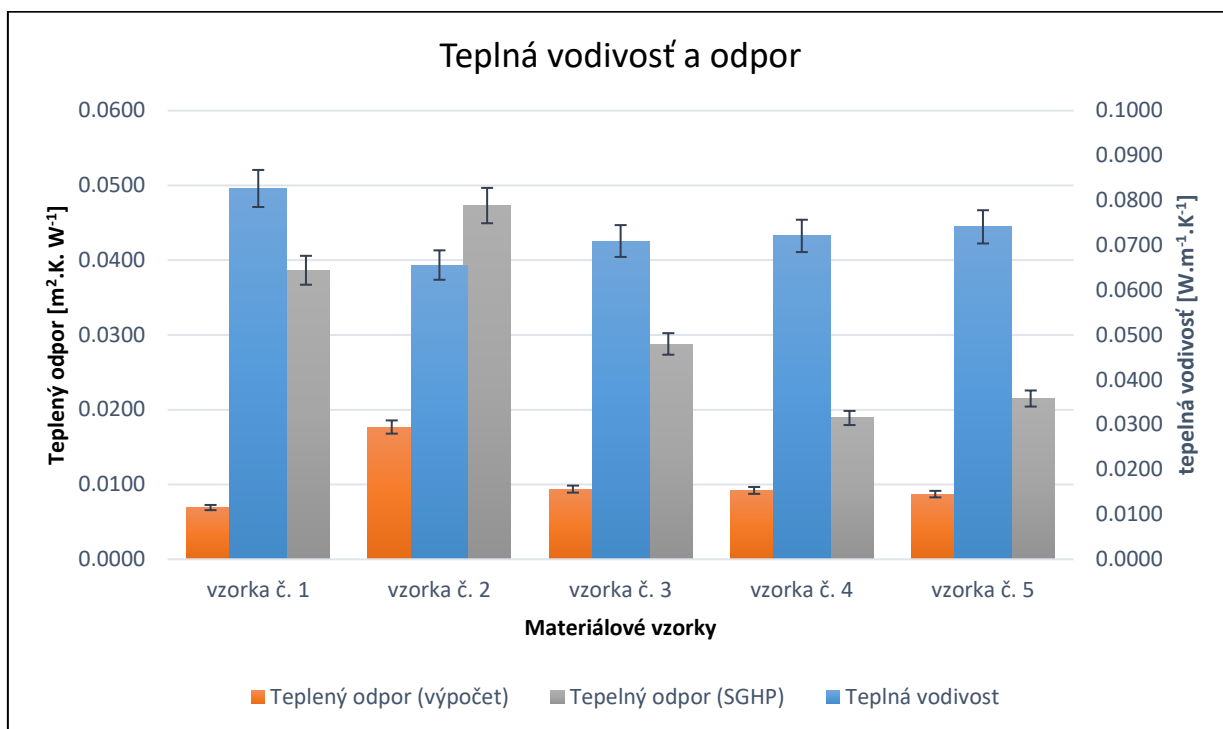
Obrázok 48 Tepelný odpor – prúdenie vzduchu

2.9 Diskusia výsledkov

Experiment sa rozdeľuje na tri časti a to zistenie základných vlastností materiálov, testovanie vzoriek na prístroji SDL M 021 S, Thermal Conductivity Analyser-C-Therm (TCI) a Sweating Guarded Hot Plate (SGHP) a testovanie pri prúdiacom vzduchu, a to pomocou aerodynamického tunela a tepelného manekýna, za kľudných podmienok a podmienok prúdiaceho vzduchu. Tieto prístroje boli vybrané na základe porovnania jednotlivých výsledných hodnôt medzi sebou a zistiť určité vlastnosti materiálov, pri simulácii bežných podmienkach prúdenia vzduchu na bicykli.

Porovnanie prístroja TCI a SGHP

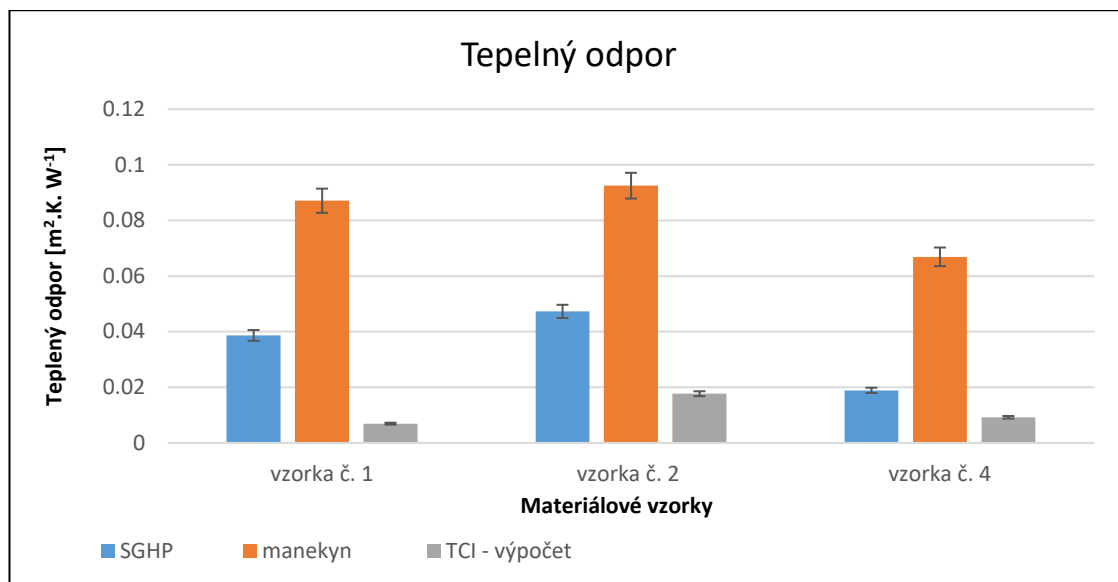
Pri týchto prístrojoch bola meraná iná veličina, TCI meria tepelnú vodivosť, na rozdiel od prístroja SGHP, ktorý meria tepelný odpor. Tieto prístroje bolo možné porovnať na základe vzorca, kde sme dostali z prístroja TCI tepelný odpor. Musí sa brať do úvahy, že prístroj SGHP meria presnejšie, nakoľko test prebieha oveľa dlhšie a vzorka je vložená do uzavretej skrine prístroja. Hodnoty týchto prístrojov sa síce líšia, ale trend majú rovnaký, ako je vidieť na obrázku 49. Najväčší tepelný odpor predstavuje vzorka č. 2, ktorá má najvyššiu plošnú hmotnosť. Pri vzorkách 1, 3, 4 a 5 ktoré majú podobnú plošnú hmotnosť, klesá tepelný odpor lineárne, čo môže byť spôsobené materiálovým zložením.



Obrázok 49 Graf tepelnej vodivosti a odporu

Porovnanie tepelného odporu SGHP a manekýna

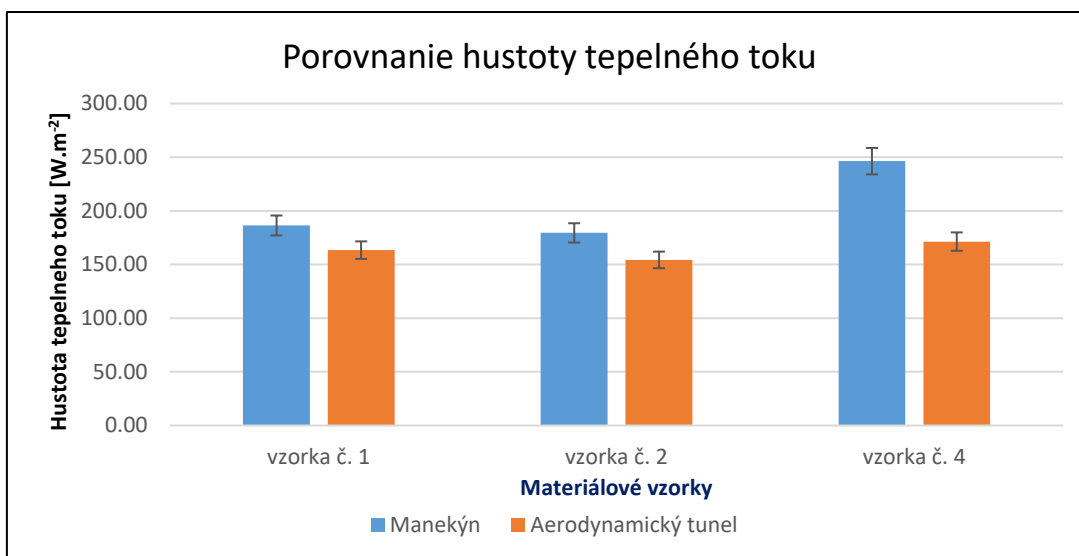
Pri porovnaní výsledkov z SGHP a manekýna je vidieť určitú závislosť (obr. 50). Síce hodnoty sú rozdielne, na základe toho, že manekýn sa nachádza vo voľnom prostredí. Ale môže sa určiť na základe trochu rôznych testovaní, že najvyšší odpor predstavuje materiálová vzorka č. 2



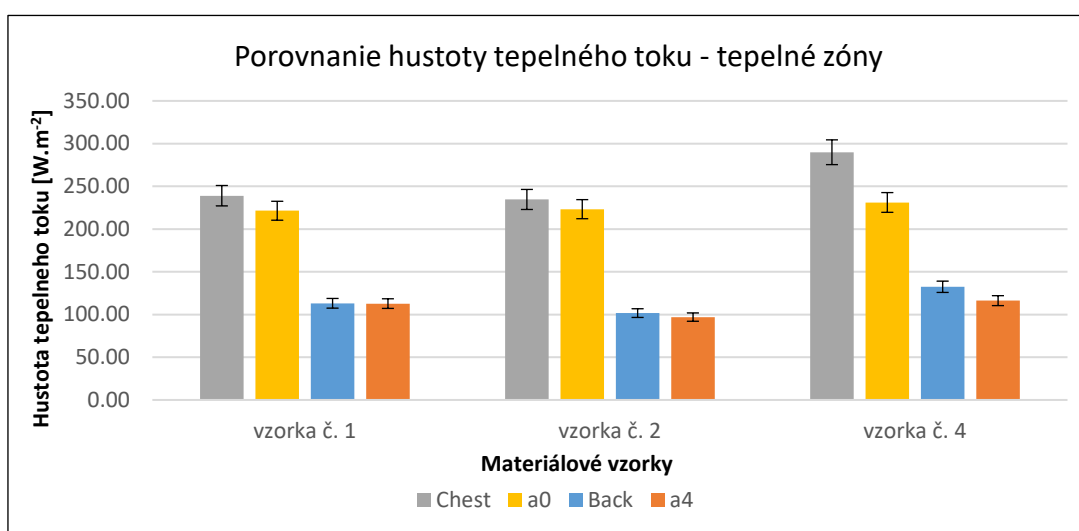
Obrázok 50 Tepelný odpor

Porovnanie hustoty tepelného toku manekýna a aerodynamického tunela

Pre porovnanie hodnôt hustoty tepelného toku aerodynamického tunela bol vybraný tepelný manekýn. Je to jeden z mála prístrojov, kde je možné meranie hustoty tepelného toku. V predchádzajúcich prácach totiž nebolo možné porovnať výsledky aerodynamického tunela s iným zariadením. Pri aerodynamickom tuneli sa vybrali namerané dáta z prvej skupiny merania a to $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Pri porovnaní zariadení boli aplikované dve varianty. Prvú variantu znázorňuje obrázok 51, kde bol vypočítaný priemer všetkých alfametrov a priemer všetkých tepelných zón na manekýnovi. V druhej variante boli brané do úvahy 4 senzory a to 2 na aerodynamickom tuneli a 2 na tepelnom manekýnovi. Jeden senzor predstavuje náveternú stranu a druhý záveternú stranu (obr. 52). Hodnoty sa medzi párovými zónami veľmi nelíšia, hrudník a a0 predstavuje náveternú stranu a chrbát a a4 záveternú stranu. Náveterná strana je priamo vystavená prúdeniu vzduchu, preto sa viac ochladzuje čo sa prejaví pocitom chladu. Vo všeobecnosti môže byť povedané, že tepelný manekýn predstavuje trochu vyššie hodnoty ako aerodynamický tunel čo platí aj pri porovnaní celkových priemerov ale aj pri porovnaní jednotlivých zón.



Obrázok 51 Porovnanie hustoty tepelného toku



Obrázok 52 Porovnanie hustoty tepelného toku - tepelné zóny

Zhodnotenie výsledkov

Cieľom testovania bolo určenie tepelnoizolačných vlastností za kludných podmienok a podmienok prúdiaceho vzduchu. Pre testovanie tepelnoizolačných vlastností pre kludné podmienky bol použitý prístroj TCI, SGHT a tepelný manekýn. Najpresnejšie meranie predstavuje prístroj SGHT, treba ale počítať s tým, že meranie je časovo náročné. Vzorky sa testujú v aklimatizovanej skrini prístroja, kde nedochádza k vplyvu okolitého prostredia ako to môže byť pri prístroji TCI a tepelnom manekýnovi. Pre simuláciu testovania pri prúdiacom vzduchu, ako dochádza k jazde na bicykli boli navrhnuté dva spôsoby. Testovanie prebehlo na aerodynamickom tuneli a použitím tepelného manekýna, kde bol nainštalovaný ventilátor. Aerodynamický tunel je zariadenie, ktoré sa bežne používa na zistenie tepelnoizolačných vlastností kde si vieme nastaviť požadované podmienky testovania. Testovanie vzoriek na manekýnovi pri prúdiacom vzduchu bolo uskutočnené v rámci experimentu. Test prebehol

z časového hľadiska len na troch vybraných vzorkách a len pri jednej rýchlosti. Tento experiment sa prejavil ako úspešný, a to na základe toho, že hodnoty zodpovedajú aerodynamickému tunelu.

Pre ďalšie testovanie na tepelnom manekýnovi pri podmienkach prúdiaceho vzduchu je dôležité, aby merania prebiehali za rovnakých podmienok. A to zabezpečením rovnomerného prúdenia po celej ploche manekýna. Čo je možné dosiahnuť správnu geometriu lopatiek ventilátora a tiež dostatočnou veľkosťou. Dôležitou súčasťou testovania je nastavovanie rôznej rýchlosti prúdenia vzduchu, ktorá by sa dala porovnávať s aerodynamickým tunelom a tiež sledovanie priebežnej rýchlosti.

Na aerodynamickom tuneli bolo počas skúšobnej vzorky zistené, že vplyvom prúdenia silného vzduchu $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ sa vzorka natiahla až o 1 cm. Po tomto zistení boli otestované vybrané testovacie vzorky, kde sa tento problém neprejavil. Návrh ďalšieho testovania, ktoré by sa zameralo na vplyv prúdenia vzduchu na natiahnutie vzorky.

V rámci testovania tepelnoizolačných vlastností materiálov pre cyklistické oblečenie, bolo zistené že najlepšie tepelnoizolačné má vzorka č. 2. Vplyv na tento výsledok má materiálové zloženie, ale aj plošná hmotnosť materiálu. Pri vzorkách s podobnou plošnou hmotnosťou vyšla najlepšie vzorka č. 1, ktorá je vyrobená zo 100% merino vlny, na rozdiel od vzoriek č. 4 a 5, ktoré sú vyrobené z 100 % polyesteru. Tento výsledok mohol ovplyvniť materiálové zloženie, kde merino vlna má lepšie tepelnoizolačné vlastnosti, ale aj vplyv väzby materiálu na priedušnosť.

ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bolo hodnotenie tepelnoizolačných vlastností cyklistických dresov a to za kľudných podmienok a podmienok prúdiaceho vzduchu. Testované vzorky sú materiály určené na jarné a jesenné počasie, ktoré spĺňajú úlohu prvej vrstvy oblečenia. Úlohou bolo porovnanie rôznych metód testovania, a vytvorenie podmienok na testovanie pri prúdení vzduchu, ktorým je môžeme simulovať jazdu na bicykli.

V úvode diplomovej práce sú vysvetlené základné pojmy danej problematiky. Približuje sa história cyklistického oblečenia, jeho rozdelenie, inovácie v dnešnej dobe a používané nové materiály. Objasňujú sa základné úžitkové vlastnosti cyklistického oblečenia a jeho špecifické požiadavky. Dôraz sa kladie na komfort. Vysvetľuje sa vplyv tepelnoizolačných vlastností za kľudných podmienok a za podmienok prúdenia vzduchu. Popisuje metódy testovania tepelnoizolačných vlastností materiálov.

V rámci experimentálnej časti, bol zhotovený experiment, pre hodnotenie tepelnoizolačných vlastností odevov za kľudných podmienok a podmienok prúdenia vzduchu. Experiment sa rozdeľoval na tri časti. V prvej časti boli zisťované základné vlastnosti vzoriek, ako štruktúra, plošná hmotnosť a pórovitosť. V druhej časti boli použité normované statické merania na zistenie priedušnosti, tepelnej vodivosti a tepelného odporu. V poslednej časti boli odskúšané experimentálne metódy a meranie tepelnoizolačných vlastností pomocou prúdiaceho vzduchu. Na toto testovanie boli vybrané prístroje, aerodynamický tunel a tepelný manekýn, kde bol použitý ventilátor na simuláciu vetra. Experimentálnu časť uzatvára diskusia výsledkov, kde sú porovnané jednotlivé merania a testovacie metódy na tepelnoizolačné vlastnosti ich výhody a nevýhody. V rámci testovania tepelnoizolačných vlastností materiálov, pre cyklistické oblečenie, bolo zistené, že najlepšie tepelnoizolačné vlastnosti má vzorka č. 2.

Záver experimentu pri testovaní tepelnoizolačných vlastností pri prúdiacom vzduchu pomocou aerodynamického tunela a manekýna sa prejavil ako úspešný. Aj napriek experimentálnemu testovaniu, výsledky meraní vyšli podobne a navzájom korelujú. Prvýkrát bolo možné porovnanie rovnakých hodnôt aerodynamického tunela s druhým prístrojom. Postup ďalšieho testovania bol popísaný v hodnotení výsledkov.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] HAYES, S. G., Praburaj VENKATRAMAN. *Materials and technology for sportswear and performance apparel*. Boca Raton: CRC Press, [2016]. ISBN 9781482220513.
- [2] MCCANN, J., BRYSON, D.: *Smart clothes and wearable technology*. India: CRC Press. 2009. ISBN 978-1-84569-566-8.
- [3] LUO, J.: Design Innovation of Functional Cycling Sportswear. Dizertačná práca. The Hong Kong : Polytechnic university, 2012. Dostupné na: <<http://ira.lib.polyu.edu.hk/handle/10397/7371>>.
- [4] *The history od cycling clothing*. [online]. 2017. [cit. 2017-01-24]. Dostupn na: <<http://invision.provizsports.com/the-history-of-cycling-clothing/>>.
- [5] SOLDINGER, N.: A history of cycling in 15 jerseys. [online]. 2016. [cit. 2017-01-24]. Dostupné na: <<http://www.cyclist.co.uk/in-depth/1187/a-history-of-cycling-in-15-jerseys>>.
- [6] KUN, Z., YANZHEN, W.: Science Research : Research on Bicycle Riding Clothes. In: *Science Publishing Group*. [online]. October 2015, vol. 3, Issue 5., p. 252–255. [cit. 2017-01-2]. Dostupné na: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.826.5107&rep=rep1&type=pdf>>.
- [7] DIGIOVANNI, J., D.; *12 cycling apparel brands you should know* [online]. 2017. [cit. 2019-03-20]. Dostupné na: <<https://hiconsumption.com/2017/10/best-cycling-apparel-brands/>>
- [8] *Size Guide* [online]. 2019. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: <<https://www.wiggle.co.uk/dhb-aeron-s-peed-short-sleeve-jersey-chroma/>>
- [9] Kimlička, M.; *CRAFT - výber vhodných cyklistických nohavíc ako základ* [online]. 2018. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na:<[https://www.mtbiker.sk/clanky/9845 /predstavenie-craft-vyber-vhodnych-cyklistickyh-nohavic-ako-zaklad.html](https://www.mtbiker.sk/clanky/9845/predstavenie-craft-vyber-vhodnych-cyklistickyh-nohavic-ako-zaklad.html)>
- [10] Buchanan, J.; *First Look - DHARCO Australian Hot Weather Riding Kit* [online]. 2015. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na:<<https://enduro-mtb.com/en/first-look-dharco-australian-hot-weather-riding-kit/>>
- [11] *O nás* [online]. 2017. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na:<<https://abrakastore.sk/o-nas/>>
- [12] *Behind our textile innovation* [online]. 2017. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na:<<https://us.blacksheepcycling.cc/pages/textile-innovation>>
- [13] ECO PERFORMANCE FABRICS [online]. 2019. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na:<<https://www.elasticinterface.com/fabrics/>>
- [14] *FABRIC* [online]. 2019. [cit. 2019-03-28]. Dostupné na:<<https://www.giordanacycling.com/technology/fabrics>>
- [15] *TECHNOLOGIES* [online]. 2019. [cit. 2019-03-28]. Dostupné na:<<https://katushasports.com/pages/technologies#37.5>>

- [16] Zelová K., Výroba oděvů. Oděvní materiály-vlastnosti. [cit. 1. 4. 2019].
- [17] Křemenáková, D.; *TEXTILNÍ METROLOGIE A HODNOCENÍ JAKOSTI – JAKOST PLOŠNÝCH TEXTILIÍ* Katedra materiálového inženýrství, Fakulta textilní, Technická univerzita v Liberci
- [18] SHISHOO, Roshan, ed.: *Textiles for sportswear*. Cambridge: Woodhead publishing, 2015. ISBN 978-1-78242-229-7.
- [19] Sinclair, R.; *Textiles and Fashion, Materials, Design and Technology*. The Textile Institute and Woodhead Publishing, 2015. ISBN 978-0-85709-561-9 (online)
- [20] LIZÁK, P., MURÁROVÁ, Z.: *Komfort odevov*. Krakow : Towarzystwo Słowaków Polsce, 2013. ISBN 978-83-7490
- [21] HES, L., SLUKA, P.: *Úvod do komfortu textilií – skripta katedry hodnocení textilií*
- [22] Havenith, G.: *Heat Balance When Wearing Protective Clothing*. *Ergonomics*. Ann. occup. Hyg., Vol. 43, No. 5, pp. 289±296,
- [23] Troynikov, O., Watson, C.: *Smart Body – Ergonomic Seamless Sportswear Design and Development*. RMIT University Milenstone Report TMS01, [2005]
- [24] POSPÍŠILOVÁ L.: *Vliv tělesné zátěže na funkčnost aktivního oblečení*. Diplomová práce. Praha 2007
- [25] Militky, J., Vaniček J.: *Vlastnosti vláken*. skripta katedry textilních materiálů, FT, TÚ Liberec
- [26] TEPELNÉ VLASTNOSTI. Ústav fyziky a materiálového inženýrství. Zlín. [online]. 2009. [cit. 2018-06-20]. Dostupné na:<http://ufmi.ft.utb.cz/texty/kzm/KZM_12.pdf>
- [27] LAMKOVÁ, R.: *Měření tepelněizolačních vlastností odevních materiálů v proudícím vzduchu*. Diplomová práce. Liberec 2017
- [28] Stavebná fakulta TU v Košiciach Špeciálne vzdelávanie znalcov STAVEBNÁ FYZIKA Dostupne na: <<https://www.researchgate.net/profile/Dusan...tepelna...a.../2-teploty.pdf>>
- [29] POSPÍŠILOVÁ L.: *Vliv tělesné zátěže na funkčnost aktivního oblečení*. Diplomová práce. Praha 2007
- [30] Kireš, M., Labuda, J.; *Mechanika kvapalín a plynov* [online]. 2019. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na:< <http://physedu.science.upjs.sk/kvapaliny/>>
- [31] *Aerodynamika a mechanika letu* [online]. 2019. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na:<http://www.laa.sk/wpcontent/uploads/2013/03/aerodynamika_a_mechanika_letu.pdf>
- [32] *Hydraulika* [online]. 2015. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na:<http://kchbi.chtf.stuba.sk/upload_new/file/CHI-1/4%20Hydraulika.pdf>

- [33] The Editors of Encyklopaedia Britannica.: *Merino, Breed od sheep*. [online]. [cit. 2018-08-10]. Dostupné na: <<https://www.britannica.com/animal/Merino-breed-ofsheep>>
- [34] SREENIVASA MURTHY, H. V.: *Introduction to Textile Fibres*. WPI Publishing [2015]. ISBN 9789385059094
- [35] JOHNSON, Nigel A. G., Ian RUSSELL. *Advances in wool technology*. Boca Raton: CRC Press, 2009. ISBN 978-1-84569-332-9.
- [36] ČSN EN ISO 5084 (80 0844): *Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a technických výrobků*
- [37] ČSN EN ISO 9237 (800817) *A Textilie. Zjišťování prodyšnosti plošných textilií*
- [38] DOLEZ, P., VERMEERSCH O., IZQUIERDO, V.: *Advanced characterization and testing of textiles*. Duxford, United Kingdom: Woodhead Publishing, an imprint of Elsevier[2018]. ISBN 978-0-08-100454-8.
- [39] Wenbin, L., XU, W., WANG, H., WANG, X.; *A dynamic tester to evaluate the thermal and moisture behaviour of the surface of textiles*. 2016. Journal of Thermal Biology [online]. vol 55, pp 14-19 ,[cit. 2019-04-01]. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2015.11.005. ISSN 03064565. Dostupné z: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306456515300395>>
- [40] PŠANOVÁ, T. *Hodnotenie kombinovaného prestupu tepla a vlhkosti*. Diplomová práca. Liberec 2016
- [41] *TCI* [online]. 2017. [cit. 2018-06-20]. Dostupné na: <http://www.astelbg.com/files/file_22.pdf>
- [42] ŠUTÁKOVÁ, M.: *Měření tepelněizolačních vlastností odevů*. Diplomová práca. Liberec 2011
- [43] Fišer, J.; *Tepelný manekýn Newton* FSI VUT v Brně . [online]. 2011. [cit. 2018-06-20]. Dostupné na: <<http://www.energetickeforum.cz/fsi-vut-v-brne/pristrojove-vybaveni/tepelny-mankyn-newton>>
- [44] Fojtlína, M., Fišera, J.; *Tepelný manekýn – možnosti testovania ochranných prostriedkov* Brno . [online]. 2011. [cit. 2018-012-20]. Dostupné na:<<http://hazmat-protect.sujchbo.cz/wp-content/uploads/2017/01/Hazmat-2016-Fojtlin-Thermal-manikin-for-protective-equipment-testing-in-Slovak.pdf>>
- [45] “Child” *Manikin Size* [online]. 2019. [cit. 2018-06-20]. Dostupné na: <http://www.thermetrics.com/sites/default/files/product_brochures/Child_Manikin_Spec_Sheet_0.pdf>
- [46] ŠUBERT, R.; *Hodnocení tepelně-izolačních vlastností textilií při vyšších rychlostech proudění vzduchu: Evaluation of thermal-isolating properties of textiles at higher air flow velocities*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006.
- [47] Plšková, K. ; *Hodnocení užitečných vlastností materiálů cyklistických dresů firmy sýkora sportswear s. r. o*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 20012

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Cyklista v drese s čiapkou [5].....	13
Obrázok 2 Vývoj cyklistického oblečenia [6]	14
Obrázok 3 Cyklistické oblečenie [7]	15
Obrázok 4 Typy cyklistického oblečenia [8].....	15
Obrázok 5 Ukážka voľného typu oblečenia [10].....	16
Obrázok 6 Materiál Asteria 2.0™	17
Obrázok 7 Materiál Corsa™ [14].....	17
Obrázok 8 Materiál Eco X-Mix.....	18
Obrázok 9 Materiál EIT Eco carbonium Flash [13]	18
Obrázok 10 Materiál 37.5® Technology [15]	19
Obrázok 11 Schematické znázornenie systému organizmu – odev - prostredie [22].....	23
Obrázok 12 Zóny chladu na ľudskom tele [23].....	24
Obrázok 13 Potné zóny na ľudskom tele [23].....	25
Obrázok 14 Graf vplyvu prúdenia vzduchu na tepelnú izoláciu [22].....	27
Obrázok 15 Vplyv prúdenia vzduchu na odev [22].....	27
Obrázok 16 Ustálený tepelný tok cez plochu A a hrúbkov X [25].....	28
Obrázok 17 Laminárne a turbulentne prúdenie [30]	32
Obrázok 18 Zobrazenie obtekanie telesa [30]	33
Obrázok 19 Rozdelenie ovce podľa kvality vlny [34].....	34
Obrázok 20 Pletenina zo sportwool [35]	36
Obrázok 21 Štruktúra vlákna v pokoji a pri napätí [19].....	37
Obrázok 22 Prístroj TCI [41]	41
Obrázok 23 Aerodynamický tunel na Katedre odevníctva.....	41
Obrázok 24 Schéma aerodynamického tunela [46].....	42
Obrázok 25 Manekýn Timmy a jeho tepelné zóny.....	43
Obrázok 26 Úprava snímku v programe NIS Element.....	47
Obrázok 27 Popis programu tunela	51
Obrázok 28 Ukážka rozloženia alfametrov v aerodynamickom tuneli	51
Obrázok 29 Graf ustálenia hodnôt merania v tuneli.....	52
Obrázok 30 Schéma vzorky na aerodynamický tunel	53
Obrázok 31 Graf. porovnávania hodnôt veľkosti vzoriek	54
Obrázok 32 Skúšobná testovacia vzorka	54
Obrázok 33 Ukážka testovacieho vzorku	55
Obrázok 34 Graf priebeh hustoty tepelného toku.....	56
Obrázok 35 Graf hustoty tepelného toku $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	56
Obrázok 36 Graf hustoty tepelného toku $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	57
Obrázok 37 Graf hustoty tepelného toku $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	57
Obrázok 38 Porovnanie alfametrov a_0 (návetrná strana), a_4 (záveterná strana).....	58
Obrázok 39 Strih testovacieho trička.....	58
Obrázok 40 Nastavenie manekýna v programe ThermDAC.....	59
Obrázok 41 a) testovanie rýchlosti vzduchu, b) ukážka testu	60
Obrázok 42 Testovacie vzorky (vzorka č. 1,2 a 4).....	60


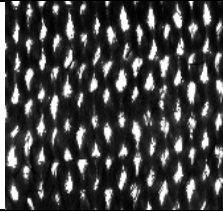
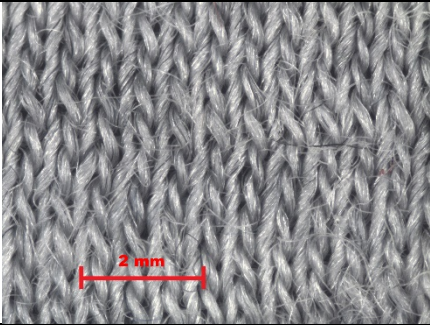
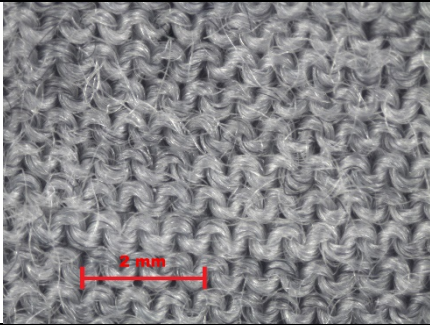
Obrázok 43	Priebeh merania hustoty tepelného toku.....	61
Obrázok 44	Porovnanie hustoty tepelného vzduchu, vzorka č. 1.....	62
Obrázok 45	Porovnanie hustoty tepelného toku vzduchu, vzorka č. 2.....	62
Obrázok 46	Porovnanie hustoty tepelného toku vzduchu, vzorka č. 3.....	63
Obrázok 47	Tepelný odpor - kludne podmienky.....	64
Obrázok 48	Tepelný odpor – prúdenie vzduchu	64
Obrázok 49	Graf tepelnej vodivosti a odporu	65
Obrázok 50	Tepelný odpor.....	66
Obrázok 51	Porovnanie hustoty tepelného toku.....	67
Obrázok 52	Porovnanie hustoty tepelného toku - tepelné zóny	67


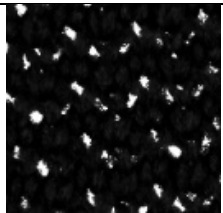
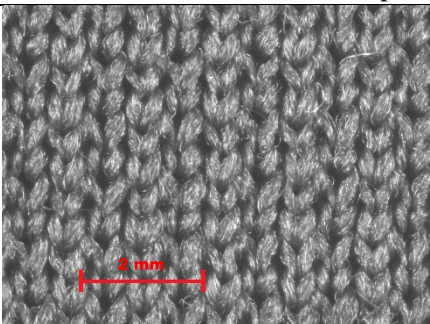
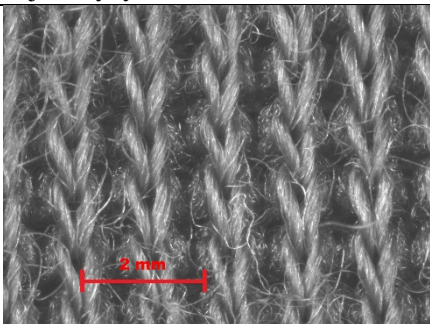
ZOZNAM TABULIEK


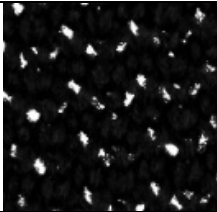
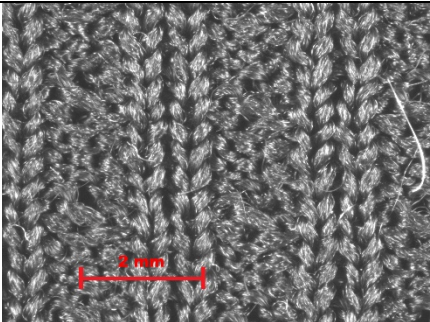
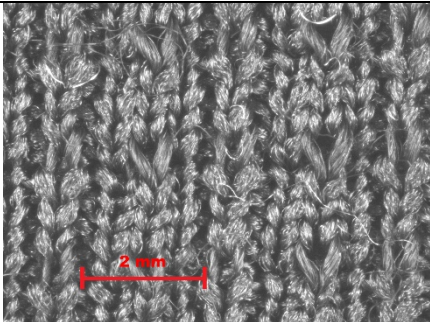
Tabuľka 1	Hodnoty tepelnej kapacity [25].....	30
Tabuľka 2	Zmena pocitovej teploty pôsobením tepla [29]	31
Tabuľka 3	Použité vzorky na testovanie	45
Tabuľka 4	Plošná pórovitosť jednotlivých vzoriek	47
Tabuľka 5	Priemerné hodnoty hrúbky, plošnej a objemovej hmotnosti pleteniny.....	48
Tabuľka 6	Výsledky priedušnosti vzoriek.....	48
Tabuľka 7	Výsledky hodnôt z prístroja TCI.....	49
Tabuľka 8	Výsledok tepelného odporu vzoriek.	50
Tabuľka 9	Nastavenie tunela	52
Tabuľka 10	Hodnoty doby merania.....	53
Tabuľka 11	Výsledky hustoty tepelného toku.....	61
Tabuľka 12	meraní na manekýnovi.....	64

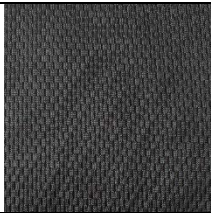
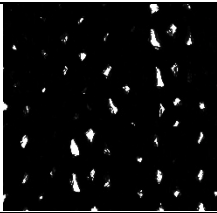
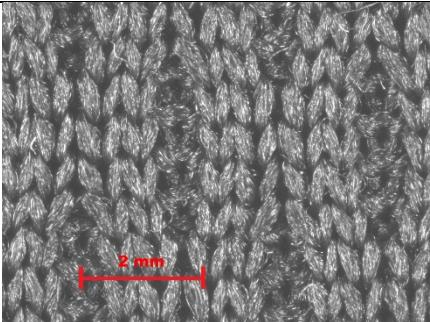
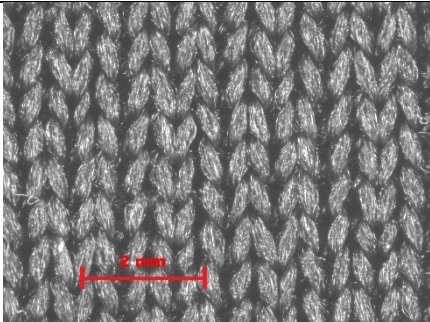
PRÍLOHY

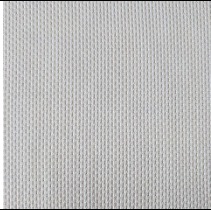
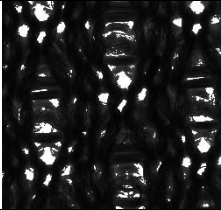
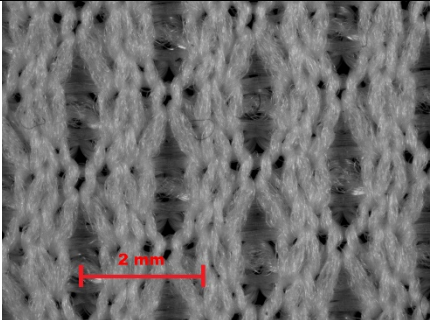
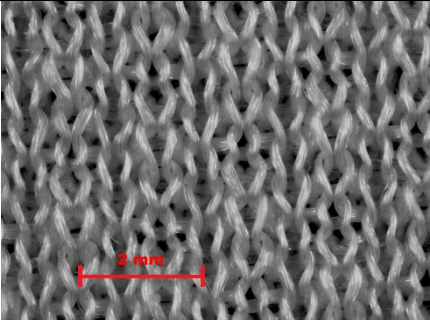
Príloha A

Vzorka č. 1			
Jednolícna záťažná pletenina			
Materiálové zloženie	Merino 100 %		
Pórovitosť	14,87 %	obrázok pleteniny	binárny obraz
Obraz pleteniny z obrazovej analýzy			
			
Líc		Rub	
Hustota pleteniny		H _{st} : 300 nití /10cm H _r : 350 nití /10cm	

Vzorka č. 2			
Interloková pletenina			
Materiálové zloženie	Polyester 61 % / Merino 36 % / Lycra 6 %		
Pórovitosť	4,8 %	obrázok pleteniny	binárny obraz
Obraz pleteniny z obrazovej analýzy			
			
Líc		Rub	
Hustota pleteniny		H _{st} : 200 nití /10cm H _r : 400 nití /10cm	

Vzorka č. 3			
Jednolícna zát'azná pletenina			
Materiálové zloženie	Polyester 77 % / Merino 23 %		
Pórovitosť	3,68 %	obrázok pleteniny	binárny obraz
Obraz pleteniny z obrazovej analýzy			
			
Líc		Rub	
Hustota pleteniny		Hst : 300 nití /10cm Hr : 350 nití /10cm	

Vzorka č. 4			
Interloková pletenina			
Materiálové zloženie	Polyester 100%		
Pórovitosť	3,89 %	obrázok pleteniny	binárny obraz
Obraz pleteniny z obrazovej analýzy			
			
Líc		Rub	
Hustota pleteniny		Hst : 260 nití /10cm Hr : 280 nití /10cm	

Vzorka č. 5			
Interloková pletenina			
Materiálové zloženie	Polyester 100%		
Pórovitosť	7,98 %	obrázok pleteniny	binárny obraz
Obraz pleteniny z obrazovej analýzy			
			
Líc		Rub	
Hustota pleteniny		Hst : 240 nití /10cm Hr : 240 nití /10cm	

Príloha B

TCI - vodivosť [W.m ⁻¹ .k ⁻¹]					
	vzorka č. 1	vzorka č. 2	vzorka č. 3	vzorka č. 4	vzorka č. 5
1	0.080	0.066	0.072	0.072	0.075
2	0.080	0.066	0.072	0.072	0.074
3	0.080	0.066	0.071	0.072	0.074
4	0.080	0.065	0.070	0.071	0.075
5	0.080	0.066	0.071	0.072	0.074
6	0.080	0.065	0.071	0.072	0.074
7	0.080	0.064	0.072	0.073	0.073
8	0.080	0.065	0.070	0.073	0.074
9	0.080	0.067	0.070	0.073	0.074
10	0.080	0.066	0.070	0.072	0.074
Priemer tepelná vodivosť [W.m ⁻¹ .k ⁻¹]	0.0830	0.0660	0.0710	0.0720	0.0740
smerodajná odchýlka [W.m ⁻¹ .k ⁻¹]	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010
variačný koeficient [%]	1.1580	1.0500	1.1840	0.7860	0.6840
Výpočet tepelný odpor [W ⁻¹ .m.K]	0.00692	0.01769	0.00939	0.00921	0.00872

Príloha C

Vzorka č. 1												
požadovaná rýchlosť [m.s ⁻¹]	nastavená rýchlosť [m.s ⁻¹]	frekvencia	a0 [W.m ⁻²]	a1 [W.m ⁻²]	a2 [W.m ⁻²]	a3 [W.m ⁻²]	a4 [W.m ⁻²]	a5 [W.m ⁻²]	a6 [W.m ⁻²]	a7 [W.m ⁻²]	teplota valca [°C]	teplota tunela [°C]
2	1.9	4	169.60	149.14	106.55	107.05	123.57	172.82	103.58	174.50	32.7	21.4
4	3.7	7.2	219.46	189.49	115.68	117.75	144.59	203.25	106.00	231.23	31.6	21.2
6	5.5	10.2	251.08	220.53	118.71	121.72	153.43	211.81	112.85	267.43	31.6	21.5
8	7.6	14.2	309.34	289.38	143.56	135.06	188.65	250.17	160.03	338.77	31.5	21.2
10	9.7	18	309.49	289.57	143.79	135.14	188.80	250.42	160.38	338.91	31.4	21.2
12	12.5	21.6	325.29	309.87	159.82	140.51	203.54	266.68	182.08	359.99	31.4	21.2
14	13.6	23.6	332.31	318.83	168.33	143.21	210.90	273.92	191.73	368.67	31.3	21.2
16	16.2	28.8	349.55	340.13	187.76	148.49	229.34	291.78	216.09	388.73	31.3	21.3

vzorka č. 2												
požadovaná rýchlosť [m.s ⁻¹]	nastavená rýchlosť [m.s ⁻¹]	frekvencia	a0 [W.m ⁻²]	a1 [W.m ⁻²]	a2 [W.m ⁻²]	a3 [W.m ⁻²]	a4 [W.m ⁻²]	a5 [W.m ⁻²]	a6 [W.m ⁻²]	a7 [W.m ⁻²]	teplota valca [°C]	teplota tunela [°C]
2	1.8	3.8	168.09	149.72	107.47	106.32	128.51	159.66	101.24	172.83	961.5	31.8
4	3.5	7.4	214.24	181.77	101.31	107.12	139.34	155.26	92.23	223.61	961.6	31.6
6	6	10.8	257.72	224.35	112.48	116.29	158.65	173.38	114.46	273.97	961.6	31.6
8	7.6	14.4	286.13	256.91	125.38	121.41	174.54	182.84	137.02	308.21	961.6	31.5
10	10.1	18	306.29	281.91	140.83	126.98	188.59	194.44	160.02	333.86	961.6	31.4
12	11.5	19.8	316.42	294.26	151.25	131.84	197.17	204.54	172.63	346.87	961.5	31.4
14	13.6	24	329.62	310.85	167.66	135.37	208.28	212.29	190.41	363.54	961.6	31.3
16	15.6	27	339.98	322.51	180.62	139.81	218.39	220.16	203.53	375.86	961.5	31.3

vzorka č. 3												
požadovaná rýchlosť [m.s ⁻¹]	nastavená rýchlosť [m.s ⁻¹]	frekvencia	a0 [W.m ⁻²]	a1 [W.m ⁻²]	a2 [W.m ⁻²]	a3 [W.m ⁻²]	a4 [W.m ⁻²]	a5 [W.m ⁻²]	a6 [W.m ⁻²]	a7 [W.m ⁻²]	teplota valca [°C]	teplota tunela [°C]
2	1.9	4	185.9182	171.1818	128.882	123.182	145.591	198.355	127.745	194.764	961.5	31.9
4	3.9	7.2	224.76	190.188	115.76	123.5	155.252	201.3	110.828	232.996	961.5	31.8
6	6.1	10.8	261.6	225.1696	117.835	129.678	166.691	206.639	122.804	274.53	961.5	31.7
8	7.6	14.2	290.2	259.8862	128.766	138.893	182.979	220.131	141.503	310.241	961.4	31.7
10	10.2	18	308.475	286.9214	146.214	144.461	193.514	229.307	164.639	335.643	961.4	31.5
12	12.4	20.4	320.6077	303.9615	163.419	146.823	205.573	236.338	188.669	351.623	961.3	31.6
14	13.6	23.6	336.5381	326.9	193.952	148.21	210.1	234.505	215.79	372.767	961.3	31.5
16	15.9	27	340.15	333.45	216.269	150.806	215.55	235.306	218.438	378.175	961.4	31.4

vzorka č. 4												
požadovaná rýchlosť [m.s ⁻¹]	nastavená rýchlosť [m.s ⁻¹]	frekvencia	a0 [W.m ⁻²]	a1 [W.m ⁻²]	a2 [W.m ⁻²]	a3 [W.m ⁻²]	a4 [W.m ⁻²]	a5 [W.m ⁻²]	a6 [W.m ⁻²]	a7 [W.m ⁻²]	teplota valca [°C]	teplota tunela [°C]
2	1.7	3.8	176.32	155.14	110.84	112.30	138.40	187.71	116.15	188.50	961.6	31.9
4	3.6	7.2	221.38	185.31	108.62	117.57	150.41	201.24	113.89	234.75	961.6	31.9
6	5.8	11	264.65	229.95	110.48	131.00	166.00	217.54	130.71	287.01	961.6	31.7
8	7.6	14.4	289.36	261.29	117.05	140.47	179.22	229.26	152.02	320.38	961.6	31.7
10	9.8	18	304.94	282.89	138.27	149.20	190.59	242.74	187.11	343.82	961.5	31.5
12	11.6	19.8	315.30	296.38	161.64	155.63	198.96	256.87	224.66	359.98	961.5	31.5
14	14.5	23.6	327.71	311.53	193.39	159.48	201.79	260.75	261.58	378.53	961.5	31.4
16	16.5	26.6	338.65	323.10	215.08	164.53	214.16	260.24	262.31	392.25	961.5	31.4

vzorka č. 5												
požadovaná rýchlosť [m.s ⁻¹]	nastavená rýchlosť [m.s ⁻¹]	frekvencia	a0 [W.m ⁻²]	a1 [W.m ⁻²]	a2 [W.m ⁻²]	a3 [W.m ⁻²]	a4 [W.m ⁻²]	a5 [W.m ⁻²]	a6 [W.m ⁻²]	a7 [W.m ⁻²]	teplota valca [°C]	teplota tunela [°C]
2	1.8	3.8	181.02	165.59	122.86	118.55	145.78	193.73	121.68	191.27	961.3	32.1
4	3.9	7.2	217.27	184.87	111.99	118.74	158.00	194.19	110.56	229.93	961.3	32.1
6	6.1	10.8	253.72	218.16	110.51	125.30	172.91	202.88	122.24	272.86	961.3	31.8
8	8	14.4	284.32	253.42	119.14	135.33	190.85	216.69	144.33	311.12	961.5	31.8
10	10.5	18	306.71	282.23	135.65	145.40	207.41	231.77	171.17	340.83	961.3	31.6
12	12.5	21.6	323.25	305.45	161.20	154.95	224.18	247.76	202.12	362.10	961.3	31.6
14	13.6	23.4	329.54	314.68	174.04	158.03	230.95	252.33	215.25	370.36	961.4	31.5
16	15.8	27	342.47	331.79	203.92	160.56	240.48	259.38	243.04	386.07	961.4	31.5

Test 5 m.s-1

vzorka č. 1									
Priemer [$W \cdot m^{-2}$]	221.44	208.94	101.58	112.77	141.67	177.72	107.23	235.74	
Smerodajná odchýlka [$W \cdot m^{-2}$]	2.16	5.56	1.97	1.87	3.14	4.78	5.06	2.87	
Variačný koeficient [%]	0.98	2.66	1.94	1.66	2.21	2.69	4.72	1.22	
Interval spoľahlivosti [w/m^{-2}]	Dolná hranica	221.42	208.89	101.56	112.75	141.64	177.67	107.19	235.71
	Horná hranica	221.46	208.99	101.59	112.79	141.70	177.76	107.28	235.76

Vzorka č. 2									
Priemer [$W \cdot m^{-2}$]	223.29	201.68	94.40	96.95	128.26	154.77	100.71	234.35	
Smerodajná odchýlka [$W \cdot m^{-2}$]	4.25	2.62	7.72	2.47	3.42	10.52	6.68	7.23	
Variačný koeficient [%]	1.90	1.30	8.18	2.55	2.67	6.80	6.63	3.09	
Interval spoľahlivosti [w/m^{-2}]	Dolná hranica	223.25	201.66	94.32	96.93	128.23	154.68	100.64	234.28
	Horná hranica	223.33	201.71	94.47	96.97	128.29	154.87	100.77	234.42

Vzorka č. 3									
Priemer [$W \cdot m^{-2}$]	225.58	215.08	105.30	115.00	148.23	186.21	113.69	242.12	
Smerodajná odchýlka [$W \cdot m^{-2}$]	2.81	2.85	1.32	5.58	8.69	9.03	5.03	2.83	
Variačný koeficient [%]	1.24	1.32	1.25	4.85	5.87	4.85	4.42	1.17	
Interval spoľahlivosti [w/m^{-2}]	Dolná hranica	225.55	215.06	105.28	114.95	148.15	186.13	113.64	242.09
	Horná hranica	225.61	215.11	105.31	115.05	148.31	186.30	113.74	242.15

Vzorka č. 4									
Priemer [$W \cdot m^{-2}$]	231.14	216.03	108.64	116.23	149.78	195.02	115.08	238.88	
Smerodajná odchýlka [$W \cdot m^{-2}$]	4.16	5.76	1.89	2.23	3.72	8.89	4.11	2.77	
Variačný koeficient [%]	1.80	2.67	1.74	1.92	2.49	4.56	3.57	1.16	
Interval spoľahlivosti [w/m^{-2}]	Dolná hranica	231.10	215.98	108.63	116.21	149.75	194.94	115.05	238.86
	Horná hranica	231.18	216.09	108.66	116.25	149.82	195.10	115.12	238.91

Vzorka č. 5									
Priemer [$W \cdot m^{-2}$]	230.41	215.96	109.36	116.72	143.78	183.17	109.80	242.49	
Smerodajná odchýlka [$W \cdot m^{-2}$]	7.14	5.05	4.31	3.66	3.48	3.35	3.36	6.88	
Variačný koeficient [%]	3.10	2.34	3.94	3.13	2.42	1.83	3.06	2.84	
Interval spoľahlivosti [w/m^{-2}]	Dolná hranica	230.35	215.92	109.32	116.68	143.75	183.14	109.77	242.42
	Horná hranica	230.48	216.01	109.40	116.75	143.81	183.20	109.83	242.55

Test 10 m.s⁻¹

Vzorka č. 1									
Priemer [W.m ⁻²]	276.23	275.18	123.51	123.54	163.56	185.28	144.98	295.23	
Smerodajná odchýlka [W.m ⁻²]	16.42	14.22	1.65	7.79	14.85	16.57	9.96	14.92	
Variačný koeficient [%]	5.94	5.17	1.34	6.31	9.08	8.94	6.87	5.05	
Interval spoľahlivosti [w/m ⁻²]	Dolná hranica	276.12	275.09	123.50	123.49	163.47	185.17	144.92	295.14
	Horná hranica	276.33	275.27	123.53	123.59	163.66	185.38	145.05	295.33

Vzorka č. 2									
Priemer [W.m ⁻²]	277.63	281.21	122.09	111.61	163.86	172.81	136.52	300.25	
Smerodajná odchýlka [W.m ⁻²]	16.56	10.61	9.00	7.06	19.61	12.85	7.43	14.56	
Variačný koeficient [%]	5.96	3.77	7.37	6.33	11.96	7.43	5.44	4.85	
Interval spoľahlivosti [w/m ⁻²]	Dolná hranica	277.52	281.14	122.03	111.57	163.73	172.72	136.47	300.15
	Horná hranica	277.74	281.28	122.14	111.66	163.99	172.89	136.57	300.34

Vzorka č. 3									
Priemer [W.m ⁻²]	275.32	282.51	140.85	134.24	168.08	203.73	162.39	301.98	
Smerodajná odchýlka [W.m ⁻²]	14.44	11.38	5.08	10.45	18.48	25.59	8.28	17.86	
Variačný koeficient [%]	5.25	4.03	3.60	7.78	10.99	12.56	5.10	5.92	
Interval spoľahlivosti [w/m ⁻²]	Dolná hranica	275.23	282.44	140.82	134.17	167.96	203.56	162.34	301.86
	Horná hranica	275.42	282.59	140.89	134.31	168.20	203.89	162.45	302.09

Vzorka č. 4									
Priemer [W.m ⁻²]	275.48	287.09	155.19	137.52	176.56	209.62	171.78	304.86	
Smerodajná odchýlka [W.m ⁻²]	11.75	13.78	14.84	13.27	5.43	9.31	15.60	19.80	
Variačný koeficient [%]	4.26	4.80	9.56	9.65	3.07	4.44	9.08	6.49	
Interval spoľahlivosti [w/m ⁻²]	Dolná hranica	275.41	287.00	155.10	137.43	176.52	209.56	171.68	304.73
	Horná hranica	275.56	287.18	155.29	137.60	176.59	209.68	171.88	304.99

Vzorka č. 5									
Priemer [W.m ⁻²]	278.83	285.67	136.07	135.25	176.80	209.17	160.52	304.39	
Smerodajná odchýlka [W.m ⁻²]	9.07	8.73	7.15	7.59	11.01	5.22	13.69	12.77	
Variačný koeficient [%]	3.25	3.05	5.26	5.61	6.23	2.50	8.53	4.20	
Interval spoľahlivosti [w/m ⁻²]	Dolná hranica	278.77	285.62	136.02	135.20	176.73	209.13	160.43	304.30
	Horná hranica	278.89	285.73	136.12	135.30	176.87	209.20	160.61	304.47

Test 15 m.s-1

vzorka č. 1									
Priemer [$W \cdot m^{-2}$]	314.53	324.77	146.15	133.37	182.25	201.31	190.56	336.66	
Smerodajná odchýlka [$W \cdot m^{-2}$]	8.81	11.48	4.40	7.00	5.17	13.50	17.70	11.37	
Variačný koeficient [%]	2.80	3.53	3.01	5.25	2.84	6.70	9.29	3.38	
Interval spoľahlivosti [w/m^{-2}]	Dolná hranica	314.49	324.71	146.13	133.34	182.22	201.25	190.48	336.60
	Horná hranica	314.58	324.83	146.17	133.40	182.27	201.38	190.65	336.71

vzorka č. 2									
Priemer [$W \cdot m^{-2}$]	316.80	328.60	159.65	130.99	208.15	208.98	202.94	350.11	
Smerodajná odchýlka [$W \cdot m^{-2}$]	15.54	17.31	5.32	4.39	10.76	8.12	24.72	18.79	
Variačný koeficient [%]	4.90	5.27	3.33	3.35	5.17	3.88	12.18	5.37	
Interval spoľahlivosti [w/m^{-2}]	Dolná hranica	316.72	328.51	159.62	130.96	208.10	208.94	202.82	350.01
	Horná hranica	316.88	328.69	159.68	131.01	208.20	209.02	203.06	350.20

vzorka č. 3									
Priemer [$W \cdot m^{-2}$]	325.64	342.41	196.74	150.49	216.50	243.95	222.77	365.48	
Smerodajná odchýlka [$W \cdot m^{-2}$]	21.08	20.08	12.97	6.72	11.96	17.75	17.16	22.63	
Variačný koeficient [%]	6.47	5.86	6.59	4.47	5.52	7.28	7.70	6.19	
Interval spoľahlivosti [w/m^{-2}]	Dolná hranica	325.54	342.31	196.68	150.45	216.44	243.87	222.69	365.37
	Horná hranica	325.74	342.50	196.80	150.52	216.56	244.04	222.85	365.59

vzorka č. 4									
Priemer [$W \cdot m^{-2}$]	329.30	349.72	221.76	153.15	212.62	252.62	240.41	371.37	
Smerodajná odchýlka [$W \cdot m^{-2}$]	14.30	11.64	3.64	3.08	14.63	14.09	17.98	16.14	
Variačný koeficient [%]	4.34	3.33	1.64	2.01	6.88	5.58	7.48	4.35	
Interval spoľahlivosti [w/m^{-2}]	Dolná hranica	329.23	349.66	221.74	153.13	212.55	252.55	240.32	371.29
	Horná hranica	329.37	349.78	221.78	153.16	212.69	252.69	240.50	371.45

vzorka č. 5									
Priemer [$W \cdot m^{-2}$]	331.20	353.24	217.43	151.49	213.99	238.88	238.38	369.81	
Smerodajná odchýlka [$W \cdot m^{-2}$]	14.45	19.94	28.99	8.53	14.53	19.34	18.18	18.03	
Variačný koeficient [%]	4.36	5.65	13.33	5.63	6.79	8.10	7.63	4.87	
Interval spoľahlivosti [w/m^{-2}]	Dolná hranica	331.13	353.14	217.29	151.45	213.92	238.79	238.28	369.72
	Horná hranica	331.27	353.34	217.58	151.54	214.06	238.98	238.47	369.90