



Transport tepla a transport kapaln \acute{e} vlhkosti ve funkčním prádle

Diplomová práce

Studijní program: N3106 – Textilní inženýrství
Studijní obor: 3106T017 – Oděvní a textilní technologie
Autor práce: **Bc. Tereza Knejpová**
Vedoucí práce: Ing. Viera Glombíková, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Transport of heat and the transport of liquid moisture in the functional underwear

Master thesis

Study programme: N3106 – Textile Engineering
Study branch: 3106T017 – Clothing and Textile Engineering
Author: **Bc. Tereza Knejpová**
Supervisor: Ing. Viera Glombíková, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza Knejpová**
Osobní číslo: **T14000015**
Studijní program: **N3106 Textilní inženýrství**
Studijní obor: **Oděvní a textilní technologie**
Název tématu: **Transport tepla a transport kapalné vlhkosti ve funkčním prádle**
Zadávací katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Průzkum trhu mapující textilní materiály používané k výrobě funkčního prádla.
2. Rešerše zaměřená na vlastnosti ovlivňující fyziologický komfort nositele funkčního prádla.
3. Experimentální šetření vybraných vlastností monitorujících transport tepla a vlhkosti ve funkčním prádle.
4. Zhodnocení výsledku experimentu a formulace doporučení pro zabezpečení požadované funkčnosti prádla vzhledem k účelu jeho použití v daných klimatických podmínkách okolního prostředí.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: cca 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Schindelka B., S. Litzenberger, A. Sabo, Body Climate Differences for Men and Women Wearing Functional Underwear during Sport at Temperatures below Zero Degrees Celsius, Procedia Engineering, 2013, Vol. 60, pp 46-50.
- Bedek, G., Salaün, F., Martinkovska, Z., Devaux, E., Dupont, D., Evaluation of thermal and moisture management properties on knitted fabrics and comparison with a physiological model in warm conditions, Applied Ergonomics, 2011, Vol. 42 (6), , pp. 792-800.
- Ramaswamy, S. et al., The 3D Structure of Fabric and Its Relationship to Liquid and Vapor Transport, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2004, Vol. 241 (1-3), pp. 323-333.
- Troynikov, O., Wardiningsih, W., Moisture Management Properties of Wool/Polyester and Wool/Bamboo Knitted Fabrics for the Sportswear Base Layer, Textile Research Journal, 2011, 81(6), pp.621-631.

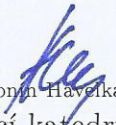
Vedoucí diplomové práce: Ing. Viera Glombíková, Ph.D.
Katedra oděvnictví

Datum zadání diplomové práce: 11. listopadu 2015

Termín odevzdání diplomové práce: 13. května 2016


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 11. listopadu 2015

Žádost o změnu termínu odevzdání závěrečné práce

Jméno a příjmení: Tereza Knejpová
Osobní číslo: T14 000015
Studijní program: Textilní inženýrství
Studijní obor: Oděvní a textilní technologie
Zadávací katedra: Katedra oděvnictví

Žádám o změnu termínu odevzdání diplomové práce z června 2016 na únor 2014.

Odůvodnění žádosti:

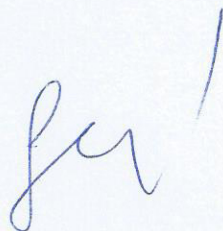
Nefunkčnost přístroje MMT

V Liberci dne 10.5.2016

Podpis: Knejpová

Vyjádření vedoucího práce:

souhlasím



Vyjádření vedoucího katedry:

souhlasím

10/IV/2016 Knejpová

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 tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí práce Ing. Viře Glombíkové Ph.D. za odbornou pomoc, ochotu a trpělivost. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Rudolfu Třešňákovi a Ing. Michalu Chotěborovi za cenné rady a pomoc při měření experimentální části. Také bych chtěla poděkovat mé rodině a přátelům za podporu během studia.

ANOTACE

Tato diplomová práce je zaměřena na hodnocení transportu tepla a transportu kapalně vlhkosti ve funkčním prádle. V teoretické části je definován fyziologický komfort, jsou zde popsány vlhkostní a tepelně izolační vlastnosti, textilní materiály určené pro funkční prádlo a klimatické podmínky v České republice.

V experimentální části je popsáno měření vlhkostních a tepelně izolačních vlastností funkčních textilií. První část se zabývá zjišťováním množství potu. Další část se věnuje experimentu, který byl uskutečněn na přístroji C-Therm TCi, tím byly zjištěny tepelně izolační vlastnosti textilií při třech různých teplotách. Následující část tvoří měření na přístroji Moisture Management Tester, který měří vlhkostní parametry a poslední experiment byl proveden přístrojem Permetest, pomocí kterého lze zjistit paropropustnost textilií. Nakonec každého měření byla naměřená data vyhodnocena.

KLÍČOVÁ SLOVA:

funkční materiály, fyziologický komfort, přenos tepla a vlhkosti, prodyšnost, klimatické podmínky

ANOTATION

This thesis is focused on the evaluation of the transport of heat and transport of liquid moisture in functional underwear. In theoretical part is defined by the physiological comfort, there are described the humidity and heat-insulating properties, textile materials intended for functional underwear and climatic conditions in the Czech republic.

In the experimental part described the measurement of humidity and thermal insulation properties of functional textiles. The first part deals with identifying the amount of sweat. The next part is dedicated to the experiment, which was carried out on the device C-Therm TCi, the identified heat-insulating properties of textiles in three different temperatures. The next part consists of measurements on the device Moisture Management Tester, which measures the humidity parameters and the last experiment was conducted with the device Permetest, through which you can determine the water vapor permeability. Finally, each measurement was the measured data evaluated.

KEY WORDS:

functional materials, the physiological comfort, transfer of heat and moisture, breathability, climatic conditions

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	14
ÚVOD.....	16
REŽERŽNÍ ČÁST	17
1 Oděvní komfort.....	17
1.1 Psychologický komfort.....	17
1.2 Sensorický komfort.....	17
1.3 Patofyziologický komfort.....	18
1.4 Termofyziologický komfort.....	18
2 Funkční prádlo.....	19
2.1 Princip funkčního prádla.....	19
2.2 Provedení funkčního prádla.....	20
3 Klimatické podmínky.....	21
3.1 Průměrné teploty ročních období.....	21
3.2 Vlhkost vzduchu.....	23
4 Charakteristiky vlhkosti vzduchu.....	24
4.1 Relativní vlhkost vzduchu.....	24
4.2 Absolutní vlhkost vzduchu.....	24
4.3 Měrná vlhkost.....	24
5 Možnosti vrstvení oblečení.....	25
5.1 Počty vrstev dle klimatických podmínek.....	25
5.1.1 Transportní vrstva.....	26
5.1.2 Izolační vrstva.....	27
5.1.3 Ochranná vrstva.....	27
6 Termoregulační systém lidského těla.....	29
6.1 Teplota jádra a povrchu.....	29
6.2 Kolísání tělesné teploty.....	30
6.3 Kůže.....	31
6.4 Struktura kůže.....	31
6.5 Skladba kůže.....	32
7 Tepelná rovnováha.....	34
7.1 Přenos tepla mezi člověkem a prostředím.....	34

7.2	Přenos tepla sáláním (radiace).....	35
7.3	Přenos tepla vedením (kondukce).....	35
7.4	Přenos tepla prouděním (konvekce).....	36
7.5	Přenos tepla odpařováním (evaporace)	36
7.6	Přenos tepla dýcháním (respirace)	37
8	Tepelně izolační vlastnosti textilií.....	38
8.1	Tepelný odpor	38
8.2	Tepelná jímavost.....	38
8.3	Tepelná vodivost.....	39
9	Odvod tělesné vlhkosti do okolí	41
9.1	Kapilární odvod potu.....	41
9.2	Migrační odvod potu.....	42
9.3	Difúzní odvod potu.....	42
9.4	Sorpční odvod vlhkosti.....	42
10	Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů	43
10.1	Hydroskopičnost.....	43
10.2	Smáčivost.....	43
10.3	Vzlínavost	44
10.4	Nasáklivost	44
10.5	Vysýchavost	44
10.6	Propustnost vodních par	44
10.7	Teplota vzduchu pod oděvem.....	45
10.8	Vlhkost vzduchu pod oděvem.....	45
11	Objektivní hodnocení tepelných a vlhkostních vlastností	46
11.1	PSM 2 – Skin model.....	46
11.2	Metoda DREO	46
11.3	Sweating guarded hotplate (SGHP)	46
11.4	Alambeta	46
11.5	Togmeter	47
11.6	Permetest.....	47
11.7	Přístroj C-Therm TCi	47
11.8	Přístroj Moisture Management Tester (MMT).....	48
12	Druhy textilních materiálů	50

12.1	Tkaniny	50
12.2	Pleteniny	50
12.2.1	Rozdělení pletenin	50
12.2.2	Pleteniny v outdoorovém oblečení.....	51
12.2.3	Rozdělení pletacích strojů.....	51
13	Používané materiály pro funkční prádlo	52
13.1	Přírodní materiály k výrobě funkčního prádla	52
13.2	Syntetické materiály k výrobě funkčního prádla	54
13.3	Současné novinky a trendy mezi funkčními materiály na trhu	57
14	Problematika transportu vlhkosti a tepla ve funkčním prádle publikovaná ve vědeckých studiích.....	59
14.1	Studie chování textilií vyrobených z různých vláken při různé relativní vlhkosti	59
14.2	Studie zabývající se vlivem vlastností sportovního oděvu na výkonnost sportovce	60
14.3	Studie sportovních textilií se speciální úpravou pro odpařování potu	61
14.4	Hodnocení fyziologického komfortu a termofyziologických vlastností první vrstvy oděvu.....	62
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST		65
15	Charakteristika použitých materiálů.....	66
15.1	Popis použitých materiálů.....	66
16	Zjišťování množství potu	70
16.1	Dávkování potu.....	72
17	Experiment na přístroji C-Therm TCi	73
17.1	Terminologie	73
17.2	Příprava vzorků.....	73
17.3	Podmínky při měření	74
17.4	Postup měření.....	75
17.5	Vyhodnocení experimentu.....	75
17.6	Diskuze výsledků	81
18	Experiment na přístroji Moisture management tester	82
18.1	Terminologie	82
18.2	Příprava vzorků.....	83
18.3	Postup měření.....	83

18.4	Vyhodnocení experimentu na přístroji MMT.....	84
18.5	Diskuze výsledků	91
19	Experiment na přístroji Permetest	92
19.1	Terminologie	92
19.2	Postup měření na přístroji Permetes.....	92
19.3	Příprava vzorků.....	93
19.4	Provedení a popis měření.....	94
19.5	Vyhodnocení experimentu na přístroji Permetest	94
19.6	Diskuze výsledků	99
	Závěr.....	100
	Seznam použité literatury.....	102
	Seznam obrázků.....	107
	Seznam tabulek	109
	Seznam grafů.....	111
	Seznam příloh	112
	Přílohy.....	10

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

°	úhlový stupeň
°C	stupeň Celsia
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
cm	centimetr
č.	číslo
g	gram
hod...h	hodina
IS	interval spolehlivosti
J	Joule
K	Kelvin
kg	kilogram
km	kilometr
l	litr
m ²	metr čtvereční
min	minuta
mm	milimetr
MWRT/MWRB	maximální rádius navlhčení vzorku
např.	například
OMMC	celkový ukazatel managementu vlhkosti textlie
P	relativní propustnost textilií pro vodní páry
Pa	Pascal
PA	Polyamid
P _a	parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě vzduchu ve zkušebním prostoru
PAN	Polyakrylonitril
PES	Polyester

P_m	nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřící hlavice
PP	Polypropylen
PUR	Polyuretan
q_v	plošná hustota tepelného toku procházející měřící hlavici zakrytou měřeným vzorkem
R	schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti
Ret	výparný odpor zkoušeného vzorku
sec...s	sekunda
tab.	tabulka
TAR/BAR	savost vzorku
TSS/BSS	rychlost šíření kapaliny vzorkem
tzv.	takzvaný
viz	odkaz na jinou stránku, apod.
W	Watt
WTT/WTB	doba navlhčení vzorku

ÚVOD

Smyslem první vrstvy funkčního oblečení je odvádět pot od pokožky do další vrstvy oblečení nebo přímo do vzduchu a udržovat u těla optimální teplotu. To by mělo funkční prádlo splňovat při různých úrovních fyzických aktivit a za jakýchkoli klimatických podmínek, tedy v zimě musí hřát a v létě chladit. Je důležité, aby oděv neposkytoval nositeli diskomfort, ale stav pohodlí.

Cílem této diplomové práce je tedy zjistit, který funkční materiál určený pro první vrstvu oděvu, zajišťuje nositeli komfort při vysoké produkci potu a to i při různých teplotách. V práci jsou porovnávány výkonnosti materiálů, ze kterých jsou vyráběna funkční trika běžně dostupná v obchodní síti, a také analýza vlivu strukturních parametrů pletenin definovaného výpletu ze stejného materiálu, konkrétně porovnání vazby a hustoty.

Teoretická část této diplomové práce se zabývá právě oděvním komfortem, klimatickými podmínkami a hlavně transportem kapalné vlhkosti od těla, tepelně izolačními vlastnostmi textilií a přístroji, které dokážou tyto vlastnosti vyhodnotit. Součástí teoretické části je také popis používaných materiálů pro funkční prádlo a již provedené podobné experimenty.

Experimentální část obsahuje popis zkoušených funkčních materiálů pro sportovní trička a čtyři objektivní měření. Účelem prvního experimentu bylo zjistit množství vydaného potu člověka při fyzické zátěži. Této zátěži bylo podrobena šest probandů a z množství přivažku potu na tričkách bylo zjištěno množství potu, potřebné k aplikaci na zkoušené vzorky. Druhé objektivní měření bylo provedeno na přístroji C-Therm TCi, který měří tepelně izolační vlastnosti materiálů, přičemž byl tento experiment proveden při třech různých teplotách simulujících teplé a chladné letní počasí. Třetí měření probíhalo na přístroji MMT, který měří vlhkostní parametry textilií a poslední měření bylo uskutečněno na přístroji Permetest, který určuje propustnost vodních par textilií.

Závěrem práce je vyhodnocení všech experimentů a určení, která textilie poskytuje nositeli největší komfort při zpocení.

REŽERŽNÍ ČÁST

1 Oděvní komfort

Komfort může být definován jako stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Zjednodušeně ho lze definovat jako absenci znepokojujících a bolestivých vjemů. Subjektivně je tento pocit brán jako pocit pohody. Nepřevládají pocity tepla ani chladu, je možné v tomto stavu setrvat a pracovat.

Diskomfort nastává při pocitech tepla nebo chladu. Pocity tepla se dostavují při větším pracovním zatížení nebo při působení teplého a vlhkého klimatu. Pocity chladu se dostavují především jako reakce na nízkou teplotu klimatu nebo nízké pracovní zatížení. [7]

Oděvní komfort lze rozdělit na čtyři kategorie:

- Psychologický komfort
- Sensorický komfort
- Patofyziologický komfort
- Termofyziologický komfort

1.1 Psychologický komfort

Tento typ komfortu je odvozen od rozumového smýšlení jednotlivců nebo skupin. Na psychologický komfort má vliv hned několik hledisek. Patří sem např. klimatické podmínky podmíněné geografickou polohou, dále pak ekonomická, kulturní, historická, sociální nebo skupinová a individuální hlediska. [7]

1.2 Sensorický komfort

Komfort zahrnuje vjemy a pocity při kontaktu pokožky s oděvem. Tyto vjemy mohou být buď příjemné, nebo nepříjemné až dráždivé. Sensorický komfort můžeme dále rozdělit na komfort nošení a omak. Na komfort nošení má vliv povrchová struktura textilie, její vybrané mechanické vlastnosti a vzhledem ke kontaktním vlastnostem i to, jak je textilie schopna absorbovat a transportovat plynnou a kapalnou vlhkost.

Se sensorickým komfortem souvisí omak, který je založen na subjektivním pocitu a je vnímán prostřednictvím prstů a dlaně. Omakem zjišťujeme hladkost, tuhost, objemnost a tepelně-kontaktní vjem, který pociťujeme při kontaktu pokožky s textilií. [7]

1.3 Patofyziologický komfort

Jedná se o působení chemických látek obsažených v materiálu a mikroorganismů vyskytujících se na lidské pokožce. Působení těchto vlivů je závislé na odolnosti člověka. Patofyziologický diskomfort představuje různé dráždění, které způsobují soli, organická rozpouštědla, syntetické prací prostředky atd. nebo alergické reakce, což vyvolávají například některá barviva, prací prostředky, desinfekční prostředky atd. Proti působení mikroorganismů se používají nejrůznější chemické úpravy. [7]

1.4 Termofyziologický komfort

Tento typ komfortu je přímo spjat se schopností termoregulace organismu. Tato schopnost je založená na principu rovnováhy mezi množstvím tepla vytvořeného organismem a odevzdaného do okolního prostředí. K přenosu tepla mezi člověkem a okolím může docházet několika způsoby - vedením, prouděním, zářením, odpařováním potu a dýcháním. [7]

Optimální podmínky pro termofyziologický komfort:

- teplota pokožky 33 ~ 35 °C
- relativní vlhkost vzduchu 50±10%
- rychlost proudění vzduchu 25±10 cm.s⁻¹
- obsah CO₂ 0,07%
- nepřítomnost vody na pokožce

2 Funkční prádlo

Funkční prádlo je základní a zároveň zásadní vrstvou pro všechny sportovní aktivity. Je potřeba, aby nositeli funkčního prádla bylo teplo a zároveň, aby se zbytečně nepotil, a když, tak aby ho pot nechladil a co nejrychleji se odpařil nebo odvedl do vnější vrstvy oblečení. Dříve používali funkční prádlo zejména vrcholoví sportovci, dnes už si našlo využití i mezi obyčejnými turisty a rekreačními sportovci.

Materiál, ze kterého je prádlo šité, se vyrábí v různých strukturách a tloušťkách. Záleží potom na jeho určitém využití. Pro každého sportovce je nejvhodnější co nejvíce prodyšné prádlo, které umožňuje rychlý odvod potu. Cílem je vždy dosáhnout kompromisu mezi rychlostí odvodu vlhkosti a udržením tepla.

2.1 Princip funkčního prádla

Funkční oblečení odvádí pot od pokožky, udržuje organismus v optimální provozní teplotě a zajišťuje komfort i při náročném sportovním výkonu a nepříznivém počasí. Princip je založen na tzv. knotovém efektu. Vlákno, ze kterého je prádlo vyrobeno, minimálně nasákne vlhkost a transportuje vlhkost od pokožky do prostoru nebo do další vrstvy, a to za pomoci speciálně upraveného povrchu a za využití různých tvarů vlákna. Lepšího tepelného komfortu a zamezení prochladnutí se dosahuje právě díky těmto úpravám vláken. Čím je tělesná aktivita vyšší, tím je transport vlhkosti rychlejší. Dnes jsou již dostupné také materiály, které v létě chladí a to díky speciální úpravě a umělému zvětšení povrchu vlákna.

Velice důležitý, při nošení funkčního prádla, je dobrý komfort, a to hlavně při fyzickém výkonu. Prádlo by mělo být příjemné na omak, mělo by rychle schnout a nevyvolávat alergickou reakci. Dalším požadavkem je nízká hmotnost, snadná údržba, odolnost vůči zápachu. Mělo by splňovat funkci tepelně izolační, funkci odvodu potu od pokožky, chladiovou funkci, ochranu před povětrnostními vlivy a spoustu dalších specifických funkcí. [1][2]

2.2 Provedení funkčního prádla

Funkční oblečení se dělí podle jednotlivé funkce a pořadí oblékání na jednotlivé specifické vrstvy:

Spodní prádlo, trička

Patří sem krátké či dlouhé spodky, trenýrky, různá tílka i trička. Sportovní spodní prádlo je základní vrstva funkčního oblečení. Dobře odvádí pot od těla a předává jej další vrstvě oblečení. Dobře zvolené spodní prádlo je základem funkčního oblékání, je vhodné pro sportovní aktivity, ale také pro běžné nošení.

Ponožky

Funkční ponožky či podkolenky jsou konstruovány hlavně tak, aby dobře odváděly vlhkost od povrchu těla. Vyrábějí se ponožky také s antibakteriální úpravou, eliminací zápachu a zabraňující vzniku plísňových onemocnění.

Doplňky

Sem se řadí různé šátky a čepice vhodné do parných dnů, dále čepice a kukly do chladného počasí, různé funkční rukavice, například pro cyklisty a lyžaře. Patří sem také potítka, šály, kšiltovky a čelenky.

Mikiny

Podle použitého materiálu se volí vhodný typ funkční mikiny do počasí, ve kterém je sport prováděn. Vyrábějí se se zipem či bez zipu, měly by mít dobré termoregulační vlastnosti a dobře odvádět vlhkost od těla.

Kalhoty, kraťasy

Funkční kalhoty či kraťasy mohou být volného střihu, který je vhodný pro běh a jiné aerobní aktivity, či přiléhavé, jež jsou vhodné například pro cyklisty. Na běžky nebo lyže jsou vhodné kalhoty zateplené.

Bundy

Měly by být odolné větru i vodě. Jsou dostupné bundy od ultratenké pro cyklisty až po zateplené péřové bundy pro běžecké lyžování.

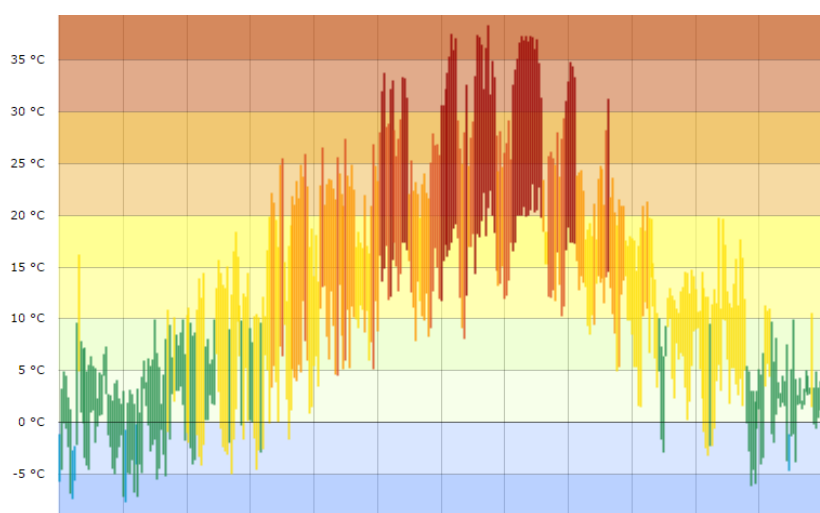
3 Klimatické podmínky

Podnebí v České republice lze označit jako mírné a zároveň, v průběhu roku, velmi rozmanité. Liší se také v různých oblastech ČR, a to díky rozdílným nadmořským výškám. Pro podnebí České republiky je typické proudění vzduchu od západu, střídání jednotlivých frontálních systémů a celkem časté srážky.

Během roku dosahuje Slunce různých výšek, a to způsobuje střídání čtyř ročních období, které se liší hlavně teplotami a různým výskytem srážek.

3.1 Průměrné teploty ročních období

Roční období se střídají podle toho, kolik k nám dopadá slunečního svitu. Začátek roku je charakteristický chladnou zimou. Po tomto období přichází jaro, které přechází do teplého léta, jež je následováno sychravým podzimem. Takovéto rozdělení roku na roční období, je charakteristické pouze pro oblasti mírného a subarktického pásu. V oblasti vlhkých tropů roční doby neexistují. Nejchladnějším měsícem roku je leden a nejteplejším červenec.



Minimální a maximální teploty jednotlivých dní roku 2015 od ledna do prosince

Obrázek 1: Graf minimálních a maximálních teplot roku 2015 [24]

Zima

Toto období je nejstudenějším v roce. Mezi zimní měsíce se řadí prosinec, leden a únor, kdy nejchladnější z nich je právě leden. Zimy jsou v ČR rok od roku teplejší, důkazem toho je nadprůměrná teplota zimy roku 2016, jež dosahuje 3,6°C. Za posledních 40 let, je tato hodnota na druhém místě nejteplejších zim v historii měření. [23]

Jaro

Do této roční doby patří měsíc březen, duben a květen. Na jaře se po zimních krátkých dnech dny prodlužují a dochází k nárůstu teplot. Díky tomu mizí sníh a nastává začátek vegetativní aktivity. Průměrná teplota jara 2015 byla 10,4°C. [24]

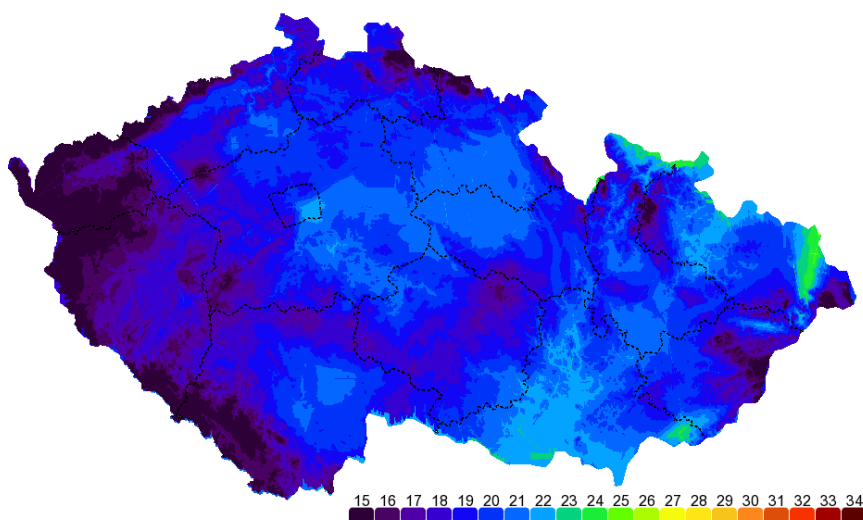
Léto

Červen, červenec a srpen jsou součástí letní doby. Slunce je vysoko na obloze a typické jsou pro toto období teplé a dlouhé dny. Letní teplé měsíce jsou zároveň také nejdeštivější, způsobuje to teplý vzduch, který do ČR přináší největší množství vlhkosti. [24]

Podzim

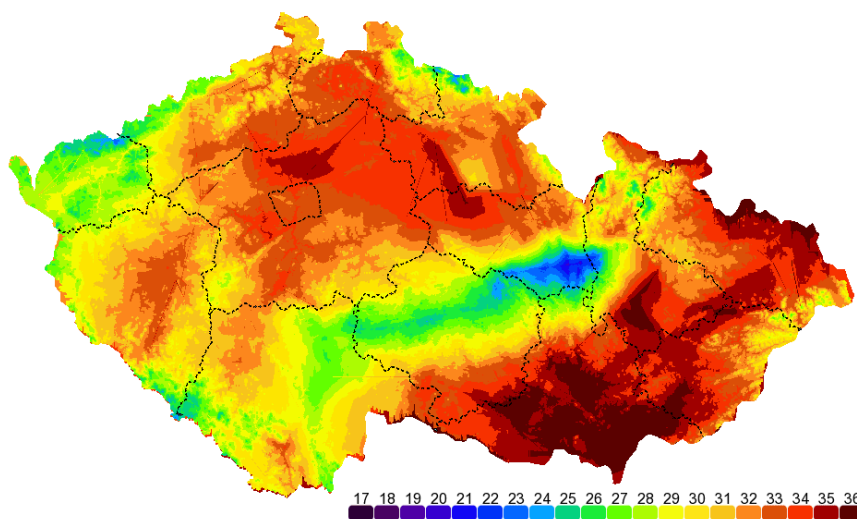
Přechodem mezi létem a zimou je podzim. V tomto období se dny krátí a noci prodlužují, ochlazuje se a více prší. Patří sem měsíc září, říjen a listopad. [24]

Tato diplomová práce se zabývá zkoušením funkčních materiálů v klimatické komoře, kde byly simulovány letní teploty. To bylo prováděno pro zjištění komfortu uživatele funkčního trička bez dalších oděvních vrstev při sportu v letním období. Konkrétně se jedná o teploty 15°C, 25°C, 35°C. Nejnižší zkoušená teplota, tedy 15°C, je typická pro letní rána. Na obrázku č. 2 jsou zaznamenány ranní teploty po celé ČR, ze dne 18. 7. 2015 v 7 hodin. [25]



Obrázek 2: Teplotní mapa z 18. 7. 2015 v 7 hod. ráno [25]

Další dvě teploty, 25°C a 35°C, jsou charakteristické pro teplé letní dny. Když je polojasno až jasno, lze v nejteplejších oblastech - tedy v jihomoravských nížinách, v Polabí a také v Praze, naměřit až 36°C. Patrné je to z obrázku č. 3, kde jsou zobrazeny teploty ze dne 18. 7. 2015 v 15 hodin po celé ČR. [25]

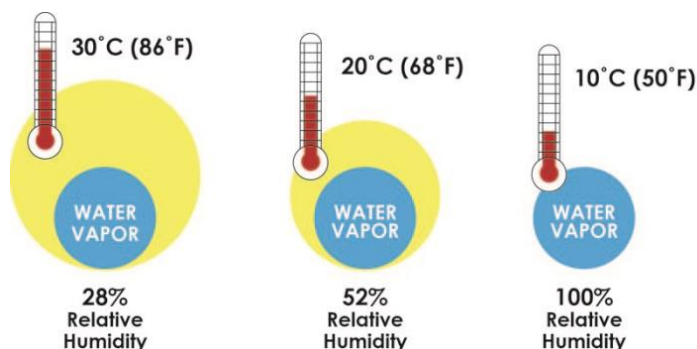


Obrázek 3: Teplotní mapa z 18. 7. 2015 v 15 hod.[25]

3.2 Vlhkost vzduchu

Teplotu, kterou vnímá náš organismus, ovlivňuje krom teploty vzduchu také jeho vlhkost. Množství vodní páry je časově velice proměnlivé a liší se od místa k místu.

Se stoupající teplotou, při stejné absolutní vlhkosti, relativní vlhkost vzduchu klesá, jelikož se odpařuje díky vyšší teplotě více vody. Naopak při nižších teplotách je relativní vlhkost vzduchu vyšší, viz obr. č. 4. Pro člověka je ideální relativní vlhkost vzduchu od 40% do 60%. [27]



Obrázek 4: Relativní vlhkost vzduchu v závislosti na jeho teplotě [5]

4 Charakteristiky vlhkosti vzduchu

Vlhkost vzduchu udává, jaké množství vodní páry obsahuje dané množství vzduchu. Omezujícím faktorem vlhkosti vzduchu je hlavně teplota vzduchu, jelikož při konkrétní teplotě pojme vzduch pouze omezené množství vodních par. Vodní pára je plynná a vzduch je při dané teplotě schopen pojmout jen její určité množství. Vzduch pojme více vlhkosti při jeho vyšších teplotách, když pak teplota klesne, vzduch není schopen pojmout původní množství vlhkosti a vyloučí její přebytek ve formě kapaliny, kterou lze pozorovat jako rosu. Vodní pára se do atmosféry dostává několika způsoby, a to jednak vypařováním vody z povrchu moří, řek, rybníků a jezer, ale také dýcháním rostlin. Nad hladinami vodních ploch je tedy vzduch vlhčí než nad souší. [26]

4.1 Relativní vlhkost vzduchu

Je to nejčastěji používaná charakteristika vlhkosti vzduchu a vyjadřuje poměr mezi napětím vodní páry a napětím nasycené vodní páry při stejných teplotách. Jedná se o procentní poměr skutečného množství páry ve vzduchu k maximálně možnému množství při dané teplotě. Při relativní vlhkosti vzduchu 100%, již vzduch nemůže pojmout více vodní páry a při následném poklesu teploty dochází ke zkapalnění přebytečného množství vodních par a to se projevuje například vznikem rosy, jíní či zapocením skla. Při změnách teplot vzduchu se množství vodních par ve vzduchu nemění, změní se ale maximální možné množství páry, které je vzduch schopen pojmout, a tím pádem i relativní vlhkost vzduchu. [26]

4.2 Absolutní vlhkost vzduchu

Jde o hmotnost vodní páry obsažené v jednotkovém objemu vlhkého vzduchu - směs suchého vzduchu a vodní páry. Její jednotkou je $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$. [26]

4.3 Měrná vlhkost

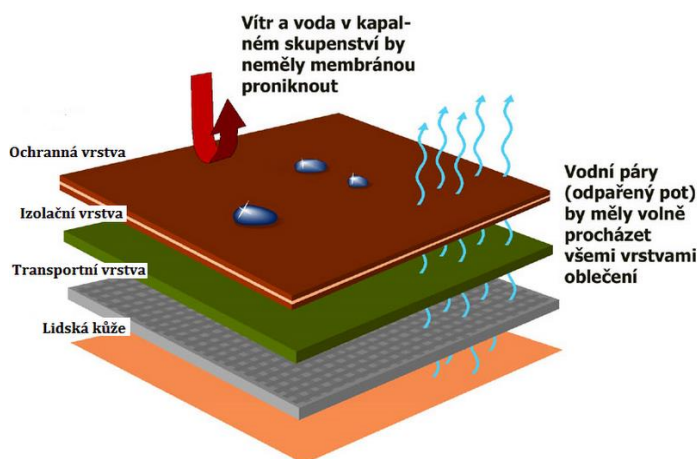
Představuje poměr mezi hustotami vodní páry a vlhkého vzduchu. Jde o bezrozměrnou veličinu vyjadřovanou v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. [26]

5 Možnosti vrstvení oblečení

Velmi důležité je, aby se člověk při sportu cítil v teple a v suchu. Toho bude dosaženo, pokud bude pot kvalitně odváděn směrem ven od pokožky. V opačném případě bude textilie nepříjemně studit na těle a uživatel tak může snadno nastydnout. Z tohoto důvodu je důležité dodržovat zásady vrstveného oblékání, především mít dostatečnou tepelně izolační vrstvu, a to v závislosti na aktivitě, kterou hodláme vykonávat. Jiné oblečení bude do haly na tenis, jiné na kolo a jiné například na lyže. [3]

System vrstveného oblečení je založen na správné kombinaci materiálů rozdílných vlastností. Není proto vhodné měnit postavení jednotlivých vrstev, v tomto případě by totiž došlo k porušení celého efektu vrstvení. Cílem vrstvení je udržování mikroklimatu těla. Proto by měl být systém oblečení využíván optimálně vzhledem ke změnám počasí a náročnosti pohybové aktivity. [3]

System vrstvení je založen na třech základních vrstvách, a to transportní (sací), izolační a svrchní. [3]



Obrázek 5: Vrstvy oblečení [3]

5.1 Počty vrstev dle klimatických podmínek

Při teplém letním počasí, stačí pouze jedna vrstva funkčního oblečení, ta by měla dobře odvádět vlhkost a měla by minimálně tepelně izolovat. Takový to oděv odvede pot od těla na vnější stranu textilního materiálu a pot se díky okolnímu

teplu rychle odpaří. Tím zůstává kůže i tělo suché a tělo je prouděním vzduchu příjemně ochlazováno. [36]

Do chladného počasí by měl uživatel volit 2 až 3 vrstvy funkčního oděvu. První vrstva musí být skvěle paropropustná, druhá vrstva zajišťuje tepelnou pohodu (např. fleecová mikina) a třetí vrstva je nutná za větru, deště či zimy (např. membránová bunda). [36]

Při velmi nízkých teplotách v zimě, je potřeba mít na sobě 3 až 4 vrstvy. Na vrchní vrstvu se v zimě používá vždy membránová bunda. Membrána má tři funkce a to paropropustnost, nepromokavost a větruodolnost. Na trhu se vyskytují membrány mikroporézní a hydrofilní. [36]

5.1.1 Transportní vrstva

Tato vrstva je nejbližší k tělu, je v přímém kontaktu s pokožkou. Má za úkol odvádět pot od povrchu těla směrem ven a její hlavní vlastností je tedy sání a větrání. První vrstva hraje zásadní roli s ohledem na správnou kombinaci a funkčnost jednotlivých vrstev. Je nutné zvolit takový materiál, aby vlhkost produkovaná naším tělem mohla unikat do prostoru. [3][5]

Transportní vrstva se vyrábí nejlépe z vláken, které pot neabsorbují, ale odvádí, tedy z vláken hydrofobních. Jedná se o lehká syntetická vlákna vyráběná na bázi polyesteru nebo polypropylenu, dokáží izolovat, a také odsávat kapalné vlhkosti s téměř nulovou nasákavostí. Zajišťují tak stálý pocit sucha a tepla a zabraňují ochlazování nebo přehřívání v důsledku fyzické aktivity. Tělo je udržováno v tepelném komfortu.[3][5]



Obrázek 6: Ukázka transportní vrstvy [5]

5.1.2 Izolační vrstva

Tato vrstva má za úkol udržovat správnou termoizolaci, měla by tedy zamezit ztrátě tepla. Zároveň by měla být izolační vrstva prodyšná pro odvod potu a přebytečné tepelné energie směrem k vnější vrstvě oblečení. Zabraňuje tak koncentraci potu mezi vrstvami a napomáhá udržovat potřebnou tělesnou teplotu. Vyprodukované teplo by se jinak nahromadilo v látce v podobě potu a ten by tělo následně ochlazoval. [3][5]

Izolační vrstva může být vyrobena z různých druhů izolačních vláken, případně tkanin, které nehromadí vlhkost a zachovávají si dobré izolační vlastnosti. V letním a jarním období se často používá jako svrchní vrstva. Důležitou roli tak hraje také její větru vzdornost. Vhodnými termoizolačními materiály jsou polyester popřípadě polyamid ve formě jednostranně popřípadě oboustranně počesané pleteniny nazývané Fleece viz obrázek č. 7. [3][5]



Obrázek 7: Fleece [4][5]

5.1.3 Ochranná vrstva

Ochranná (svrchní) vrstva, se používá jako prostředek ochrany proti vlivům počasí a zároveň jako prostředek k uchování vlastností vrstev spodních. Tato vrstva by měla poskytovat nejen vysokou prodyšnost, ale především by se měla vyznačovat nepromokavostí.

Nepromokavost vrstvy zabraňuje promočení spodní transportní a izolační vrstvy, která musí zůstat suchá. Svrchní vrstva má za úkol poskytnout ochranu proti větru a nepříznivým klimatickým podmínkám (déšť nebo sníh) a hraje klíčovou roli pro celkovou úlohu funkčního oblečení a pro naše pohodlí. [3][5]

Oblečení pro tuto vrstvu volíme podle aktuálních aktivit a ročního období. V zimním období mohou být využity výrobky obsahující prodyšnou membránu, která je odolná vůči vodě a větru a umožňuje transport tělesné vlhkosti do vnějšího prostředí. Při provozování aktivního pohybu v teplejších měsících, je vhodné použít sportovní komplety z vysoce prodyšného a větruodolného materiálu, který umožňuje transport tělesné vlhkosti do vnějšího prostředí, přičemž samotné proudění vzduchu v okolí neovlivní stabilitu uvnitř systému. [3][5]



Obrázek 8: Ukázka ochranné vrstvy [5]

6 Termoregulační systém lidského těla

Termoregulace je schopnost organismu udržovat stálou tělesnou teplotu, přestože produkce tepla, jeho příjem i ztráty, nepřetržitě kolísají.

Člověk si termoregulačními mechanismy udržuje stálou teplotu vnitřního prostředí. Průměrná tělesná teplota tělního obalu u zdravého člověka se pohybuje od 32 do 34 °C respektive do 36 °C, což je teplota na dobře prokrvených částech těla. Pro svlečeného člověka v klidových podmínkách je ideální teplota vzduchu 28°C. [7][30]

Při nulové tělesné zátěži a normálním prokrvení organismu k termoregulaci nedochází, jelikož se tělo nezahřívá ani neochlazuje a nevylučuje pot. V tomto stavu vydrží člověk neomezeně dlouho a vyjadřuje pocit tepelné pohody, tedy termofyziologický komfort. [7]

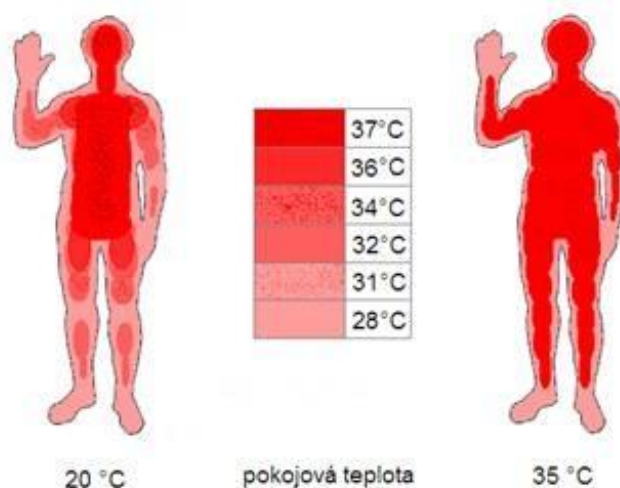
Termoregulace přichází až po přechodu mezi tělesné pohody. Teplota těla se mění v závislosti na aktivitě a stavu organismu, dále také na teplotě, vlhkosti a proudění vzduchu a na druhu oblečení. [7]

Při normální intenzitě činnosti je metabolické teplo předáváno do atmosféry vedením, prouděním a sáláním. Aby si tělo udrželo tělesnou teplotu, potí se v plynné formě a při vyšší intenzitě činnosti nebo vyšší atmosférické teplotě se vytváří více tělesného tepla a začínají fungovat potní žlázy, které produkují pot v kapalně formě. [7]

6.1 Teplota jádra a povrchu

Jádro tvoří všechny orgány s vysokou látkovou přeměnou. Je hlavním producentem tepla při bazálním metabolismu a jeho teplota se pohybuje mezi 35 – 37,3 °C. [30]

Povrchová vrstva bývá různě široká dle tělesného typu člověka. Tato tzv. slupka má nestálou teplotu, ta se mění vlivem okolí a oproti jádru je nižší. Rozdíl mezi teplotou jádra a povrchem těla je u zdravého člověka 4°C. Kůže má tedy teplotu zhruba 33°C. Na obrázku č. 9 jsou znázorněny teplotní zóny lidského těla při různé teplotě okolí. [30]



Obrázek 9: Teplotní zóny těla [30]

6.2 Kolísání tělesné teploty

Nejnižší tělesná teplota je ve spánku a ráno okolo šesté hodiny, ta nejvyšší je na večer. Zvýšení tělesné teploty způsobuje fyzická zátěž a také sekrece některých hormonů (progesteron, růstový hormon, testosteron, adrenalin a noradrenalin). Tělesnou teplotu ovlivňuje také množství tuku, které má každý jedinec uloženou v rozdílných částech těla. Na kolísání tělesné teploty má samozřejmě také vliv teplota vzduchu. [7][30]

Vliv vysokých teplot na termoregulaci

Na teplé prostředí nebo stoupající produkci metabolického tepla tělo člověka odpovídá tzv. vazodilatací, což znamená, že se podkožní cévy rozšiřují a zvyšují zásobování pokožky krví. Je to tedy teplota pokožky, která zvýší odvod tepla z těla. Jestliže toto nefunguje, jsou aktivovány potní žlázy a začne probíhat chlazení odpařováním a pocením. [31]

Pro udržení tepelné rovnováhy, tedy pro termoregulaci, je pak vhodné nosit menší počet vrstev oblečení, používat materiály s dobrou tepelnou vodivostí a nosit světlé odstíny oděvů, které lépe odráží tepelné záření než tmavé či černé, které je pohlcuje. Ovšem pokud se člověk vyskytuje v extrémně vysokých teplotách, které přesahují teplotu těla, je vhodné obléci se do černé látky. Obyvatelé Sahary se proto oblékají do černých volných látek, aby mohl pod látkou proudit vzduch, který se od černé látky lépe ohřeje. Ten pak stoupá vzhůru a tím

vzniká průvan vzduchu, který napomáhá k odpařování potu a tedy i k ochlazení těla. [31][43]

Vliv nízkých teplot na termoregulaci

Vliv nízkých teplot na termoregulaci způsobuje zvýšení tvorby tepla uvnitř organismu a snížení jeho výdeje pokožkou za pomoci tzv. vazokonstrikce, což znamená, že se krev stáhne do nitra organismu. Tento proces bývá provázen vznikem netřesové termogeneze tzv. „husí kůže“, což způsobuje lepší tepelnou izolaci kůže. Jestliže je toto neúčinné, nastoupí svalová termogeneze = svalové napětí, třesení, které zvyšuje tepelnou produkci těla. Třesení může vyvolat až 10 - ti násobné zvýšení tepelné produkce.

Vhodným termoregulačním chováním při nízkých teplotách je navyšování množství vrstev oblečení, zvýšení svalové aktivity a požívání energeticky bohatých potravin. [31]

6.3 Kůže

Hlavní roli v termoregulaci lidského těla hraje kůže. Odvádí přebytečné teplo při přehřívání a zabraňuje úniku tepla při podchlazení. Dalším důležitým úkolem kůže je tvořit ochrannou bariéru před působením mnoha biologických, fyzikálních a chemických činitelů. Škára a podkožní tkáň, což jsou hlubší vrstvy kůže, chrání tělo před mechanickým poškozením a působí jako izolátor. [28]

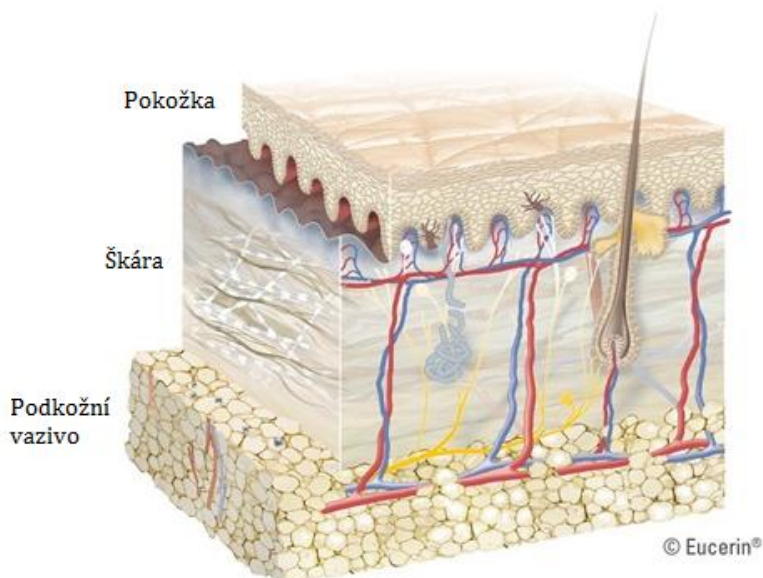
6.4 Struktura kůže

Lidská kůže činí u dospělého jedince plochu zhruba 1,5 až 2 m². Její celková váha i s tukovou tkání je přibližně 20 kg z čehož asi 4,5 kg představuje vrchní vrstva kůže tedy pokožka. Jedná se tedy o největší a nejtěžší orgán lidského těla.

Dalším parametrem kůže je její tloušťka, ta je na určitých místech rozdílná a je to zhruba 1 – 4 mm (bez podkožního vaziva). Tam, kde je na kůži vystavován menší tlak a námaha, je tenčí, to jsou například oční víčka. Naopak tam, kde je opotřebení větší, jako jsou chodidla či dlaně, je nejtlustší. [28]

6.5 Skladba kůže

Ve směru od spodní vrstvy kůže k jejímu povrchu jsou rozlišovány tři její vrstvy. Tyto tři vrstvy se nazývají pokožka, škára a podkožní vazivo.



Obrázek 10: Vrstvy kůže [29]

Pokožka (Epidermis)

Tato vrstva kůže je viditelná a je možné se jí dotknout. Chrání člověka před toxiny, bakteriemi a ztrátou vody. Je tvořena mnoha vrstvami buněk, které postupně rohovějí a průběžně odumírají a následně se odlupují v podobě šupinek. Tyto odumřelé buňky, které obsahují keratin, jsou pak nahrazovány novými, které se tvoří v zárodečné vrstvě. [28]

Škára (Dermis)

Dermis je střední vrstva kůže, která je silná, pružná a zároveň pevná. Taktéž, stejně jako epidermis, chrání tělo před vnějšími vlivy a dráždivými látkami. V této vrstvě se nacházejí mazové a potní žlázy a je prostoupena cévami a nervy, také se ve škáře nachází lymfatické cévy a smyslové receptory. Ze škáry vyrůstají vlasy a chlupy tvořící se v buňkách vlasových váčků. [28]

Podkožní vazivo (Subcutis)

Nejspodnější vrstvou kůže je podkožní vazivo, které je tvořeno sítí kolagenních a elastických vláken, mezi kterými se nacházejí tukové buňky. Množství tukových buněk se na různých částech lidského těla liší a liší se také u

mužů a žen. Tato vrstva kůže uchovává energii, působí jako ochrana před nárazy a zároveň izoluje tělo. [28]

Potní žlázy

Jestliže zevní teplota příliš stoupne, tělesná teplota je udržována ztrátou tepla potními žlázami - pocením.

Potní žlázy lze dělit do dvou skupin, tou první jsou malé ekrinní žlázy, které jsou obsaženy skoro ve všech oblastech kůže a druhou skupinu tvoří větší potní žlázy apokrinní, které se vyskytují jen na některých místech těla. [28][30]

- *Ekrinní potní žlázy* se vyskytují nejvíce na dlaních, chodidlech a na čele. Celkem je jejich počet odhadován na 2,5 milionů. Tyto žlázy produkují bezbarvý a nezapáchající pot. Složení potu je 90% voda, dále ionty (Na^+ , K^+ a Cl^-), kyselina mléčná a močovina. [28][30]
- *Apokrinní potní žlázy* se vyskytují jen na určitých místech těla, jako je podpaží, oblast genitálů atd. Stavbou jsou podobné malým potním žlázám, ale proudí na povrch pokožky v místě, kde vyúsťují chlupy. Tyto žlázy vylučují sekret specifického zápachu. [28][30]

7 Tepelná rovnováha

Lidské tělo vytváří své vlastní teplo, přijímá teplo z okolí a také odvádí teplo do svého okolí. Tepelná bilance lidského těla může být vyjádřena jako:

$$Q_{tt} + Q_{tz} = \pm Q_s \pm Q_{pr} \pm Q_{ved} + Q_{od} + Q_{odc} + Q_{op} + Q_{ov} \pm \Delta Q \quad [31]$$

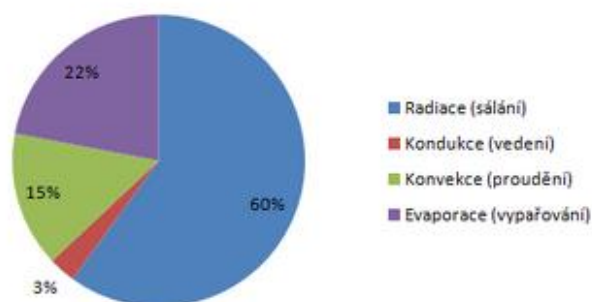
- Kde:
- Q_{tt} -je tvorba tepla v organismu ($J \cdot s^{-1}$)
 - Q_{tz} -vnější tepelné záření ($J \cdot s^{-1}$)
 - Q_s -tepelné ztráty sáláním ($J \cdot s^{-1}$)
 - Q_{pr} -tepelné ztráty prouděním ($J \cdot s^{-1}$)
 - Q_{ved} -tepelné ztráty vedením ($J \cdot s^{-1}$)
 - Q_{od} -tepelné ztráty v důsledku odpařování difúzní vlhkosti ($J \cdot s^{-1}$)
 - Q_{odc} -tepelné ztráty v důsledku odpařování vlhkosti z horních cest dýchacích ($J \cdot s^{-1}$)
 - Q_{op} -tepelné ztráty odpařování potu ($J \cdot s^{-1}$)
 - Q_{ov} -tepelné ztráty na ohřev vydechaného vzduchu ($J \cdot s^{-1}$)
 - ΔQ -změna tepelného stavu organismu proti stavu tepelné pohody tzv. deficit tepla ($J \cdot s^{-1}$)

Záporná znaménka na pravé straně rovnice platí pro tepelné toky sdílené z prostředí tělu.

Na tepelnou pohodu a zároveň bilanci organismu má vliv řada faktorů. Patří sem teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu a jeho turbulence, dále osobní faktory, jako je hodnota metabolismu a oblečení, pak jídlo a pití, tělesná postava, aklimatizace, podkožní tuk, věk a pohlaví. [31][7]

7.1 Přenos tepla mezi člověkem a prostředím

Přenos tepla je proces, během něhož dochází k předávání tepla z místa s vyšší teplotou do místa s teplotou nižší. Výdej tepla do prostředí je u člověka uskutečňován především povrchem těla a jak už bylo zmíněno výše - sáláním (radiací), vedením (kondukcí), prouděním (konvekcí), odpařováním vody z povrchu kůže a sliznic (evaporací) a dýcháním (respirací). [7]



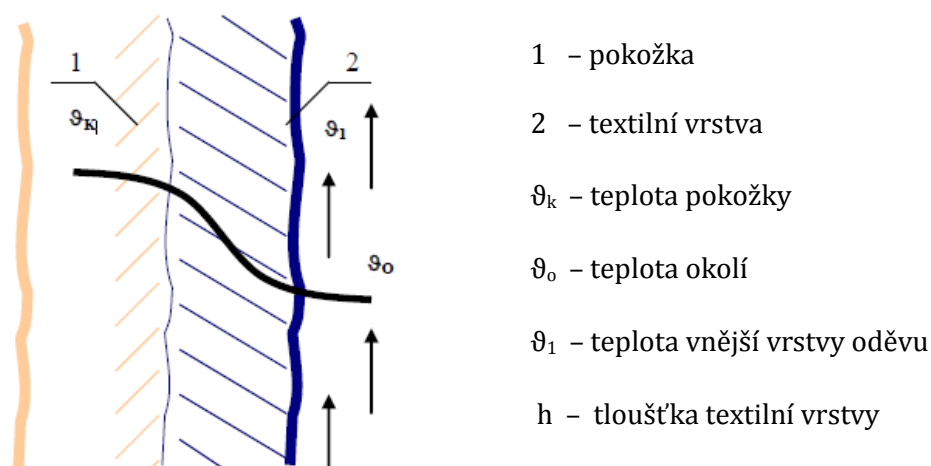
Obrázek 11: Ztráty tepla člověka [14]

7.2 Přenos tepla sáláním (radiace)

Je to přenos tepla, který vzniká při přenosu energie elektromagnetickými vlnami mezi zdrojem a příjemcem. Elektromagnetické záření vyzařuje každé těleso, tedy i každý organismus, neustále. Tepelné záření je jediným "bezkontaktním" způsobem tepelné výměny díky jeho elektromagnetické povaze. Množství vyzářené energie tedy závisí jak na teplotě organismu, tak na teplotě v okolním prostředí. Celková vyzářená energie je dána rozdílem čtvrtých mocnin povrchové teploty lidského těla a teploty těles v jeho bezprostředním okolí. Význam tepelných ztrát vyzařováním je jiný v extrémních klimatických podmínkách a v podmínkách, ve kterých žijeme. V našem klimatickém pásmu (mírný pás) je vyzařování velice důležité, představuje až 60 % tepelných ztrát organismu. Mezi dvěma tělesy, kde dochází k přenosu energie zářením, nemusí být přítomna látka. Může se šířit i ve vakuu.[7][15]

7.3 Přenos tepla vedením (konduktce)

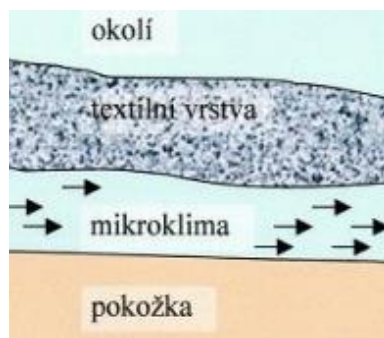
Při vedení přechází teplo z míst o vyšší teplotě do míst, kde je teplota nižší. Přechází však pouze teplo, tedy kinetická energie kmitavého pohybu molekul, nikoliv hmota. Tento děj se uskutečňuje pouze přímým stykem. Kondukcí (vedením) ztrácíme teplo (až 5%) tehdy, je-li kůže v kontaktu s chladnějším prostředím. Jde o přenos tepla chodidly, zadní částí těla při sezení či spánku, ale vedení tepla je také hlavní mechanismus přenosu tepla v tenkých vrstvách v oděvních systémech. [7]



Obrázek 12: Přenos tepla vedením [7]

7.4 Přenos tepla prouděním (konvekce)

Konvekce představuje nejvýznamnější přenos tepla mezi člověkem a okolním prostředím. Teplo je transportováno částicemi tekutin pohybujících se rychlostí v [m/s]. Mezi objektem a proudícím prostředím se vytváří tzv. tepelná mezní vrstva, ve které se realizuje teplotní spád. Tloušťka mezní vrstvy je vyšší při tzv. laminárním proudění tekutiny a klesá v případě proudění turbulentního, kdy trajektorie drah jednotlivých částic nezachovávají svůj původní směr a vzájemně se mísí. [7]

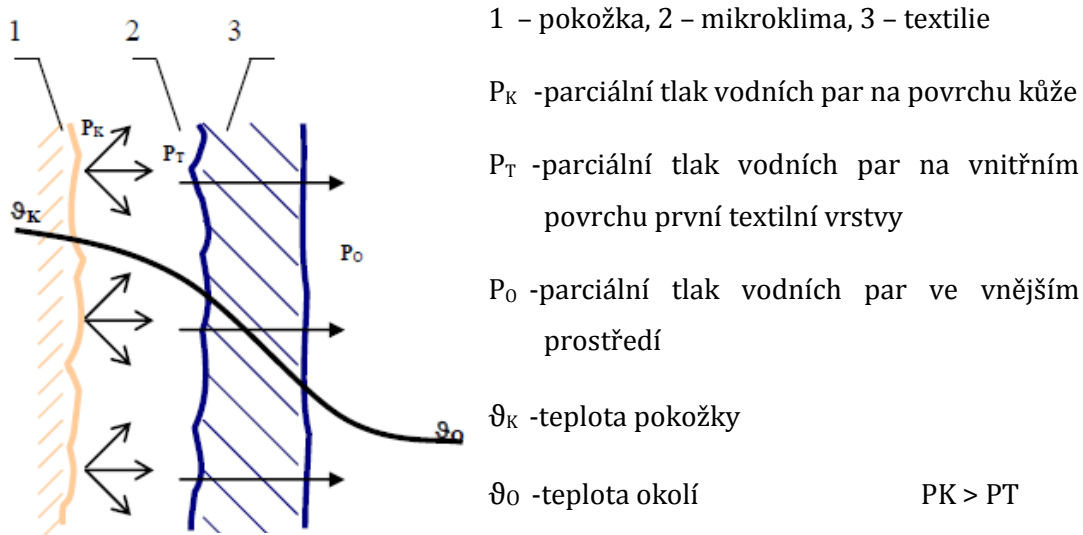


Obrázek 13: Proudění tepla v textili [15]

7.5 Přenos tepla odpařováním (evaporace)

Během odpařování kapalného potu se odvádí výparné teplo pryč od těla, které se tím ochlazuje. Množství tepla, které odchází z povrchu kůže neznatelným pocením, je závislé na měrném výparném skupenském teple a na rozdílu

parciálních tlaků vodních par. Při vysoké teplotě okolního vzduchu je odvod výparného tepla klíčový pro udržení tepelné rovnováhy. Je totiž omezen odvod tepla vedením a prouděním, v důsledku nízkého teplotního gradientu mezi pokožkou a prostředím. [7][15]



Obrázek 14: Přenos vlhkosti vedením mezi kůží a okolím [7]

7.6 Přenos tepla dýcháním (respirace)

Odvod tepla je realizován dýchacími cestami a jeho množství je dáno rozdílem vodních par vdechovaných a vydechovaných. Dýchání dělíme na vnější, což je plicní ventilace a vnitřní tkáňové dýchání. [15]

8 Tepelně izolační vlastnosti textilií

Tepelně izolační vlastnosti jsou charakterizovány tepelnou vodivostí neboli schopností vést teplo, a lze je zjišťovat jak experimentálně, tak i výpočtovými metodami.

Tyto vlastnosti textilií závisejí především na rozložení vláken v textilií a na množství vzduchu obsaženého ve vláknech a mezi vlákny. Vysoká hustota materiálu znamená minimální proudění vzduchu, tudíž i lepší izolaci. Dále jsou také textilní materiály ovlivňovány délkou, tloušťkou, pružností a zkadeřením vláken. [16]

8.1 Tepelný odpor

Tepelný odpor vyjadřuje schopnost vzorku klást odpor vůči průchodu tepla. Čím vyšší je tepelný odpor materiálu, tím lépe tepelně izoluje. Tato veličina, která vyjadřuje schopnost materiálu zadržet teplo, je přímo závislá na tloušťce materiálu a tepelné vodivosti. Značí se R a jednotka je $[m^2 K W^{-1}]$, je to hodnota energie ve W , která projde materiálem určité tloušťky a vyjadřuje, jak velká plocha je nutná k přenosu tepla o hodnotě $1 W$ při rozdílu teploty $1 K$. [16][32]

Vzorec pro výpočet tepelného odporu:

$$R = \frac{h}{\lambda}$$

Kde: h - tloušťka materiálu [m]

λ - součinitel tepelné vodivosti $[W m^{-1} K^{-1}]$ [7]

Čím nižší je tepelná vodivost, tím vyšší je tepelný odpor. Při nošení více vrstev materiálu, se tepelné odpory jednotlivých vrstev sčítají. [32]

8.2 Tepelná jímavost

Tepelná jímavost charakterizuje tepelný omak. Je vyjádřena množstvím tepla, které proteče při rozdílu teplot $1 K$ jednotkovou plochou za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu. Jako chladnější pocítujeme materiál, který má větší tepelnou jímavost. [16][7]

Vzorec pro výpočet tepelné jímavosti:

$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c}$$

kde: λ – součinitel tepelné vodivosti [W/m·K]

ρ – hustota [kg/m³]

c – tepelná kapacita [J/kg·K] [7]

8.3 Tepelná vodivost

Vyjadřuje schopnost látky vést teplo. Číselně to vyjadřuje množství tepla, které v ustáleném stavu projde vrstvou o tloušťce 1m a plochou 1m² při rozdílu teplot 1K na obou stranách vrstvy. Závisí na struktuře hmoty, její hustotě, vlhkosti, tlaku a teplotě. Značí se malým řeckým písmenem λ a její jednotkou je [W m⁻¹ K⁻¹]. Podle tohoto součinitele se látky dělí na tepelné vodiče - látky s vysokou rychlostí vedení tepla a velkým součinitelem tepelné vodivosti a tepelné izolanty - látky s nízkou rychlostí vedení tepla a malým součinitelem tepelné vodivosti [W m⁻¹ K⁻¹]. [16][7]

Vzorec pro výpočet tepelné vodivosti:

$$\lambda = \frac{Q h}{S \tau \Delta t}$$

kde: Q - teplo [31]

λ - součinitel tepelné vodivosti [W m⁻¹ K⁻¹]

S - plocha [m²]

Δt - změna teploty [K]

h - tloušťka materiálu [m]

τ - jednotka času [s] [33]

Faktory ovlivňující tepelnou vodivost

Tepelná vodivost je při měření plošné textilie ovlivňována několika faktory, mezi které patří například jemnost vláken, vlhkost materiálu, zaplnění a objemová hmotnost textilie a teplota. Podrobně jsou tyto faktory popsány níže.

Vliv zaplnění a objemové hmotnosti

Prostory mezi vlákny mají velký vliv na tepelně izolační vlastnosti materiálu. Důležitý je počet, tvar a velikost vzduchových pórů. Tepelná vodivost plošné textilie, která je složena ze základního materiálu a vzduchových dutin, se pohybuje v rozmezí tepelné vodivosti vzduchu a pevného materiálu. V případě klesajícího zaplnění materiálu vlákny se tepelná vodivost snižuje.

Za předpokladu, že je textilie suchá a póry jsou uzavřeny, se podílí na transportu tepla vedení a sálání. Při stejném množství hmoty vláken, ale jsou-li vzduchové póry větší, je teplo přenášeno prouděním, a tím se tepelná vodivost zvyšuje. [33]

Vliv jemnosti vláken

Mezi jemnými vlákny v plošné textilií je minimální mezivláknenný prostor, který udržuje vzduch. Jelikož je vzduch nejlepší izolant, je proto tepelná vodivost nízká.

Podle citace J. Sitteové v její diplomové práci, jsou při použití hrubých vláken naopak prostory mezi vlákny velké a tepelná vodivost se tím zvyšuje. [33]

Vliv vlhkosti

Voda je lepší vodič než vzduch, má tedy horší izolační vlastnosti a tím pádem vyšší tepelnou vodivost. Jsou-li tedy vzduchové póry mezi vlákny jen částečně zaplněny vodou, znamená to podstatné zvýšení součinitele tepelné vodivosti. [33]

Vliv teploty

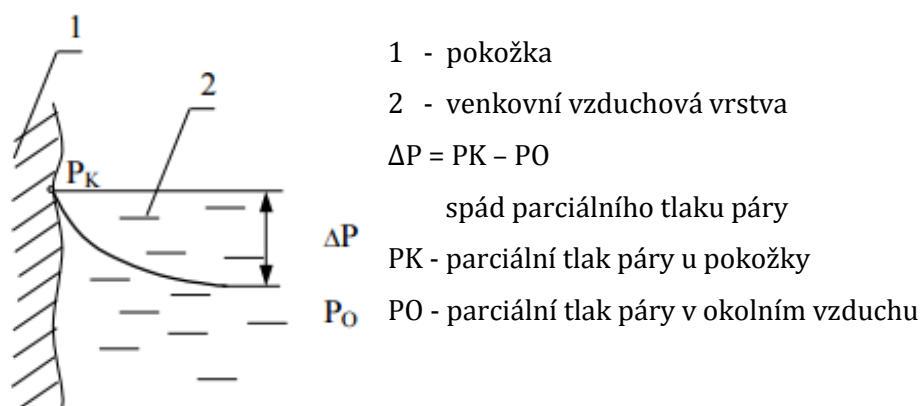
Při růstu teploty, dochází k průchodu většího množství tepla textilií, což také vede k nepatrnému zvýšení tepelné vodivosti. Je tedy možno říci, že tepelná vodivost textilních materiálů roste se zvyšující se teplotou lineárně. [33]

Vliv toku tepla

Rychlost prostupu tepla textilií závisí na poloze vláken v textilním materiálu. Pokud proudí teplo ve směru vláken a transportu tepla nic nebrání, je tepelná vodivost nejvyšší a snižuje se pak tedy vlivem vzduchových mezer. [33]

9 Odvod tělesné vlhkosti do okolí

Lidský organismus v rámci své termoregulační činnosti produkuje vodu ve formě potu. Při teplotách kůže do 34°C uvolňuje lidské tělo do okolí asi 0,03 l.h⁻¹ potu a nad tuto teplotu až 0,7 l.h⁻¹. Ochlazovací efekt vznikne pouze při odpaření potu. U volného povrchu kůže je jedinou podmínkou odparu dostatečný rozdíl parciálních tlaků páry. [7]

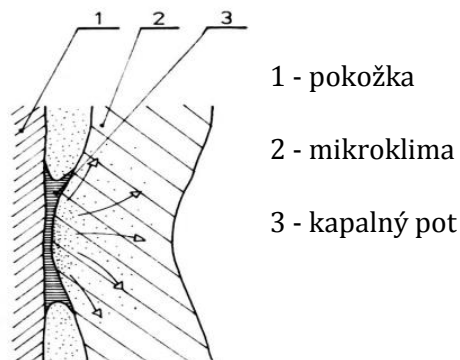


Obrázek 15: Odvod vlhkosti z volného povrchu kůže odparem [7]

Situace je však složitější u oblečeného člověka, kdy odvod vlhkosti probíhá podle jiných principů: kapilární, migrační, difuzní, sorpční. [15]

9.1 Kapilární odvod potu

Kapilární odvod je založen na odsávání potu první textilní vrstvou, pot vzlíná jejími kapilárami do plochy všemi směry. Pokud má člověk na sobě více oděvních vrstev, je pot stejným způsobem transportován do další vrstvy oděvu. Tento jev se nazývá "knotový efekt". Kapilární odvod je dále závislý zejména na smáčecí schopnosti této textilie a vláken, na povrchovém napětí vláken a potu. [15][16]



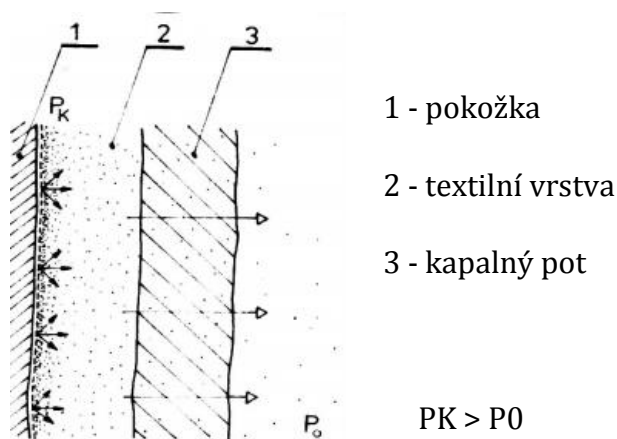
Obrázek 16: Kapilární odvod vlhkosti [15]

9.2 Migrační odvod potu

Oděv se nachází ve většině případů v teplotním spádu mezi teplotou povrchu těla a okolím. Za těchto podmínek pak může dojít ke kondenzaci vlhkosti na povrchu vláken. Tato voda je buďto odvedena do kapilárních prostor nebo migruje na povrchu vláken. K migraci však dochází zároveň u vody, která byla do textilie dopravena kapilaritou, tedy vodou kapalnou. [15][16]

9.3 Difúzní odvod potu

Difúzní odvod vlhkosti z povrchu kůže přes textilii je realizován prostřednictvím pórů, které se svou velikostí a křivolakostí zúčastňují na kapilárním odvodu. [15]



Obrázek 17: Difuzní odvod potu z pokožky [15]

9.4 Sorpční odvod vlhkosti

Sorpční proces předpokládá nejprve vnik vlhkosti či kapalného potu do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a následné navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Tento proces je nejpomalejší a je podmíněn použitím textilie alespoň částečně obsahující sorpční vlákna.

Nejrychlejší z těchto čtyř výše uvedených způsobů je kapilární odvod, dále je pak migrační a difuzní a nejpomalejší je způsob sorpční. Pro zajištění oděvního komfortu je nejvýhodnější kombinace difúzního a sorpčního způsobu. [15][7]

10 Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů

Při sdílení tepla mezi člověkem a vnějším prostředím má mimořádně důležitou úlohu přestup tepla odpařováním potu z povrchu těla. Při tomto ději stoupá vlhkost vzduchu pod oděvem, oděv vlhne a narušuje stav pohody. Úroveň přestupu tepla vypařováním značně závisí na hydromechanických vlastnostech materiálů: na navlhavosti, vzlínavosti, nasákavosti, propustnosti pro páry a vodu. Soubor těchto vlastností umožňuje regulovat oděvní mikroklima a v souvislosti s ním i podmiňuje subjektivní pocity uživatele, protože úroveň přestupu tepla odpařováním značně závisí na těchto hydroskopických vlastnostech materiálu. [15]

10.1 Hydroskopičnost

Hydroskopičnost je schopnost materiálů pohlcovat vlhkost ze vzduchu. Schopnost textilií pohlcovat vodu z ovzduší souvisí se sorpčními vlastnostmi textilních vláken i s jejich speciálními úpravami. [15]

Hydroskopičnost textilních materiálů závisí hlavně na materiálovém složení, dostavě, tloušťce a na vlastnostech jejich vláken. Ovlivňuje rychlost nasakování a vysychání textilie. Čím mají textilie větší tloušťku a zaplnění, tím pomaleji nasávají i propouští vodu a tím lépe zajišťují stálost vlhkosti a tepla vzduchové vrstvy mezi oděvem a tělem. Rychlé pohlcování vody materiálem, vede k rychlé změně mikroklimatu pod oděvem. Hydroskopičnost se využívá na vnitřní vrstvy oděvu, u dvouvrstevných materiálů (zejména u pletenin) na vnější. Zde totiž pomáhá rychlým pohlčováním zachovávat příznivé klima pod oděvem. Ovšem na druhou stranu se se zvlhčením oděvu zvyšuje tepelná vodivost textilií, což v důsledku znamená snížení teploty pod oděvem a ochlazení těla. [15]

10.2 Smáčivost

Základním předpokladem pro to, aby textilie sála vodu, je smáčivost materiálu vodou. Je dána povrchovým napětím, které vzniká na rozhraní textilie, vody a vzduchu. Pokud klesá povrchové napětí textilie, tak se kapka více rozšiřuje a dotykový úhel kapky se zmenšuje. Smáčivost je ovlivněna povrchem pevné látky, protože kapalina do hmoty pevné látky neproniká, je-li použita např. aviváž při praní, povrchové modifikace vláken nebo finálních úpravy textilie. [15][16]

10.3 Vzlínavost

Je to schopnost plošné textilie přijímat vodu, která vniká do plošných textilií působením kapilárních sil a je v soustavě držena svým povrchovým napětím. Znamená to schopnost odvádět vodu z prostoru pod oděvem a je závislá na velikosti a tvaru pórů. Tato vlastnost může u některých textilií doplňovat hydroskopičnost. Je tomu tak například u syntetických materiálů z tvarovaných přízí, které nemají dobré sorpční vlastnosti, ale mají dobrou vzlínavost, proto více vyhovují hygienickým požadavkům. Savost se vyjadřuje sací výškou h . [15]

10.4 Nasáklivost

Nasáklivost je schopnost plošné textilie přijímat a fyzikálně vázat vodu při ponoření za stanovené teploty a doby. [15]

10.5 Vysýchavost

Je to schopnost materiálů odevzdávat vodu do okolního prostředí, čímž dochází ke zlepšení tepelně izolačních vlastností a také ke změně pevnosti. Například s vysycháním se zlepšuje pevnost vláken z regenerované celulózy, ale přírodní celulózová vlákna svou pevnost ztrácejí, jelikož jejich pevnost se naopak se stoupající vlhkostí zvyšuje. Rychlost vysychání materiálu je závislá na vlastnostech vláken, na vazbě textilie a na charakteru jejich povrchu.

Každý materiál pohlcuje nebo odevzdává vodu v různé míře. Lněné a bavlněné materiály rychle pohlcují a rychle odevzdávají vodu do okolního prostředí, naopak vlněné pohlcují a propouští pomalu. Materiály z viskóзовé stříže vodu rychle pohlcují a pomalu odevzdávají, tím se snižuje tepelně-izolační schopnost materiálu. [15][16]

10.6 Propustnost vodních par

Propustnost vodních par textilií je schopnost plošné textilie propouštět vlhkost ve formě vodní páry z prostoru uzavřeného textilií. Propustnost vodních par se udává v % a zjišťuje se buď gravimetrickou metodou, kdy je propustnost vodních par poměr přírůstku hmotnosti vysoušedla ve zkušební misce s textilií a přírůstku hmotnosti vysoušedla ve zkušební misce bez textilie nebo se stanovuje pomocí měřicího přístroje - skin modelu, jehož základem je vyhřívání a

zvlhčovaná porézní deska, simulující lidskou kůži. Propustnost nám stanovuje míru schopnosti textilie neklást odpor unikání vlhkosti vznikající na povrchu lidského těla v podobě páry do okolního prostředí. [15][16]

10.7 Teplota vzduchu pod oděvem

Pro uživatele je důležitá teplota mezi povrchem těla a první vrstvou oděvu. Pro osoby ve stavu klidu je optimální teplota udávaná v rozmezí 30 až 32°C. Z hlediska tepelného komfortu je nejpodstatnější udržení optimální teploty mikroklimatu, tedy docílit vhodnou volbou materiálu udržení teploty jednak v podmínkách chladu (dostatečný tepelný odpor), větrných podmínek (prodyšnost) a schopnost odvodu případného zvýšeného množství tepla v důsledku fyzické aktivity. [15]

10.8 Vlhkost vzduchu pod oděvem

Hodnota relativní vlhkosti pod oděvem v mikroklimatu udávaná pro stav fyziologického komfortu, se pohybuje v rozmezí 35 až 60%. Může být o něco nižší než vlhkost okolního vzduchu v důsledku vyšší teploty ve vrstvě mikroklimatu. Nejdůležitější pro množství vlhkosti vzduchu pod oděvem, je schopnost odvádět vodu z povrchu těla do okolního prostředí. [15]

11 Objektivní hodnocení tepelných a vlhkostních vlastností

V této kapitule jsou uvedeny stručné charakteristiky vybraných přístrojů, které slouží k měření tepelných a vlhkostních vlastností textilií.

11.1 PSM 2 – Skin model

Tato metoda slouží k testování tepelné odolnosti textilie a odolnosti vůči vodním parám pomocí vyhřívané desky simulující lidskou pokožku. Testovaná textilie je připevněna pomocí dvou rámečků na měřící podložku, která je přikryta folií. Teplota destičky je udržována na 35°C. Po zahájení měření, prochází vodní pára podložkou a textilií do vzduchového kanálu. Celková tepelná ztráta se pak kompenzuje přesným dodáním elektrické energie. [21]

11.2 Metoda DREO

Pomocí této metody lze zjistit např. odolnost vůči vodním parám, tepelný odpor a difuzní odpor při ustálených podmínkách. Vzorek je upevněn mezi dvě polopropustné vrstvy. Spodní vrstva chrání a odděluje vzorek od vodní hladiny. Přes vrchní vrstvu proudí suchý vzduch. Ztráta vody je odečítána na stupnici skleněné kapiláry a měření se provádí po dobu 15 min. [7]

11.3 Sweating guarded hotplate (SGHP)

Tento přístroj simulující lidskou pokožku, slouží k testování tepelného a výparného odporu textilií. Přístroj SGHP se skládá z čtvercové elektronicky vyhřívané ploténky a bočních rámů, dvou teplotních čidel a jednoho čidla vlhkosti. Od přístroje SGHP se liší pouze konstrukcí, princip mají stejný. [17]

11.4 Alambeta

Přístroj Alambeta je určen k měření termofyzikálních parametrů textilií. Přístroj simuluje reálné podmínky tím, že je měřící hlavice zahřátá na průměrnou teplotu lidské pokožky 32 °C a vzorek je udržován na teplotě 22 °C. Po spuštění měření, hlavice poklesne na vzorek a následně je měřen probíhající tepelný tok. Po měření, které trvá 10 – 100 sekund, jsou zjištěny všechny požadované parametry testovaného vzorku, kterými jsou: tepelná vodivost, tepelný odpor, tepelná jímavost a teplotní vodivost. [19]

11.5 Togmeter

Tento přístroj zjišťuje tepelný odpor a tepelnou vodivost pomocí teplotních čidel a topného tělesa, které je ovládáno digitálním ovladačem teploty. Přístroj je uložen ve skříni s řízeným prouděním vzduchu. Zkušební vzorky musejí být kruhové o průměru 33 cm a nesmí být pomačkané. [18]

11.6 Permetest

Pomocí tohoto přístroje je měřen tepelný tok textilie, který prochází povrchem tepelného modelu lidské pokožky. Simuluje ochlazování organismu pocením. Na zvlhčovaný porézní povrch je přes membránu přiložen měřený vzorek textilie a vnější strana vzorku je ofukována.

Měřicí hlavice je při měření výparného odporu a paropropustosti udržována na teplotě okolního vzduchu. Při měření se vlhkost v porézní vrstvě mění v páru, která přes membránu prochází vzorkem. Hodnota tepelného toku je pak měřena snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie nebo nepřímo úměrná jejímu výparnému odporu. [20]



Obrázek 18: Přístroj Permetest [20]

11.7 Přístroj C-Therm TCi

Analyzátor tepelné vodivosti TCi je přístroj určený ke zjišťování tepelné vodivosti, tepelné jímavosti a dalších charakteristik, které lze dopočítat vzhledem k plošné hmotnosti a tloušťce materiálu. U přístroje není nutná složitá kalibrace ani speciální příprava vzorků, poskytuje měření součinitele sdíleného tepla vedením pevných látek, kapalin, prášků, past a vláknitých vzorků během krátkého

času (cca 5 vteřin). Při doplnění přístroje o teplotní komoru umožňuje přístroj měření v teplotním rozsahu od -75°C do $+200^{\circ}\text{C}$.

Přístroj měří tepelnou vodivost a tepelnou jímavost přímo na základě přechodové roviny a umožňuje dle uživatelem zadaných kritérií spočítat tepelnou vodivost a měrnou tepelnou kapacitu. [42]

Princip činnosti přístroje

Princip měření spočívá v přivádění známého elektrického proudu do snímače, který zahřívá vzorek. Zvýšení teploty na rozhraní mezi snímačem a vzorkem bývá menší než 2°C . Toto zvýšení teploty na rozhraní snímač - vzorek vyvolá změnu elektrického napětí snímacího prvku. [42]



Obrázek 19: Přístroj C-Therm TCi [42]

11.8 Přístroj Moisture Management Tester (MMT)

Slouží k měření dynamického šíření vlhkosti v textilních materiálech ve třech rozměrech.

1. *Savost* – doba pohlcování vlhkosti tkaninou z rubové i lícové strany.
2. *Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti* – jednosměrný přenos vlhkosti z rubové strany na lícovou stranu textilie.
3. *Rychlost vysychání* – rychlost šíření vlhkosti na rubové i lícové straně textilie. [22]

Princip činnosti přístroje

Přístroj se skládá z horních a dolních soustředně umístěných čidel vlhkosti, mezi které se vkládá testovaná textilie. Předem stanovené množství zkušebního roztoku (syntetický pot) se aplikuje na horní stranu textilie, poté se sleduje šíření roztoku materiálem ve třech směrech.

1. Šíření roztoku směrem k vnějším okrajům na horní straně textilie.
2. Přenos roztoku textilií z horní strany na spodní.
3. Šíření roztoku směrem k vnějším okrajům na spodní straně textilie.

Přístroj MMT je navržen pro sledování, měření a zaznamenávání šíření kapaliny textilií ve více směrech. Z řad naměřených hodnot se následně vypočítá schopnost transportu vlhkosti testovaného textilního vzorku. [22]



Obrázek 20: Přístroj MMT [22]

12 Druhy textilních materiálů

Výroba textilu patří k nejstarším lidským dovednostem. Člověk se nejprve chránil proti nepřízní počasí a chladu zvířecí kůží, později však poznal, jak z chlupů vytvořit nit k sešívání kůží.

Momentálně se pro výrobu oděvů, ze všech plošných textilií, používají nejvíce tkaniny a pleteniny. Člověk volí materiály podle funkce, kterou mají plnit.

12.1 Tkaniny

Výroba tkanin má proti jiným plošným textiliím určité přednosti a to širokou variabilitou hustoty, vazby a barevného designu, optimální využití nití, také přiměřenou pružnost, kterou je možné měnit.

Obecně je tkanina plošná textilie vytvořená ze dvou vzájemně kolmých soustav nití - osnovy a útku, navzájem provázaných vazbou tkaniny. Volba vazby zásadně ovlivňuje vlastnosti tkaniny – pevnost, splývavost, tuhost, drsnost, vzhled a omak. Základními vazbami jsou vazba plátňová, keprová a atlasová. Dalším faktorem ovlivňujícím tkaninu je použitý materiál. Podle materiálu se rozdělují tkaniny na bavlněné, lněné, vlněné, hedvábné, ze skleněných vláken, směsové bavlnářské nebo směsové vlnářské a syntetické. [39][40]

12.2 Pleteniny

Pletenina je plošná textilie vznikající většinou z jedné soustavy nití vytvářením a proplétáním oček. Základním vazebním prvkem pleteniny je očko.

12.2.1 Rozdělení pletenin

Podle uspořádání oček v pletenině se pletařské vazby dělí na jednocícní, oboucícní, obourubní a interlokové. Doplnkovým vazebním prvkem je chytová klička a podložená klička, ty doplňují očka a zajišťují soudržnost. Rozlišení dle výrobní technologie se dělí na pleteninu zátažnou a osnovní. Pletenina zátažná je vyrobena z příčné soustavy nití a jejím typickým znakem je snadná paratelnost. Pletenina osnovní je vyrobena z podélné soustavy nití a vzniká celý řádek najednou. Na rozdíl od zátažné pleteniny je špatně paratelná.

Typickou vlastností klasických pletenin je vysoká tažnost, která je dána tvarem oka. Dále jsou pleteniny měkké, zajišťují tedy příjemné nošení, jsou prodyšné a nasákavé. Poréznost pleteniny zajišťuje při určité tloušťce dobrou hřejivost – tepelně izolační schopnost. Nevýhodou ve srovnání s tkaninou, je vyšší plošná hmotnost. [38][39]

12.2.2 Pleteniny v outdoorovém oblečení

K výrobě outdoorového oblečení se používají hlavně jako tepelně izolační vrstva. Některé typy pletenin jsou schopné odvádět pot od těla, ty jsou pak označovány jako funkční. Odvod potu je zajištěn kapilárním odvodem a často jsou tyto pleteniny vícevrstvé. [36]

12.2.3 Rozdělení pletacích strojů

Pletací stroje se dělí podle charakteru výrobku a způsobu pletení na zátahové a osnovní, dále se dělí podle realizace pracovního pohybu, podle tvaru a počtu lůžek, kdy mohou mít pletařské stroje jehelní lůžka plochá nebo okrouhlá, počet lůžek zpravidla jedno nebo dvě. Dále lze tyto stroje rozdělit podle jehel, které jsou buď jazýčkové a jednotlivě pohyblivé nebo drážkové, či pak na stroje se zátahovými stávkami pevně uloženými a společně pohyblivými s háčkovými jehlami. [48]

13 Používané materiály pro funkční prádlo

Vlákna používaná na funkční prádlo jsou většinou běžně používaná syntetická vlákna a v omezené míře některá vlákna přírodní, velice běžná je jejich kombinace. Jejich speciální vlastnosti potom spočívají v samotné konstrukci textilie a povrchové úpravě. Dále se používají vlákna speciální. Bývají to různé modifikace syntetických vláken, které jsou známé pod různými obchodními názvy. Nejčastější úpravou bývá profilování vláken, které dokáže výrazně změnit původní vlastnosti i napodobit vlákna přírodní. [6]

Syntetické polymery (např. polyester, polypropylen, polyamid a polyuretan) se vyrábějí chemickou reakcí, obvykle polymerací nebo polykondenzací z jednoduchých chemických látek - tzv. monomerů. Syntetická vlákna jsou hydrofobní: vlhkost přijímají omezeně a nebobtnají. Hydrofobnost je v textiliích obvykle nevýhodná, proto se syntetická vlákna směsují s přírodními.

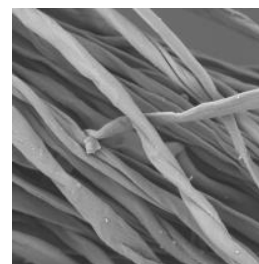
Teplejšího omaku textilie se dosahuje použitím vláken s nižším procentem přirozené vlhkosti ve vlákne. Hydrofilní vlákna bývají hlavně vlákna přírodní. Mají vyšší schopnost absorbovat vodu a vázat ji k vláknu. To v důsledku způsobuje, že špatně schnou. Mokrě navíc vytvářejí pocit chladu. Hydrofobní vlákna nevytváří tak silnou vazbu vlhkosti k vláknu. Dokážou přenášet vlhkost od těla a vlhkost se na povrchu textilie může snáze odpařit. [6]

13.1 Přírodní materiály k výrobě funkčního prádla

Umí-li se přírodní materiál správně zpracovat a používat, dokáže být až překvapivě funkční. Je snadněji ekologicky odbouratelný, ale vyznačuje se i vysokým přirozeným komfortem při nošení.

Bavlna

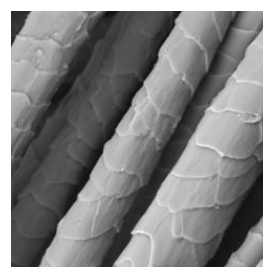
Mezi užité vlastnosti vlákna, které se získává ze semene bavlníku, patří jemný omak, dobrá sorpce vlhkosti a příjemné nošení. Pot je nasáván do vláken prádla a chladí. Po ochlazení nebo po změně teploty okolí začne vlhko v prádlu studit. Bavlna se nejčastěji směšuje se syntetickými vlákny. Prádlo z bavlny se příjemně nosí, ale pomalu schne. [6]



Obrázek 21: Vlákna bavlny[6]

Vlna

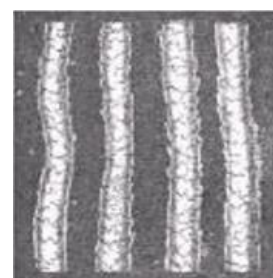
Ovčí vlna se získává stříháním srsti ovcí. Je to nejpružnější přírodní vlákno, je tedy nemačková. Má hebký omak. Specifickou vlastností vlny je plstitelnost a vysoká hřejivost. Dále má vlna vysokou nasáklivost: může přijmout až 40 % vody ze vzduchu. Díky odstávajícím šupinkám na povrchu, které jsou pokryty tuky a jsou tedy nesmáčivé, se na vláknech drží i velké množství vzduchu, dokáže tak dobře izolovat i ve velmi vlhkém stavu. Vlněná vlákna se směšují s polyesterem nebo viskózou. [6]



Obrázek 22: Vlákno mohérové vlny[6]

Vlna merino

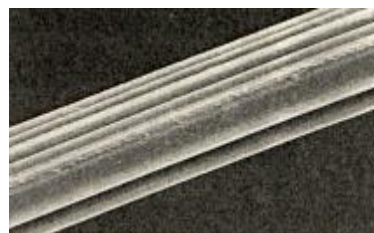
Ve srovnání s běžnou vlnou je hedvábně jemná, nekouše, má dobré izolační vlastnosti a je prodyšná. V zimě hřeje a chrání před prochladnutím, v horkém letním počasí dokáže zabránit přehřátí organismu. Vlákna z této vlny jsou hydrofilní a mají vysokou absorpční schopnost. Dokáží pojmout vlhkost rovnající se třetině své váhy, aniž by na dotyk působila mokrá. [8]



Obrázek 23: Vlákna merino vlny [6]

Viskóza

Viskóza se vyrábí z odpadové bavlny nebo ze dřeva s vysokým obsahem celulózy. Viskózová vlákna mají vysokou tažnost, ale nepatrnou pružnost. Jsou to vlákna hydrofilní - ve vodě bobtnají až na dvojnásobek průřezu, za vlhka však ztrácejí svoji pevnost. Viskóza se často používá ve směsích s jinými vlákny a nemačká se. [6]



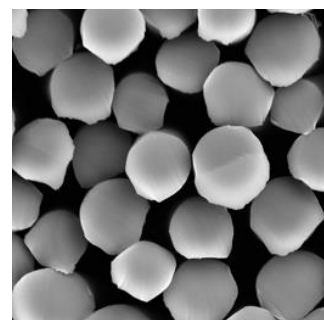
Obrázek 24: Viskózové vlákno [6]

13.2 Syntetické materiály k výrobě funkčního prádla

Syntetické příze, kdysi spíše zatracované, následně v uplynulých dvaceti letech preferované, se neustále vyvíjí a směřují k takzvaným „inteligentním textiliím“. Tyto moderní materiály a výrobky z nich se pomalu stávají ne jenom pouhým oděvem, ale víceúčelovým prostředkem denní potřeby. Syntetická vlákna jsou vytvořená ze syntetických polymerů a jejich základem je monomer. [12]

Polyester (PES)

Polyester vzniká chemickou reakcí ze dvou vstupních komponent chemických látek, ze kterých je vyroben polymer. Ten se zvláknuje z taveniny do šachty, následně dlouží nebo sdružuje do kabelu, který se buď řeže na stříž, nebo trhá na trhanec. Polyester má velmi nízkou navlhavost, ale ne tak nízkou jako polypropylen. Prádlo z polyesteru je velmi pevné, pružné a odolné v oděru. Mezi nevýhody vláken patří



Obrázek 25: PES vlákna [12]

rychlé špinění a to, že příliš nezajišťují tepelnou pohodu. Nevýhodou polyesteru je sklon ke žmolování. Proto se vyrábějí též modifikovaná PES vlákna, jejichž původní vlastnosti jsou vylepšeny přidáním chemikálií. [12]

CoolMax®

Speciálně modifikované čtyřkomorové polyesterové vlákno CoolMax®, registrované firmou Invista, je charakteristické svým tvarovaným průřezem. Po

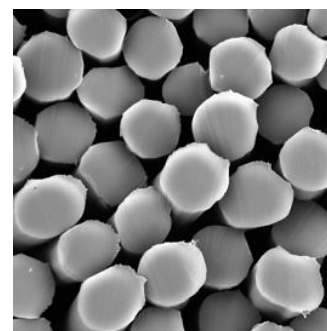
délce celého vlákna jsou vytvořené kanálky, které napomáhají rychlejšímu odvodu potu z povrchu těla. Díky těmto kanálkům pot vzlíná látkou na její povrch, kde se odpařuje. Vlákna tedy nesají pot, ale pouze zajišťují transport potu od těla k povrchu látky. Úplet vytvořený z vláken CoolMax je velmi lehký, jemný a prodyšný. [13][7]



Obrázek 26: Průřez vláknem CoolMax [7]

Polypropylen (PP)

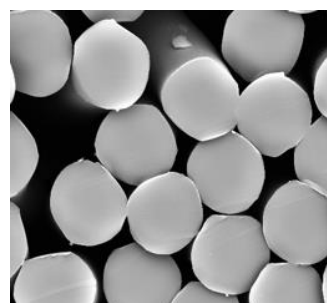
Polypropylen je materiál, který se vyznačuje velmi nízkou měrnou hmotností, nízkou cenou a prakticky nulovou nasákavostí. Malá nasákavost je u sportovního oblečení velmi důležitá, protože hlavní funkcí je odvést pot od těla a ne ho nasáknout. Nevýhodou polypropylenu bývá nepříjemný omak. Nejčastěji se polypropylen využívá jako hydrofobní kontaktní vrstva do dvouvrstvých pletenin v kombinaci s bavlnou. [6][12]



Obrázek 27: PP vlákna [12]

Polyamid (PA)

Polyamidová vlákna se vyrábějí zvlákněním vysokomolekulárního polymeru, dloužením za studena a tepelnou stabilizací. Jednotlivé druhy polyamidu se liší chemickým složením. Například polyamid 66 (nylon) sestává ze dvou monomerů, které mají po šesti uhlíkových atomech v řetězci.



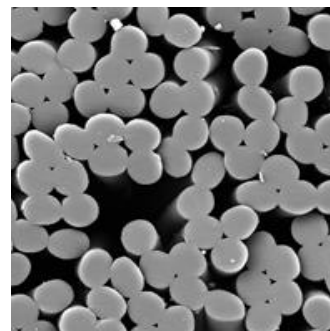
Obrázek 28: PA vlákna [12]

Polyamidová vlákna vynikají pevností, odolností proti oděru a nízkou měrnou hmotností. Navlhavost je malá: oděv po vyprání

rychle schne, má však sklon ke vzniku statického náboje. Tato vlákna se směsují nejčastěji s bavlnou nebo vlnou. [6][12]

Polyuretan (PUR)

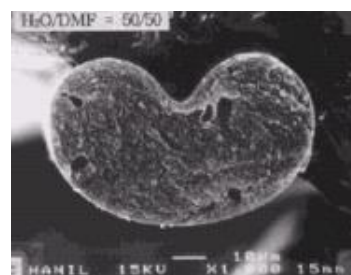
Tento velmi pružný materiál se používá do různých elastických sportovních úpletů i strečových tkanin. Existuje mnoho typů polyuretanových vláken. Asi nejznámějším obchodním názvem vlákna vyrobeného z polyuretanu je elastan. Vzhledem k tomu, že bývá obsažen pouze v malém množství, výrazně neovlivňuje vlastnosti textilie. Ovlivňuje spíše její kompaktnost, tedy plošnou hmotnost. [6][12]



Obrázek 29: PUR vlákna [12]

Polyakrylonitril (PAN)

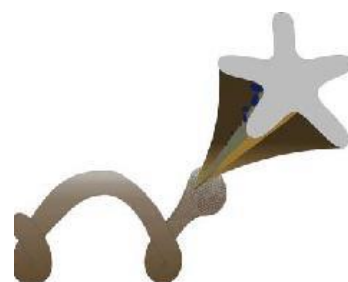
Akrylová vlákna mají vlastnosti velmi podobné vlně, proto se také často do směsí s vlnou používají. Mají nízkou navlhavost, příjemný omak, avšak nižší odolnost v oděru a vyšší žmolovitost. Často se používají do pletacích přízí, ponožkového zboží a jiných pletených výrobků. [6][12]



Obrázek 30: Řez PAN vláknem [6]

Moira

Patří mezi nejpoužívanější materiály na výrobu sportovního oblečení. Vyrábí se například i MOIRA Micro, MOIRA Plus atd. Uvedené druhy se od sebe liší konstrukcí úpletů, jemností a profilem použitých polypropylenových vláken. Hlavní surovinou pro její výrobu je modifikovaný polypropylen, který je složitým technologickým procesem zvlákňován na profilované polypropylenové vlákno. Specifičnost



Obrázek 31: Průřez PP vlákna Moira [7]

vlákna spočívá ve tvaru jeho průřezu, který se podobá pětilaločné hvězdě. Tím se

dvojnásobně zvětšuje obvod vlákna a zároveň vytváří žlábek, kterým potom putuje kapilární vlhkost. [7][10]

Lycra

Elastomerové vlákno Lycra® na bázi polyurethanu má velkou tažnost, rychlé zotavení po deformaci a je odolné proti oděru. Elastomery dosahují pružnosti pryže, ale jsou lehčí a méně se znehodnocují chemikáliemi (chlor ve vodě, tělní oleje apod.). Vlákna Lycra špatně absorbují vlhkost, proto se používají ve směsích. [11]

13.3 Současné novinky a trendy mezi funkčními materiály na trhu

Stále populárnější je při výrobě funkčního prádla používán přírodní materiál merino. Ten má spoustu výhod, jak bylo popsáno výše, ale nedoporučuje se pro sporty, při kterých se uživatel extrémně zpotí. Pokud jde o fyzicky náročnější aktivity je vhodnější syntetika. Přírodní materiály lze zvolit při nižších intenzitách pohybu, jelikož se oproti umělým vláknům rychleji propotí a pomaleji schnou.

Stále nejčastěji používaným syntetickým materiálem pro funkční oděv, jsou polyesterová a polypropylenová vlákna. V současné době se stále vylepšují tvary vláken – profilovaná vlákna, jelikož se tím zvyšuje užitná hodnota výrobků z nich vyrobených. Úpravou profilu vláken může být ovlivněn nejen vzhled a omak, ale hlavně může být zvětšena odpařovací plocha i kapilární vzlínavost pletenin vyrobených z takovýchto vláken, a také je zkrácena doba potřebná k jejich usušení a zvětšena tepelně izolační schopnost. [44]

Novinkou na trhu, co se týče syntetických vláken, je momentálně materiál CoolDry a ThermoCool. Z přírodních vláken je to materiál Bamboo. Zajímavostmi mezi funkčními materiály je například materiál SCafeoof, který je vyrobený z odpadků kávy nebo speciálně hustě tkaný materiál UV Proof 30+, který chrání před slunečními paprsky – propustí jen 1/30 z celkového záření. Novinkou mezi používanými technologiemi při výrobě funkčního prádla jsou nano částice stříbra, které zajišťují antibakteriální účinky a zabraňují zápachu. Dále se vyskytují i funkční oděvy antistatické a antialergické. [46]

CoolDry

Materiál CoolDry je speciální čtyř-laločnaté polyesterové vlákno, které díky tomuto speciálnímu průřezu zajišťuje volný přístup vzduchu k pokožce a přirozenou tepelnou regulaci organismu člověka. Oproti kruhovému průřezu vlákna je zde nižší hmotnost o 25%. Tento „křížový tvar“ vlákna má za následek větší plochu vlákna, tudíž i zvětšení odpařovací plochy, čímž je urychlen odvod potu od pokožky. [45]

Thermocool

Jde o směs dutých syntetických vláken opletených vlákny s kanálkovým povrchem. Splňuje dva základní požadavky - poskytnout teplo, když je člověku zima a ochlazení, když je mu horko. Tato vlákna jsou konstruována tak, že mají zvětšený povrch pro odpar, na povrchu je dále mnoho-násobný počet kanálků, které výjimečně odvádějí vlhkost od pokožky. Duté vlákno pak dovoluje zvýšenou výměnu vzduchu a zaměřuje energii na rychlejší odpar. Tato vlákna mají díky většímu měrnému povrchu o 48% lepší schopnost nasáknutí vlhkosti než například PES a PA, a tím i lepší schopnost jejího odpaření - odpařuje vlhkost o 53% lépe. [41]

Bamboo

Moderním materiálem je momentálně bambusová viskóza, kde se používá jako surovina bambus, ale proces je podobný jako při výrobě viskózy. Tato vlákna se používají pro svou prodyšnost a antibakteriální vlastnosti. Vlákno je uvnitř duté a má velké množství mikropár a otvorů. Ve srovnání s bavlnou dokáže zachytit a odvést až čtyřikrát více vlhkosti. [9]

14 Problematika transportu vlhkosti a tepla ve funkčním prádle publikovaná ve vědeckých studiích

V níže uvedených odborných článcích jsou popsány studie zabývající se podobnou problematikou, jakou řeší i tato diplomová práce.

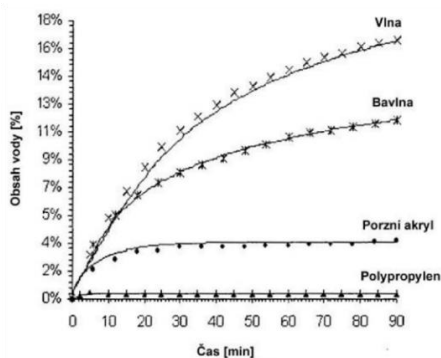
14.1 Studie chování textilií vyrobených z různých vláken při různé relativní vlhkosti

Tato práce byla provedena vědci Y. Li a Z. X. Luem ke zjištění dynamické difúze vlhkosti do hydroskopických textilií vyrobených z různých vláken. Textilie vyrobené z vlny, bavlny, porézního akrylu a polypropylenu byly testovány v komoře při teplotě 20°C a nulové vlhkosti 0%. Potom byla vlhkost změněna na 99%. Změny vodního objemu v textiliích během sorpce byly získány kontinuálním vážením textilií. Teplotní změny textilií byly zaznamenávány termočlánky vloženými do povrchu vzorku textilie. Charakteristiky zkoumaných textilií jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Základní charakteristiky textilních vzorků [34]

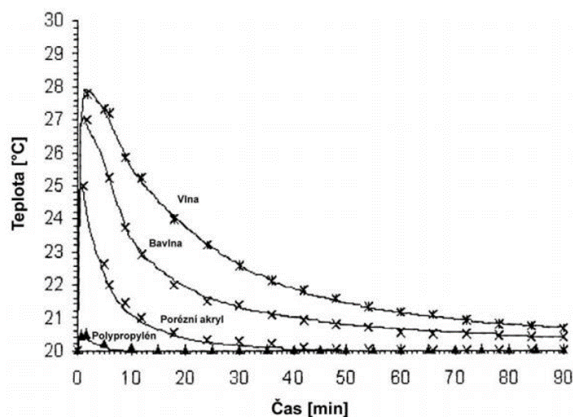
Typ vlákna	Průměr vlákna (mm)	Jemnost příze (tex)	Struktura textilie	Hmotnost (gm ⁻²)	Tloušťka (mm)
Vlna	20,6	20,4	dvojitá vrstva	272	2,96
Bavlna	13,3	19,7	dvojitá vrstva	275	2,19
Porézní akryl	18,4	21,3	dvojitá vrstva	287	2,14
Polypropylén	20,0	18,3	dvojitá vrstva	279	2,42

Diagram 23. ukazuje průchod vodních par v textiliích během sorpce z 0-99% v jednotlivých krocích. Vlněná textilie má výrazně větší sorpci vodních par než ostatní textilie. Také má největší počáteční stupeň sorpce, dále následuje bavlna, porézní akryl a nakonec polypropylen. [34]



Obrázek 32: Vlhkostní průchod textiliemi [34]

Na obrázku č. 24 jsou ukázány teplotní změny na povrchu testovaných textilií během sorpce vodních par. Vlna vykazuje nejvyšší počáteční nárůst teploty, následuje opět bavlna, porézní akryl a polypropylen.



Obrázek 33: Teplotní změny na povrchu textilií [34]

Vysoko hydroskopická vlákna, jako je vlna a bavlna, vykazují větší změny hmoty a energie s okolím než slabě hydroskopické textilie - porézní akryl a polypropylen. [34]

14.2 Studie zabývající se vlivem vlastností sportovního oděvu na výkonnost sportovce

Hlavním cílem této práce bylo studium vlivu vlastností sportovního oblečení na fyziologické reakce a výkonnost sportovců. Zkoumány byly tři různé textilní materiály. První materiál se skládal ze 100% bavlny, druhý materiál byl směsový z 65% polyesteru a 35% bavlny a poslední byl 100% polyester. Všechny vzorky měly stejnou vazbu – jednoduchý žerzej, podobnou tloušťku, pórovitost i plošnou hmotnost.

Tyto tři vzorky byly nejprve testovány na přístroji Alambeta, která měří tepelnou vodivost a tepelnou odolnost a dále také na přístroji Permetest, který měří relativní propustnost vodních par.

Obecně je tepelná vodivost vláken vyšší než u zachyceného vzduchu ve tkanině. Jak vzduch stoupá strukturou tkaniny, tím tkanina poskytuje nižší tepelnou vodivost a vyšší tepelnou izolaci. Ze tří testovaných vzorků měl 100%

polyester nejnižší tepelnou vodivost a tedy nejlepší tepelnou izolaci v porovnání s ostatními vzorky.

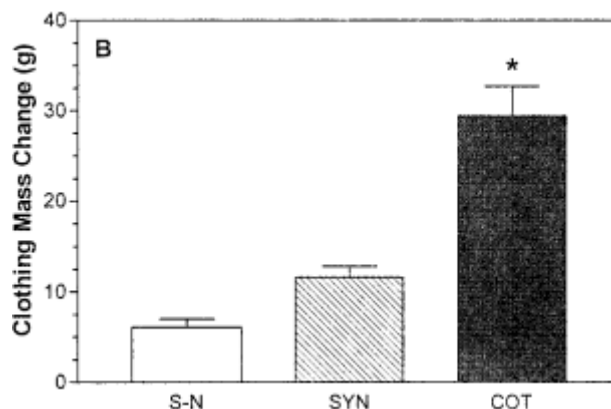
Propustnost vodních par je základní vlastností textilií používaných na sportovní oblečení. Lidské tělo se chladí při přehřátí odpařováním potu, ovšem když nemůže vlhkost uniknout do okolí, relativní vlhkost se bude uvnitř oblečení zvyšovat, což způsobí mokřý pocit na kůži a tím i diskomfort. Vzorek ze 100% polyesterových vláken má nejvyšší relativní propustnost vodních par – tedy nejlepší vlastnosti. V textilií ze 100% bavlny zůstává naakumulovaný přebytek potu a to způsobuje tepelné nepohodlí. [35]

14.3 Studie sportovních textilií se speciální úpravou pro odpařování potu

Účelem této studie bylo zjistit, zda je regulace teploty během cvičení v mírném teple lepší s použitím sportovního oděvu, jenž by měl podporovat odpařování potu, v porovnání s tradičními materiály. Tyto speciální textilie byly navrženy pro zlepšení odpařování kapalné vlhkosti z povrchu těla, což by následně mělo vést ke snížení teploty kůže a jádra těla. Tímto problémem se zabývali vědci z laboratoře pro lidskou výkonnost v Indické univerzitě v Bloomingtonu. K testování bylo vybráno osm sportovců, kteří absolvovali test skládající se ze tří úkonů – 15 min. odpočinek v sedě, 30 min. běh na běžecském páse, 15 min. chůze a následně opět 15 minut odpočinku v sedě. To vše při okolních podmínkách 30°C a 35% relativní vlhkosti. [37]

Materiály, které měli sportovci testovat, byly rozděleny do tří souborů. Všechny osm mužů mělo vlastní sadu pro každou z těchto souborů. První oděvní komplet (dále S-N) se skládal z plavek (materiál Lycra), standardních polyesterových ponožek a běžecských bot. U tohoto modelu jsou použity pouze plavky, z důvodu testování seminude – tedy holého těla. Druhý soubor oděvů (dále SYN) tvořilo sportovní tričko, tvarované cyklistické kraťasy a ponožky ze speciálního polyesteru, který zvyšuje odpařování potu. Třetí soubor (dále COT) byl tvořen stejnými částmi oděvů, ovšem ze 100% bavlny. Obuv byla pro všechny tři soubory stejná. Každý kus oděvu v souboru, který má být testován, byl před testováním zvážen na přesné váze a uložen v plastovém sáčku, aby se zamezilo

odpařování nebo absorpci vodní páry. Po vykonání fyzické zátěže byly opět oděvy uzavřeny do sáčku a následně postupně váženy. Rozdíl váhy oděvu před a po výkonu, určil množství vydaného potu sportovce.



Obrázek 34: Graf změny hmotnosti testovaných materiálů [37]

Z obrázku č. 34 je zřejmé, že největší změna hmotnosti oděvu, se objevila u testovaného souboru z bavlny (COT). Rozdíl je třikrát větší než u souborů S-N a SYN. Jelikož soubor COT udržel podstatně větší množství potu, než S-N nebo SYN, je zřejmé, že syntetický materiál SYN podporuje větší odpařování kapalné vlhkosti tak, jak tvrdí výrobce tohoto materiálu. Bavlněný materiál v teplém prostředí nijak nenarušil regulaci teploty, to ovšem neplatí v chladném prostředí, kdy se po cvičení může díky vlhkosti bavlněného materiálu vytvořit chladící účinek. Materiál, který podporuje odpařování, má tedy větší přínos při sportu v chladném počasí, než materiál bavlněný. V chladnějším prostředí má tedy lepší vlastnosti látka, která podporuje odpařování. [37]

14.4 Hodnocení fyziologického komfortu a termofyziologických vlastností první vrstvy oděvu

Touto studií se zabýval ve své disertační práci Ing. Ladislav Nagy, Ph.D., zaměřuje se zde zejména na různé způsoby objektivního a subjektivního hodnocení komfortu oděvů vhodné pro měření oděvního komfortu při zvýšené fyzické aktivitě uživatele.

Součástí experimentu bylo skutečně subjektivní hodnocení pocitu komfortu probanda v průběhu simulované fyzické aktivity - 45min. jízdy na rotopedu. Testovaná osoba zde rozlišovala tepelné pocity, vlhkostní pocity a senzorické pocity. Tyto všechny hodnoty zaznamenával proband ve třech krocích

– na začátku testu, v průběhu testu a na konci testu po skončení fyzické aktivity, do dotazníku dle přidělené škály. Jako nejlepší, byly na základě tohoto subjektivního testu, vyhodnoceny dva materiály ze 100% polyesteru, dále měly dobré výsledky materiály bavlněné a materiál z merino vlny, ovšem u těchto materiálů může po skončení aktivity nastat chladivý efekt a tím tedy i diskomfort.

V dalším experimentu šlo o metodu, která spočívá v experimentálním stanovení fyziologické odpovědi organismu probanda na testovaný oděv v definovaných konstantních klimatických podmínkách a při definovaném konstantním fyzickém výkonu. Sledovanými veličinami byl vývoj teploty a relativní lokální vlhkosti v mezivrstvě mezi lidským tělem a oděvem, pomocí bezdrátové jednotky FlexiGuard, jejíž měření funguje pomocí čidel vlhkosti a teploty, která jsou umístěna na těle probanda. Nejlepší hodnocení, tedy nejnižší riziko přehřátí organismu, poskytuje podle výsledků tohoto experimentu, materiál ze 100% merino vlny a materiál, jehož složení je 50% bavlna a 50% polyester.

Součástí práce byl také experiment, kdy byly na přístroji PSM 2 naměřeny hodnoty součinitele tepelné odolnosti R_{ct} a součinitele odolnosti vůči vodním parám R_{et} , všech zkoušených funkčních triček. Dále, byl pomocí těchto naměřených parametrů, vypočten bezrozměrný index propustnosti vodních par I_{mt} , který představuje poměr tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám. Na základě tohoto vypočteného indexu, se jako nejvhodnější z testovaného souboru pro první vrstvu oděvu, jevila trička z vlny merino a dobrého hodnocení dosáhlo také polyesterové a polypropylenové tričko. Nejhorší hodnocení měla trička z bavlněných vláken.

Disertační práce obsahuje také experiment provedený přístrojem C-Therm TCi, který měří tepelnou vodivost a tepelnou jímavost. Tepelná vodivost vzorků byla měřena na přístroji ve dvou stavech běžně se vyskytujících na povrchu těla, za suchého stavu při 31°C/40% relativní vlhkosti a vlhkého stavu 31°C/90% relativní vlhkosti. Oba stavy odpovídají reálnému výchozímu stavu probanda na začátku testu a po ustálení cca po 30 - ti minutách fyzické aktivity v průběhu testu. Požadavky kladené na součinitel přestupu tepla a odpor prostupu tepla se mění v závislosti na podmínkách okolí a fyzickém stavu uživatele. Největší narůst tepelné

vodivosti se změnou vlhkosti byl zaznamenán u přírodních materiálů, jen malá změna byla zaznamenána u vzorků ze syntetických vláken.

U tohoto experimentu byla zvolena simulace horkého (35°C) a chladného prostředí (21°C). Pro zjednodušení simulace byla uvažována stejná tepelná vodivost suchého a vlhkého vzduchu. Dále byly pro tuto simulaci zvoleny dvě varianty tloušťky mikrovrstvy: mikrovrstva vzduchu 1mm a 5 mm. Z výsledků simulace je zřejmé, že součinitel prostupu tepla je největší pro simulaci varianty s tloušťkou mikrovrstvy vzduchu 1 mm a dosahuje nejvyšších hodnot pro vzorky vyrobené z přírodních materiálů. Při porovnání výsledků se simulací s parametrem tloušťky mikrovrstvy vzduchu 5 mm je součinitel prostupu tepla přibližně 4-5 krát menší.

Z výsledku naměřené tepelné jímavosti vzorků je zřejmé, že nejteplejší omak mají vzorky ze 100% PES a 100% PP a jejich tepelná jímavost se na rozdíl od vzorků ze 100% bavlny a 100% vlny výrazně nemění s vyšší relativní vlhkostí. Menší hodnota součinitele prostupu tepla si umožní v chladném prostředí udržet více tělesného tepla, tzn. lepší komfort v chladnějším prostředí. Vyšší hodnota součinitele prostupu tepla při letní teplotě naopak způsobuje lepší chlazení těla po časově omezenou dobu, po skončení aktivity lze pak ale předpokládat zhoršení oděvního komfortu uživatele. Výsledné doporučení materiálů pro první vrstvy oděvu je materiál ze 100% PES a 100%PP.

Poslední část práce se zabývá srovnáním subjektivního a objektivního hodnocení oděvního komfortu. Z analýzy dat a výsledků experimentů bylo na základě porovnání objektivních a subjektivních vlastností a užitností konstatováno, že subjektivní hodnocení probandem potvrdilo objektivně naměřené údaje a výsledky. [47]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Experimentální část této práce se zabývá testováním materiálů pro funkční trika. Jedná se o první vrstvu oděvu, která je ta nejdůležitější, jelikož je v přímém kontaktu s pokožkou nositele a tudíž má zásadní vliv na termoregulaci těla při sportovní zátěži. Hlavním tématem práce je zjišťování transportu tepla a transportu kapalné vlhkosti ve funkčním prádle. Cílem je porovnat výkonnosti materiálů, ze kterých jsou vyráběna funkční trika běžně dostupná v obchodní síti, a také analýza vlivu strukturních parametrů pletenin definovaného výpletu ze stejného materiálu, konkrétně porovnání vazby a hustoty.

Experimenty byly prováděny celkem na třinácti různých funkčních textiliích. Sedm jich bylo dodáno od firem Canard a Nanotrade. Druhou skupinu tvořilo šest vzorků definovaného výpletu, které byly vypleteny přízí od firmy Pleas v různých vazbách, které se používají na funkční prádlo. Tyto pleteniny byly vypleteny na plochem a okrouhlém pletacím stroji.

Při výběru funkčního prádla je nutné vědět, jakou aktivitu v něm bude nositel provozovat a v jakém prostředí se bude pohybovat. V této diplomové práci jsou testovány materiály na funkční trička určená k nošení v létě jako první a jediná vrstva. Proto se zde zjišťovala tepelná jímavost a vodivost při 15°C, jenž simuluje chladnější teplé počasí a dále při 25°C a 35°C, což je téměř tropické léto. Toto měření probíhalo na přístroji C-Therm TCi, jehož čidlo bylo uloženo v klimatické komoře pro zajištění právě těchto požadovaných teplot. Další testování proběhlo na přístroji Moisture management tester, který zjišťuje savost materiálů, schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti a rychlost vysychání. Posledními zjišťovanými vlastnostmi textilií byla jejich paropropustnost a výparný odpor, který vyhodnocuje přístroj Permetest.

Všechna měření probíhala na suchých vzorcích (krom přístroje MMT, který aplikuje roztok sám na všechny textilie) a následně na vlhkých, což mělo simulovat fyzickou zátěž nositele, tedy výdej potu. Množství potu, které bylo nanášeno na vzorky, bylo zjištěno testováním pomocí šesti probandů. Každý jedinec měl na sobě bavlněné tričko a v tomto tričku pak probíhalo 15 - ti minutové cvičení na běžícím páse. Množství potu pak bylo zjištěno vážením triček.

15 Charakteristika použitých materiálů

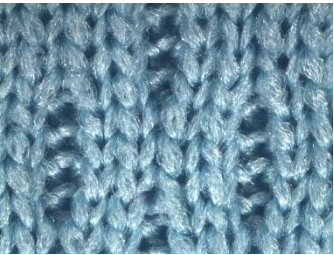

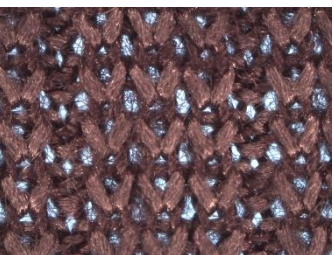
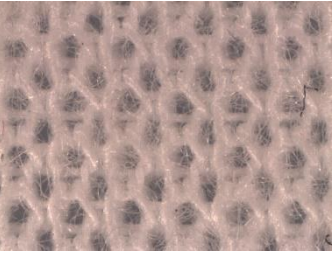


V experimentální části diplomové práce bylo testováno celkem 13 různých vzorků textilií, určených pro výrobu funkčního sportovního prádla. Čtyři vzorky byly poskytnuty českou firmou Canard, která se zabývá výrobou a prodejem sportovního funkčního oblečení, tři materiály byly poskytnuty firmou NanoTrade s.r.o., která má ve svých textiliích speciální stříbrné antibakteriální vlákno.

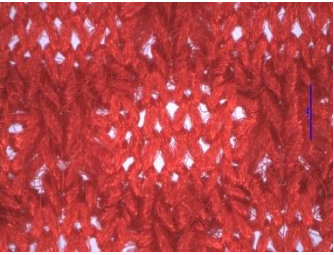

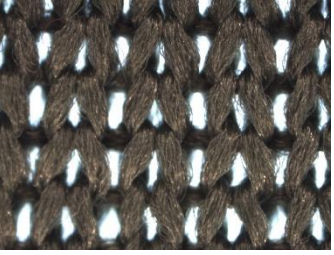



Jelikož mají všechny vzorky rozdílné materiálové složení i vazby, nelze je objektivně porovnat. Proto bylo zapotřebí vyplést na katedře textilních technologií definované výplety různých vazeb a různého zaplnění ze stejného materiálu. Na těchto pleteninách lze pak srovnat, zda má vazba a zaplnění pleteniny vliv na transport tepla z textilie. Na plochém pletařském stroji byly vypleteny čtyři různé úpletové vazby (jednolícní, oboulícní, s chytovou kličkou, žebrová). Na okrouhlém pletacím stroji byly vypleteny dvě jednolícní pleteniny, z toho jedna z jedné příze a druhá ze dvou sdružených přízí. Jedná se o polypropylenovou přízi pro výrobu funkčního oblečení, od české společnosti Pleas a.s., která se zabývá výrobou funkčních oděvů.

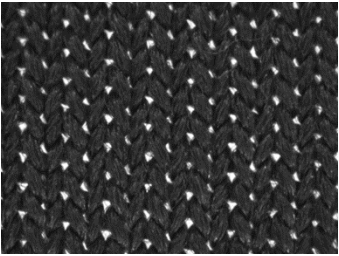
15.1 Popis použitých materiálů

V následující tabulce č. 2 jsou popsány materiály dodané od firem popsaných výše a definované výplety. Firemní pleteniny se skládají ze sedmi syntetických i přírodních materiálů nebo jejich kombinací, vypletené vzorky jsou z polypropylenové příze. V tabulce je popsána tloušťka pletenin, jejich plošná hmotnost, složení, druh vazby a hustota řádků a sloupků na 10 x 10 mm.

Tabulka 2: Charakteristika materiálů

Vlastní označení	Vzhled textile	Ostatní charakteristiky
C/PES		Tloušťka: 0,83 [mm]
		Plošná hmotnost: 160 [g/m ²]
		Složení: 100% Polyester
		Vazba: zátažná s chytovými kličkami
		Hustota: 19/26 (řádek/sloupek)
C/Merino		Tloušťka: 0,63 [mm]
		Plošná hmotnost: 185 [g/m ²]
		Složení: 100% Merino vlna
		Vazba: zátažná jednolící
		Hustota: 17/16
C/Zeb		Tloušťka: 0,63 [mm]
		Plošná hmotnost: 170 [g/m ²]
		Složení : 96% Polyester 4% Lycra
		Vazba: zátažná – jednostranné žebro
		Hustota: 11/23
C/Cool		Tloušťka: 0,73 [mm]
		Plošná hmotnost: 170 [g/m ²]
		Složení : 96 % Coolmax 4% Lycra
		Vazba: zátažná oboulící
		Hustota: 11/11
Nano/Ba		Tloušťka: 0,53 [mm]
		Plošná hmotnost: 150 [g/m ²]
		Složení: 60% bavlna, 8% Lycra 32% Polyester (s antibakteriálními částicemi stříbra)
		Vazba: zátažná jednolící
		Hustota: 17/16
Nano/Cool		Tloušťka: 0,65 [mm]
		Plošná hmotnost: 140 [g/m ²]
		Složení: 52% Coolmax 48% Polyester (s antibakteriálními částicemi stříbra)
		Vazba: zátažná s chytovými kličkami
		Hustota: 20/31

Nano/ThermCool		Tloušťka: 0,75 [mm]
		Plošná hmotnost: 120[g/m ²]
		Složení: 52% ThermoCool 44%Polyester (s antibakteriálními částicemi stříbra) 4% Lycra
		Vazba: zátažná s chytovými kličkami
		Hustota:20/18
Definované výplety		
Vyp/jednolíc		Tloušťka: 0,80 [mm]
		Plošná hmotnost: 160 [g/m ²]
		Složení materiálu: 100% Polypropylen
		Vazba: zátažná jednolícni
		Hustota:14/10
Vyp/oboulíc		Tloušťka: 1,14 [mm]
		Plošná hmotnost: 185 [g/m ²]
		Složení materiálu: 100% Polypropylen
		Vazba: zátažná oboulícní
		Hustota:14/8
Vyp/žebro		Tloušťka: 1,13 [mm]
		Plošná hmotnost: 170 [g/m ²]
		Složení materiálu: 100% Polypropylen
		Vazba: zátažná pletenina jednostranné žebro
		Hustota:14/13
Vyp/chyt		Tloušťka: 0,95 [mm]
		Plošná hmotnost: 170 [g/m ²]
		Složení materiálu: 100% Polypropylen
		Vazba: zátažná s chytovou kličkou
		Hustota:15/10
Vyp/1p		Tloušťka: 0,51[mm]
		Plošná hmotnost: 140 [g/m ²]
		Složení materiálu: 100% Polypropylen
		Vazba: zátažná jednolícni vypletena jednou přízí
		Hustota:21/16

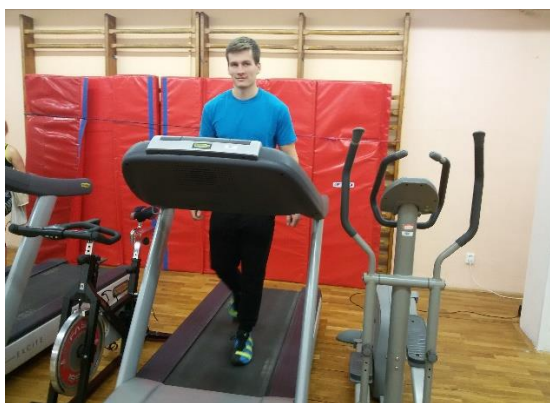
Vyp/2p		Tloušťka: 0,61 [mm]
		Plošná hmotnost: 70 [g/m ²]
		Složení materiálu: 100% Polypropylen
		Vazba: zátažná jednolící vypletena dvěma přízemi
		Hustota: 22/16

16 Zjišťování množství potu

Vlastnímu experimentu (měření transportu tepla a vlhkosti přes funkční materiály) předcházelo stanovení množství potu vydaného člověkem, při fyzické aktivitě, které je potřeba pro navlhčení vzorků k testování na přístroji C-Therm TCi a Permetest.

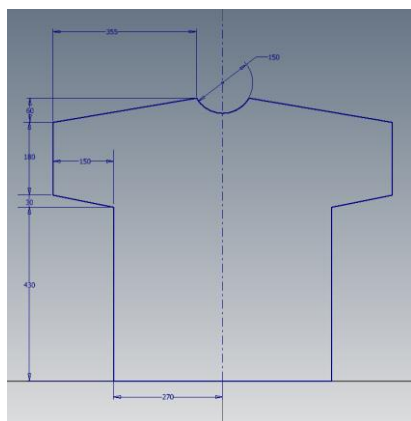
Šetření množství produkovaného potu při definované zátěži bylo prováděno s využitím šesti probandů mužského pohlaví. Dále byl za potřeby běžecký pás, stopky, posilovna, bavlněná trika, uzavíratelný plastový sáček a nepropustná skleněná nádoba. Experiment byl prováděn v aerobním sále posilovny na Katedře tělesné výchovy Technické univerzity v Liberci. Šest probandů, ve věku 22-24 let a při výšce v rozmezí 170 – 187 cm, provádělo definovanou fyzickou aktivitu - běh na běžecském pásu.

Probandi měli na sobě trika ze 100% bavlny. Tato trika byla před použitím 24 hodin ponechána ve standardních klimatických podmínkách a následně byla zvážena na laboratorní váze. Bavlněná trička byla zvolena z důvodu dobré nasákavosti tohoto materiálu. Každý proband byl, po zahřívacím cvičení, podroben běhu na pásu po dobu 15 minut při rychlosti 12km/hod. Po dokončení fyzické aktivity byla trika vložena do uzavíratelných sáčků a nepropustné nádoby aby v nich vlhkost (pot) zůstala a během převozu do laboratoře neunikla do okolí. V laboratoři byly vzorky vyjmuty z nádoby a každé triko bylo ihned zváženo i s plastickým sáčkem, jelikož by v něm mohlo zůstat nějaké množství vlhkosti z trika. Sáčky byly poté usušeny a zváženy samostatně, následně byla jejich hmotnost odečtena od hmotnosti propocené trika.

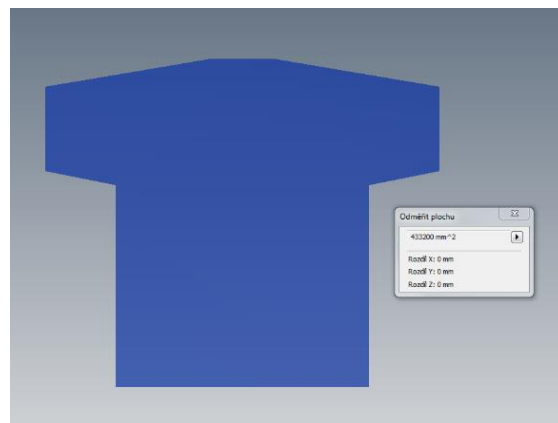


Obrázek 35: Ukázka probanda při fyzické zátěži [vlastní]

Vzorky, potřebné k testování na přístrojích, jsou velké 10x10cm, proto bylo nutné přepočítat množství potu z celých triček použitých v experimentu na tuto potřebnou plochu. K výpočtu byl použit program Autodesk Inventor Professional 2014, ve kterém byla trička nakreslena v přesné velikosti.



Obrázek 36: Zakreslení přesné velikosti trika v programu Autodesk Inventor [vlastní]



Obrázek 37: Ukázka výpočtu plochy trika [vlastní]

Pomocí programu byla spočítána celková plocha trika a následně bylo pomocí trojčlenky vypočteno množství potu pro vzorek velký 10x10 cm. V tabulce č. 3 jsou vidět konkrétní vypočítané hodnoty plochy triček a v tabulce č. 4 množství vydaného potu u jednotlivých probandů.

Tabulka 3: Hodnoty plochy různých velikostí triček

Velikost trika	Plocha předního dílu [mm ²]	Plocha zadního dílu [mm ²]	Celková plocha [mm ²]
XL	502539	509100	1011639
L	467584	471200	938784
M	429734	433200	862934

Tabulka 4: Zjištěné množství potu

	Množství potu v celé ploše trika [g]	Množství potu na 10cm ² [g]
XL	14,161	0,140
L	14,463	0,154
L	18,105	0,193
L	19,927	0,212
M	29,703	0,344
M	11,628	0,135
průměr	17,998	0,196

Průměrný výsledek množství potu na 10cm² byl zaokrouhlen na 0,2g, a právě toto množství bylo aplikováno na testované vzorky při měření na přístrojích C-Therm TCi a Permetest.

16.1 Dávkování potu

Aplikace potu na textilní vzorky byla provedena pomocí vyvařeného nosního spreje, který vydává malé množství kapaliny z rozprašovače. Aby bylo dávkování přesné, tedy na každý vzorek 0,2g syntetického potu, byl proveden test kolikrát je nutné ze spreje vystříknout, než se dosáhne právě této hodnoty. Tento test probíhal tak, že do Petriho misky umístěné na přesné laboratorní váze, bylo aplikováno pomocí nosního spreje tolik stříků, dokud nebylo dosaženo požadované hodnoty. Test byl prováděn 10x a celkem vyšel tento počet na 5 stříků, viz tabulka č. 5.

Tabulka 5: Přivažky syntetického potu aplikovaného nosním sprejem:

n	Přivažek potu na textilii 10x10 cm v [g]	
	Počet stříků	
	1x	5x
1	0,04	0,155
2	0,036	0,21
3	0,024	0,206
4	0,04	0,174
5	0,034	0,017
6	0,02	0,231
7	0,029	0,228
8	0,037	0,23
9	0,025	0,205
10	0,032	0,217
průměr	0,0317	0,1873
medián	0,033	0,208

17 Experiment na přístroji C-Therm TCi

V tomto experimentu bylo provedeno měření tří skupin materiálů na analyzátoru C-Therm TCi, který měří tepelné a teplotní charakteristiky textilií.

17.1 Terminologie

- **Tepelná jímavost b** [$W \cdot \sqrt{s} / m^2 \cdot K$] - charakterizuje tepelný omak. Jako chladnější pocítujeme materiál, který má větší tepelnou jímavost. Největší změny tepelného omaku textilií způsobuje změna jejich vlhkosti a také povrchové úpravy textilií, jako je postřihování, broušení a nános úpravárenského prostředku. [7]
- **Tepelná vodivost λ** [$W/m \cdot K$] Součinitel měrné tepelné vodivosti λ představuje množství tepla na $1 m^2$, které proteče vzorkem o tloušťce $1 m$ za $1 s$, a vytvoří rozdíl teplot $1 K$. Závisí na struktuře textilie, její hustotě, vlhkosti, tlaku a teplotě. [7]

Tepelná vodivost různých materiálů se značně liší. Nejvyšší tepelnou vodivost mají kovy – od cca $300 [W/m \cdot K]$ pro měď a stříbro až po nikl – $15 [W/m \cdot K]$. Tepelná vodivost stavebních materiálů a keramiky je relativně nízká - od $0,3$ do $2 [W/m \cdot K]$ Polymery všeobecně vykazují ještě nižší tepelnou vodivost ležící v intervalu $0,2$ až $0,4 [W/m \cdot K]$. Klidný vzduch při teplotě $20^\circ C$ má tepelnou vodivost $0,026 [W/m \cdot K]$, zatímco tepelná vodivost vody je $0,6 [W/m \cdot K]$, to je asi $25x$ vyšší. Proto je přítomnost vody v textiliích nežádoucí. [7]

17.2 Příprava vzorků

První testovanou skupinu vzorků tvořily funkční materiály na sportovní trička, které byly dodány firmou Canard a Nanotrade. Druhou skupinou byly vypletené vzorky ze 100% polypropylenu v různých vazbách na plochem pletacím stroji a třetí skupiny tvořili vzorky vypletené jednou a dvěma přízemi téhož materiálu na okrouhlém pletacím stroji.

Jelikož je měřící čidlo přístroje malé, byla zvolena velikost vzorků 10×10 cm pro přesné dávkování $0,2$ g syntetického potu, které vychází pro tuto velikost vzorku z hodnot zjištěného množství potu při fyzické zátěži.

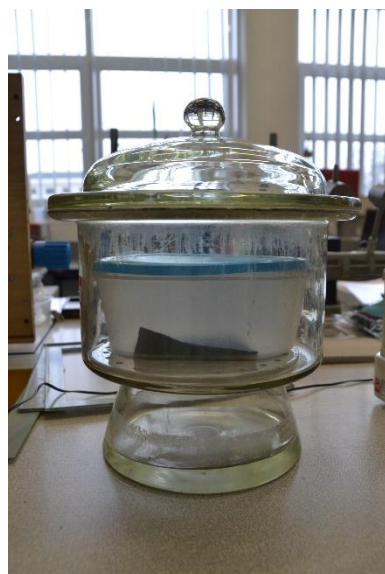
Vzorky měřené za vlhka

Na vzorky, které byly měřené za vlhka, bylo tedy aplikováno před vložením do přístroje 0,2 g syntetické potu pomocí nosního rozprašovače, přívazek byl ověřen použitím přesné váhy. Složení syntetického potu se nachází v příloze č. 1.

Vzorek byl poté vložen na 5 min. do plastové nádoby a následně ještě do vzduchově nepropustné skleněné nádoby, aby neunikla žádná vlhkost. Tato doba odložení vzorku do nepropustné nádoby byla nutná ke vstřebání kapaliny do struktury materiálu. Po vyndání z nádob se vzorek opět zvažil pro kontrolu správného hmotnostního přívazku vlhkosti – tedy 0,2g. Všechny tyto hodnoty získané vážením a hodnoty moisture content (procento 0,2 g potu z celkové hmotnosti jednotlivých měřených vzorků) jsou zpracovány v příloze č. 2.



Obrázek 39: Aplikace syntetického potu na vzorek nosním sprejem[vlastní]



Obrázek 38: Ukázka umístění vzorku v nepropustné nádobě[vlastní]

17.3 Podmínky při měření

Měření na přístroji C-Therm TCi probíhalo v laboratoři na katedře oděvnictví. Měření vzorků probíhalo při třech různých teplotách - 15°C, 25°C a 35°C a to při 60% relativní vlhkosti, bylo tedy nutné měřit v klimatické testovací komoře Vötsch , kde lze nastavit požadovanou teplotu a vlhkost. Měření vzorků při každé z teplot trvalo 3 dny, z čehož jeden den musely být vzorky v určité teplotě aklimatizovány.

17.4 Postup měření

Před měřením bylo měřící čidlo přístroje umístěno v klimatické komoře, následně byl analyzátor C-Therm TCi zapnut a na notebooku připojeném k přístroji spuštěn software TCi 2.4 pro získání a vyhodnocení dat. Po zapnutí a umístění čidla v klimatické komoře byl na povrch čidla, rubní stranou dolů, umístěn vzorek (nutno pracovat v rukavici, která zabraňuje poškození snímače a zaručuje, že nedojde k zahřátí vzorku). Na textilní vzorek byla umístěna polystyrenová destička a na ní ještě závaží o hmotnosti 50g pro zatěžkání vzorku. Po uzavření klimatické komory bylo v programu zvoleno tlačítko "New test", byl vybrán projekt, typ měřeného materiálu a následně bylo zahájeno měření. Od každého typu textilního materiálu byly vybrány dva vzorky a na každém vzorku bylo provedeno 5 měření. Po změření obou vzorků každého typu materiálu byla uložena naměřená data do programu Microsoft Office Excel, kde mohla být dále statisticky zpracována.



Obrázek 40: Ukázka průběhu měření na přístroji C-Therm TCi[vlastní]

17.5 Vyhodnocení experimentu

V následujících tabulkách č. 6 a č. 7, jsou průměrné výsledné hodnoty tepelné vodivosti a tepelné jímavosti všech vzorků testovaných materiálů zpracované v programu Microsoft Office Excel. Všechny naměřené hodnoty jsou k nahlédnutí v příloze č. 3.

Tabulka 6: Průměrné hodnoty tepelné jímavosti testovaných textilií při nastavení teploty okolí na 15°C, 25°C, 35°C

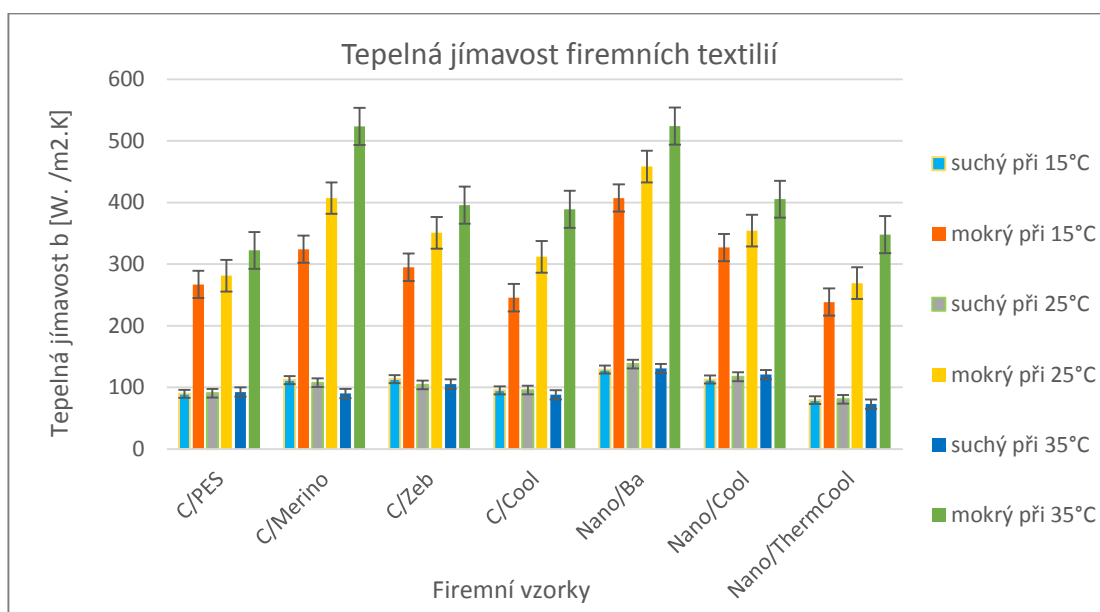
	Průměrné hodnoty	Tepelná jímavost textilií při 15°C [W. /m ² .K]		Tepelná jímavost textilií při 25°C [W. /m ² .K]		Tepelná jímavost textilií při 35°C [W. /m ² .K]	
		suchý při 15°C	mokrá při 15°C	suchý při 25°C	mokrá při 25°C	suchý při 35°C	mokrá při 35°C
Firemní textílie	C/PES	89,59	267,06	90,74	281,33	92,63	322,30
	C/Merino	112,09	324,23	107,62	407,07	90,25	523,33
	C/Zeb	113,54	294,86	104,20	350,82	105,46	395,81
	C/Cool	95,40	245,64	95,79	312,03	88,10	388,85
	Nano/Ba	128,97	407,23	137,98	458,28	130,60	523,83
	Nano/Cool	112,89	326,96	117,34	354,24	120,87	405,36
	Nano/ThermCool	79,42	238,57	80,75	269,22	73,05	347,94
Definované výplety	Vyp/jednolic	82,28	256,39	95,20	302,15	90,12	351,47
	Vyp/oboulíc	94,87	270,69	109,01	320,98	101,92	380,26
	Vyp/žebro	91,17	267,89	106,69	274,83	107,97	376,11
	Vyp/chyt	66,14	201,84	78,20	227,36	74,77	336,70
	Vyp/1p	90,25	255,93	94,43	252,65	85,39	299,60
	Vyp/2p	135,09	282,76	115,81	313,16	119,38	380,96

Tabulka 7: Průměrné hodnoty tepelné vodivosti testovaných textilií při nastavení teploty okolí na 15°C, 25°C, 35°C

	Průměrné hodnoty	Tepelná vodivost textilií při 15°C [W/m.K]		Tepelná vodivost textilií při 25°C [W/m.K]		Tepelná vodivost textilií při 35°C [W/m.K]	
		suchý při 15°C	mokrá při 15°C	suchý při 25°C	mokrá při 25°C	suchý při 35°C	mokrá při 35°C
Firemní textílie	C/PES	0,05	0,12	0,05	0,13	0,05	0,19
	C/Merino	0,06	0,17	0,06	0,24	0,06	0,44
	C/Zeb	0,06	0,15	0,06	0,19	0,06	0,23
	C/Cool	0,06	0,12	0,06	0,16	0,06	0,22
	Nano/Ba	0,07	0,24	0,07	0,31	0,07	0,44
	Nano/Cool	0,06	0,17	0,07	0,19	0,07	0,24
	Nano/ThermCool	0,05	0,12	0,05	0,13	0,05	0,19
Definované výplety	Vyp/jednolic	0,05	0,12	0,06	0,15	0,06	0,19
	Vyp/oboulíc	0,06	0,13	0,06	0,17	0,06	0,21
	Vyp/žebro	0,06	0,13	0,06	0,14	0,06	0,21
	Vyp/chyt	0,05	0,10	0,05	0,11	0,05	0,18
	Vyp/1p	0,06	0,12	0,06	0,12	0,06	0,15
	Vyp/2p	0,07	0,14	0,07	0,16	0,07	0,21

Grafické vyhodnocení

Pro přehlednost byly výsledné hodnoty tepelné jímovosti a tepelné vodivosti z tabulky č. 6 a č. 7 zpracovány do sloupcových grafů. V grafech jsou vyznačeny chybové úsečky s hodnotami standardní chyby odhadu průměru, která je vyjádřením nepřesnosti měření odhadu.



Graf 1: Grafické zobrazení průměrných hodnot tepelné jímovosti firemních textilií za sucha a za vlhka při třech různých teplotách

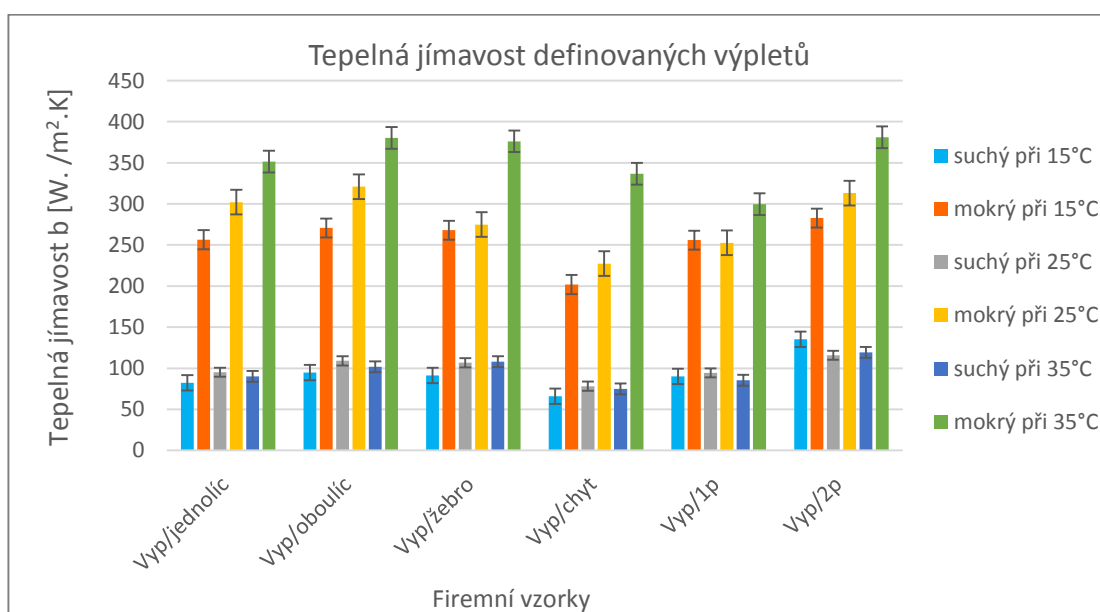
V tabulce č. 8 jsou uvedeny procentuální nárůsty hodnot jímovosti navlhčených firemních textilií, naměřených v definovaných teplotách 25°C a 35°C v porovnání s hodnotami naměřenými v 15°C.

Tabulka 8: Procentuální nárůst jímovosti firemních vzorků po navlhčení při změně teploty

Firemní textilie	nárůst tepelné jímovosti navlhčených vzorků zkoušených v 25°C oproti vzorkům v 15°C v [%]	nárůst tepelné jímovosti navlhčených vzorků zkoušených v 35°C oproti vzorkům v 15°C v [%]
C/PES	5,3	20,7
C/Merino	25,6	61,4
C/Zeb	19,0	34,2
C/Cool	27,0	58,3
Nano/Ba	12,5	28,6
Nano/Cool	8,3	24,0
Nano/ThermCool	12,8	45,8

Z grafu č. 1 lze vyčíst, že všechny funkční materiály mají vyšší hodnoty tepelné jímavosti po navlhčení. Tedy po tom, co se člověk zpotí, působí na dotyk chladnějším pocitem, než když je textilie suchá. Také je zde vidět, že s větším nárůstem teploty se tepelná jímavost zvětšuje - čím je větší teplo, tím více textilie chladí, což je požadovaná vlastnost u funkčních materiálů.

Z firemních textilií dosahuje nejvyššího nárůstu tepelné jímavosti, při měření vlhkého vzorku a při 35°C, materiál C/Merino, což vypovídá o jeho vlastnostech daných výrobcem. Oproti suchému vzorku má tento materiál po navlhčení, při nejvyšší teplotě 35°C, 6x větší nárůst tepelné jímavosti. Při teplotě 15°C je tento nárůst větší pouze 3x. Znamená to tedy, že vlhký materiál s rostoucí teplotou více chladí a při vyšší teplotě by měl nositele hřát. Materiál Nano/Ba po navlhčení chladí nejvíce a to při všech teplotách, tedy i když je zima, což může nositeli poskytovat značný diskomfort. Nižší hodnoty tepelné jímavosti se po navlhčení materiálu vyskytly u materiálu C/Pes, materiál tedy tolik s vyšší okolní teplotou nechladí. Průměrně se při všech teplotách jímavost zvětšila 3x. Textilie Nano/ThermCool je na tom stejně, ovšem s tím, že má nižší tepelnou jímavost i u suchých vzorků. Poskytuje tedy dobrou tepelnou izolaci, jak je uvedeno u jeho charakteristiky dané výrobcem.



Graf 2: Grafické zobrazení průměrných hodnot tepelné jímavosti vypletených textilií za sucha a za vlhka při třech různých teplotách

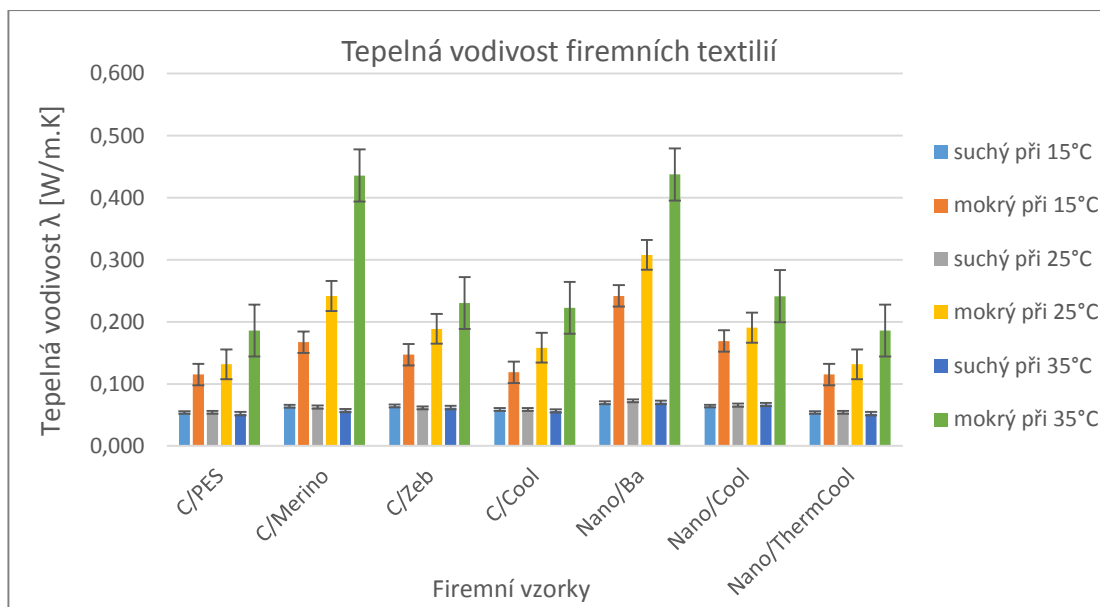
V tabulce č. 9 jsou uvedeny procentuální nárůsty hodnot jímavosti navlhčených definovaných výpletů, naměřených v definovaných teplotách 25°C a 35°C v porovnání s hodnotami naměřenými v 15°C.

Tabulka 9: Procentuální nárůst jímavosti definovaných výpletů po navlhčení při změně teploty

Definované výplety	nárůst tepelné jímavosti navlhčených vzorků zkoušených v 25°C oproti vzorkům v 15°C [%]	nárůst tepelné jímavosti navlhčených vzorků zkoušených v 35°C oproti vzorkům v 15°C [%]
Vyp/jednolíc	17,8	37,1
Vyp/oboulíc	18,6	40,5
Vyp/žebro	2,6	40,4
Vyp/chyt	12,6	66,8
Vyp/1p	-1,3	17,1
Vyp/2p	10,8	34,7

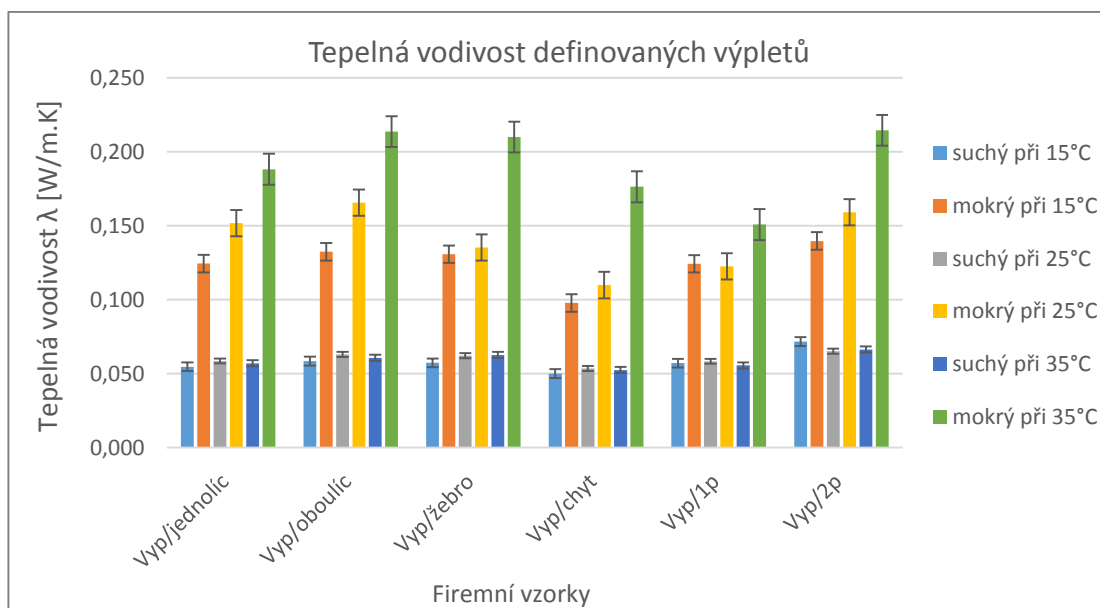
Z řady textilií, vypletených na plochem pletacím stroji, má největší tepelnou jímavost vzorek Vyp/oboulíc, ale je na tom v porovnání se vzorkem Vyp/jednolíc a Vyp/žebro podobně. Všechny tyto materiály mají při 15°C a 25°C po navlhčení v porovnání se suchým vzorkem 3x větší nárůst jímavosti, při teplotě 35°C je tento nárůst 4x větší. Materiál Vyp/chyt má v porovnání s ostatními třemi materiály větší nárůst tepelné jímavosti po navlhčení při 35°C, konkrétně je tento nárůst 4,5x větší oproti suchému vzorku. Nejvíce se liší materiál Vyp/chyt, který má hodnoty tepelné jímavosti ze všech čtyř druhů textilií různých vazeb nejmenší za sucha i po navlhčení.

U textilií vypletených na okrouhlém pletacím stroji jednou a dvěma přízemi, tedy Vyp/1p a Vyp/2p, se jako chladivější jeví po navlhčení pletenina vypletená dvěma přízemi. Způsobuje to zřejmě větší tloušťka a zaplnění materiálu, kdy je materiál méně prodyšný a více saví. Takový materiál je pak chladivější, pokud se člověk zpotí.



Graf 3: Grafické zobrazení průměrných hodnot tepelné vodivosti firemních textilií za sucha a za vlhka při třech různých teplotách

Z graficky upravených hodnot tepelné vodivosti firemních vzorků vyplývá, že největší tepelnou vodivost má materiál C/Merino a Nano/Ba, z čehož C/Merino má největší nárůst tepelné vodivosti při 35°C. Nejnižší hodnoty tepelné vodivosti jsou pak u materiálu C/PES a Nano/ThermCool, což znamená, že tyto materiály sice dobře izolují, ale neposkytují nositeli při nošení ve vysokých okolních teplotách příjemný chladivý pocit.



Graf 4: Grafické zobrazení průměrných hodnot tepelné vodivosti vypletených textilií za sucha a za vlhka při třech různých teplotách

Materiály vypletené na plochem pletacím stroji v různých vazbách, nemají tyto hodnoty tak rozdílné, ale dá se říci, že větší tepelnou vodivost má materiál Vyp/oboulic a Vyp/žebro. Materiál Vyp/žebro má největší rozdíl hodnot tepelné vodivosti mezi 25°C a 35°C. Největší izolant by pak měl být materiál Vyp/chyt, který má tyto hodnoty trochu menší než ostatní.

Z textilií vypletených na okrouhlém pletacím stroji má větší tepelnou vodivost materiál Vyp/2p.

17.6 Diskuze výsledků

Ideálním funkčním materiálem, je takový, který dokáže po zpocení uživatele v chladném počasí hřát a při vyšších teplotách zase chladit. Nejlépe této vlastnosti, podle hodnot naměřených na přístroji C-Therm TCi, dosáhl materiál z přírodní vlny Merino, který má tuto charakteristiku danou výrobcem. Tento materiál má tedy při teplotě 15°C tepelnou jímavost 324 [W. /m². K] a při 35°C má tepelnou jímavost 523 [W. /m². K]. Funkční materiál C/Merino má po navlhčení ze všech materiálů největší rozdíl hodnot tepelné jímavosti mezi chladnějším a teplým prostředím. Nejnižší hodnoty tepelné jímavosti při všech třech různých teplotách, má po aplikaci syntetického potu materiál C/PES a Nano/ThermCool, tyto materiály tedy dobře izolují, ale nechladí uživatele při vyšších letních teplotách. Jako nejchladnější se jevil materiál Nano/Ba, který po navlhčení nejvíce chladil při všech teplotách, je to charakteristická vlastnost bavlny, kterou tento materiál z 60% obsahuje.

Textilní materiály vypletené na plochem pletacím stroji, mají mezi sebou celkem malé rozdíly. Nejvíce se ovšem liší pletenina s chytovou kličkou (Vyp/chyt), která má nejmenší hodnoty tepelné jímavosti ze všech vypletených vzorků. Jeví se tedy jako nejlepší izolant.

Vzorky textilií vypletené na okrouhlém pletacím stroji měli mezi sebou viditelně rozdílné hodnoty. Pletenina vypletena ze dvou přízí polypropylenu má při všech teplotách vyšší hodnoty tepelné jímavosti, je tedy na dotyk chladnější, pokud je materiál vlhký. Důvodem je zřejmě větší tloušťka a zaplnění materiálu, než u pleteniny vypletené jednou přízí. Větší tloušťka a zaplnění způsobuje větší množství absorbované vlhkosti do materiálu a tím pádem materiál více chladí.

18 Experiment na přístroji Moisture management tester

Měření probíhalo na Katedře hodnocení textilií v laboratoři technické univerzity v Liberci na přístroji MMT, jehož pomocí se dá zjistit dynamické šíření vlhkosti v textilních materiálech ve třech rozměrech.

Cílem tohoto měření bylo tedy zjistit savost zkoušených textilních materiálů, jejich schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti a rychlost šíření/vysychání. Z naměřených hodnot se následně vypočítá schopnost managementu vlhkosti zkoušeného vzorku.

18.1 Terminologie

Přístroj vyhodnocuje následující vlhkoštní charakteristiky materiálů:

- ***Doba navlhčení horní a spodní strany*** uvádí časový interval mezi počátkem vlhčení tkaniny, tedy mezi počátkem testu a momentem, kdy vodní sloupec celkového objemu kapaliny na horní i spodní straně tkaniny přesáhne hodnotu 15°. [22]
- ***Savost horní a spodní strany*** vyjadřuje průměrnou schopnost textilie absorbovat vlhkost z horní i spodní strany za časový úsek, kdy je čerpadlo v provozu. [22]
- ***Maximální rádius navlhčení spodní a horní strany*** je definován jako maximální rádius navlhčeného kruhu na horní i spodní straně textilie. [22]
- ***Rychlost šíření roztoku textilií*** je definována jako kumulativní rychlost šíření roztoku textilií od středu po největší rádius navlhčení. [22]
- ***Index kumulativního jednosměrného přenosu kapaliny textilií*** je chápán jako rozdíl kumulativního obsahu vlhkosti mezi vrchní a spodní stranou textilie. [22]
- ***Celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie*** vyjadřuje celkovou schopnost textilie rozvádět absorbovanou vlhkost zahrnující tři parametry, kterými jsou savost spodní stranou textilie, schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti a rychlost schnutí spodní strany textilie představující kumulativní rychlost šíření. [22]

18.2 Příprava vzorků

Z jednotlivých testovaných textilií byly nastříhány vzorky o velikosti 8x8 cm. Od každé pleteniny byly nastříhány pouze tři vzorky z důvodu nedostatku materiálu. Definované výplety museli být z důvodu stáčivosti materiálu o centimetr větší. Vzorky byly před testováním na přístroji vyprané v ultrazvukové čističce, která odstraňuje nečistoty z povrchu textilie, a následně byly vzorky usušeny volně při pokojové teplotě. Po 24 hodinách bylo provedeno měření na přístroji MMT.

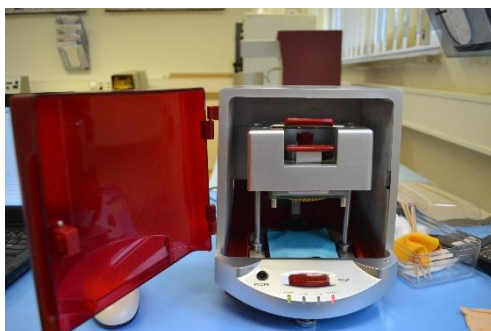
18.3 Postup měření

Před samotným měřením vzorků byla ověřena funkčnost přístroje. Do jeho zadní části byla vložena nádoba se syntetickým potem, který se skládá z litru destilované vody a cca 9 gramů chloridu sodného. Do nádoby s roztokem se následně přivedla hadička vedoucí do přístroje. Horní čidlo uvnitř přístroje bylo uvedeno do horní polohy a na spodní čidlo se položila zkušební textilie. Následně bylo stisknuto tlačítko PUMP až do té doby, než byl přečerpán roztok z nádoby na zkušební vzorek. Pumpování probíhalo zhruba 2 min, a to také kvůli odstranění vzduchových bublin uvnitř přečerpávající hadičky. [22]

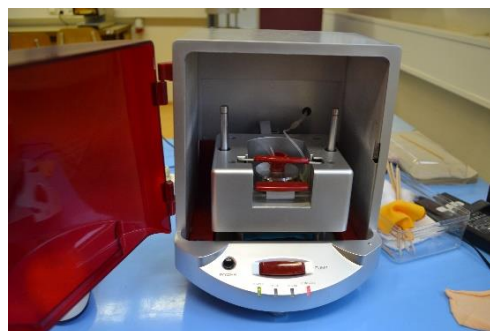
Po ověření funkčnosti byl spuštěn program MMT na notebooku, který je propojen s přístrojem. Tento software přesně vyhodnocuje data naměřená v přístroji. [22]

Testovaný vzorek byl vložen do přístroje a horní čidlo se uvedlo do spodní polohy. Měření bylo zahájeno spuštěním pomocí tlačítka RUN a trvalo 2 minuty. V první fázi byl po dobu 20 sekund pumpován roztok na zkoušenou textilií, v druhé fázi probíhalo 120 sec pozorování transportu vlhkosti a následného vyhodnocení programem. [22]

Po dokončení testu byly v programu zobrazeny výsledné grafy a data, která byla uložena a později vyhodnocena. Následně bylo zvednuto horní čidlo, vzorek se vyjmul, spodní čidlo bylo vysušeno a mohl být vložen další vzorek určený k měření. Experiment probíhal v laboratoři při teplotě 23,4 °C a 39% relativní vlhkosti.



Obrázek 41: Ukázka vložení vzorku do přístroje MMT [vlastní]



Obrázek 42: Horní čidlo v dolní poloze připraveno k měření [vlastní]

18.4 Vyhodnocení experimentu na přístroji MMT

Při tomto testování byly hodnoceny tři skupiny textilních vzorků. První skupinou byly vzorky funkčních materiálů na sportovní trička dodaných od firem. Druhou skupinou byly vypletené vzorky různých vazeb ze 100% Polypropylenu na plochem pletacím stroji a třetí skupiny tvořili vzorky vypletené na okrouhlém pletacím stroji, kdy se porovnávala pletenina z jedné příze a pletenina ze dvou přízí. Výsledky z měření na přístroji MMT byly statisticky zpracovány v programu Microsoft Office Excel. V tabulce č. 10 jsou ukázány pouze průměry vlhkostních parametrů a to z důvodu velkého množství dat. Všechny naměřené hodnoty jsou v příloze č. 4. Charakteristiky popisující měřené textilie jsou: doba navlhčení (WTT/WTB), savost (TAR/BAR), maximální rádius navlhčení (MWRT/MWRB), rychlost šíření kapaliny (TSS/BSS), schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti (R) a celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie (OMMC).

Tabulka 10: Vyhodnocení průměrných hodnot textilií naměřených přístrojem MMT

	Průměrné hodnoty	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/sec)		Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti	OMMC
		rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
Firemní textilie	C/PES	4,680	4,742	59,639	57,254	20,000	20,000	3,846	3,838	-25,519	0,382
	C/Merino	3,744	33,051	44,559	30,625	5,000	5,000	1,306	0,152	192,759	0,327
	C/Zeb	2,371	12,012	40,707	209,137	20,000	18,333	3,387	2,704	338,365	0,728
	C/Cool	3,775	104,527	42,021	1,892	5,000	3,333	1,387	5,967	-706,271	0,083
	Nano/Ba	3,900	8,705	22,574	41,620	20,000	21,667	2,396	2,044	12,559	0,244
	Nano/Cool	3,164	6,561	61,526	80,095	23,333	20,000	3,590	3,171	140,262	0,568
	Nano/ThermCool	3,364	6,792	66,466	97,553	20,000	20,000	3,633	4,007	147,421	0,702

Definované výplety	Vyp/jednolíc	9,141	9,859	37,136	66,775	21,667	20,000	2,693	2,184	103,734	0,422
	Vyp/oboulíc	14,290	5,554	27,786	65,831	20,000	20,000	1,192	1,853	287,860	0,596
	Vyp/žebro	12,698	3,307	37,525	60,404	26,667	25,000	2,453	3,349	271,493	0,668
	Vyp/chyt	5,444	8,315	43,982	77,597	18,333	21,667	2,394	2,593	130,126	0,521
	Vyp/1p	27,664	6,973	24,132	56,031	23,333	23,333	0,981	1,250	428,440	0,625
	Vyp/2p	27,461	6,552	21,840	64,925	18,333	18,333	0,935	1,377	634,892	0,644

Vyhodnocení výsledků ve slovním podání

Tabulka č. 11 zobrazuje vyhodnocení měřených textilií na přístroji MMT, jsou zde slovně vyhodnoceny všechny charakteristiky popisující měřené vzorky.

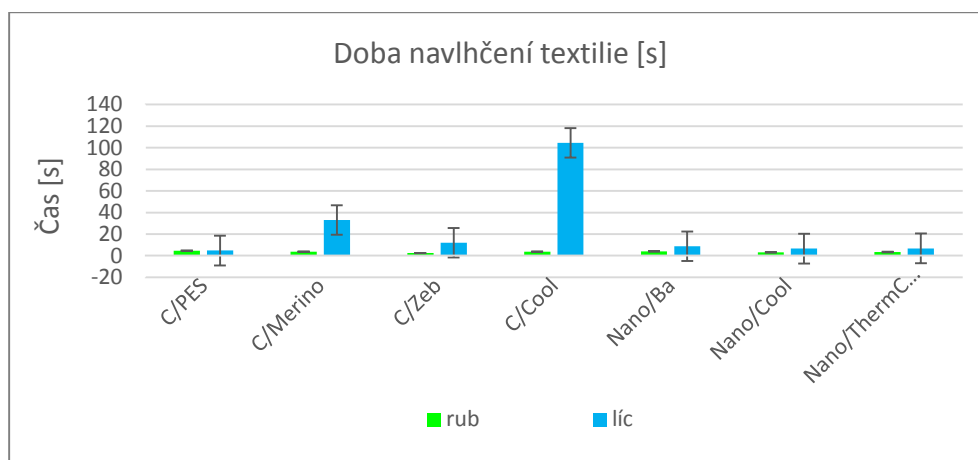
Tabulka 11: Slovní vyhodnocení měřených vzorků na přístroji MMT

Vzorek	Doba navlhčení		Savost		Max. rádius navlhčení		Rychlost šíření kapaliny		R	OMMC
	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc		
C/PES	rychlé	rychlé	rychlá	rychlá	rychlé	rychlé	rychlá	rychlá	velmi slabá	slabá
C/Merino	rychlé	pomalé	střední	střední	žádné navlhčení	žádné navlhčení	pomalá	velmi pomalá	dobrá	slabá
C/Zeb	velmi rychlé	střední	střední	velmi rychlá	rychlé	rychlé	rychlá	střední	velmi dobrá	velmi dobrá
C/Cool	rychlé	pomalé	střední	velmi pomalá	žádné navlhčení	žádné navlhčení	pomalá	velmi pomalá	velmi slabá	velmi slabá
Nano/Ba	rychlé	střední	pomalá	střední	rychlé	rychlé	střední	střední	slabá	slabá
Nano/Cool	rychlé	střední	rychlá	rychlá	velmi rychlé	rychlé	rychlá	rychlá	dobrá	dobrá
Nano/Therm Cool	rychlé	střední	rychlá	rychlá	rychlé	rychlé	rychlá	rychlá	dobrá	velmi dobrá
Vyp/jednolíc	střední	střední	střední	rychlá	rychlé	rychlé	střední	střední	dobrá	dobrá
Vyp/oboulíc	střední	střední	pomalá	rychlá	rychlé	rychlé	pomalá	pomalá	velmi dobrá	dobrá
Vyp/žebro	střední	rychlé	střední	rychlá	velmi rychlé	velmi rychlé	střední	rychlá	velmi dobrá	velmi dobrá
Vyp/chyt	střední	střední	střední	rychlá	rychlé	rychlé	střední	střední	dobrá	dobrá
Vyp/1p	pomalé	střední	pomalá	rychlá	velmi rychlé	velmi rychlé	velmi pomalá	pomalá	výborný	velmi dobrá
Vyp/2p	pomalé	střední	pomalá	rychlá	rychlé	rychlé	velmi pomalá	pomalá	výborný	velmi dobrá

Vyhodnocení výsledků pomocí grafů

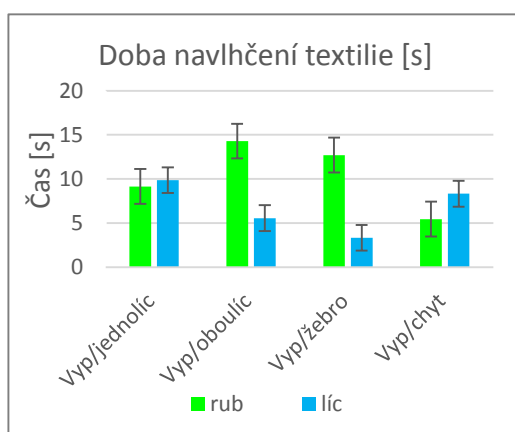
Z naměřených průměrných hodnot všech testovaných textilií, byly zpracovány sloupcové grafy ke každé vlhkostní charakteristice. V grafech jsou opět vyznačeny chybové úsečky s hodnotami standardní chyby.

Jako první je graf doby nutné k transportu vlhkosti textilie, kde je hodnota 0,1 sekund velmi rychlé navlhčení a hodnota 120 sekund neznačí žádné navlhčení.

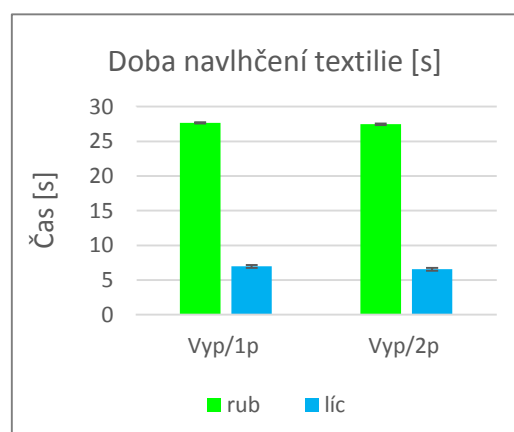


Graf 5: Doba navlhčení textilií

Z grafu je vidno, že doba navlhčení zkoušených firemních textilií je většinou střední až rychlá. U materiálu C/Merino a C/Cool došlo k pomalému navlhčení z lícni strany. U C/Merino byla tato doba navlhčení v průměru 33 s a u textilie C/Cool dokonce 104 sekund. Naopak u materiálu C/Zeb byl transport vlhkosti velmi rychlý z rubní strany (tam kde se přivádí kapalina na textili), v průměru 2,4 sec.

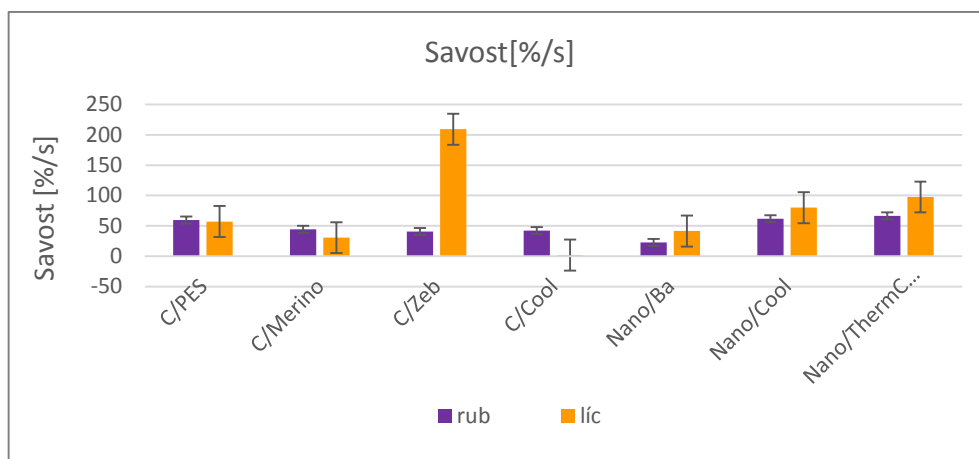


Graf 6: Doba navlhčení vypletených textilií různých vazeb



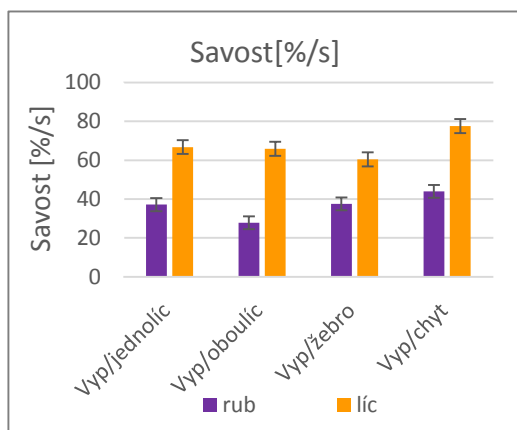
Graf 7: Doba navlhčení vypletené textilie jednou a dvěma přízemí

Textilie vypletené na plochem pletacím stroji v různých vazbách, měly dobu navlhčení skoro ve všech případech střední, pouze u vzorku Vyp/žebro byla tato doba rychlá z lícni strany a to 3,3 sec. Vzorky vypletené na okrouhlém pletacím stroji, nejprve jednou přízí a poté dvěma, měly téměř shodné výsledky, tedy dobu navlhčení z rubní strany pomalou a z lícni střední.

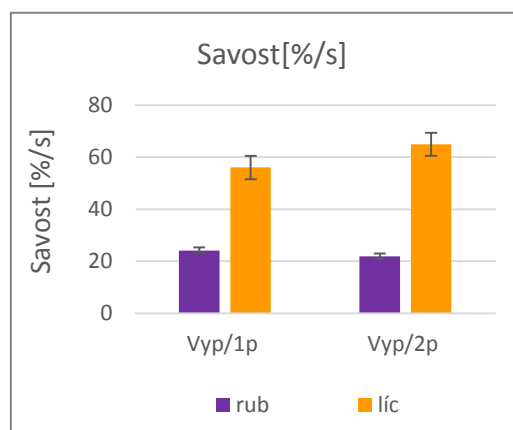


Graf 8: Graf zobrazující savost textilních vzorků

Z grafu savosti je patrné, že velmi pomalou savost má materiál C/Cool a naopak velmi rychlou má materiál C/Zeb.

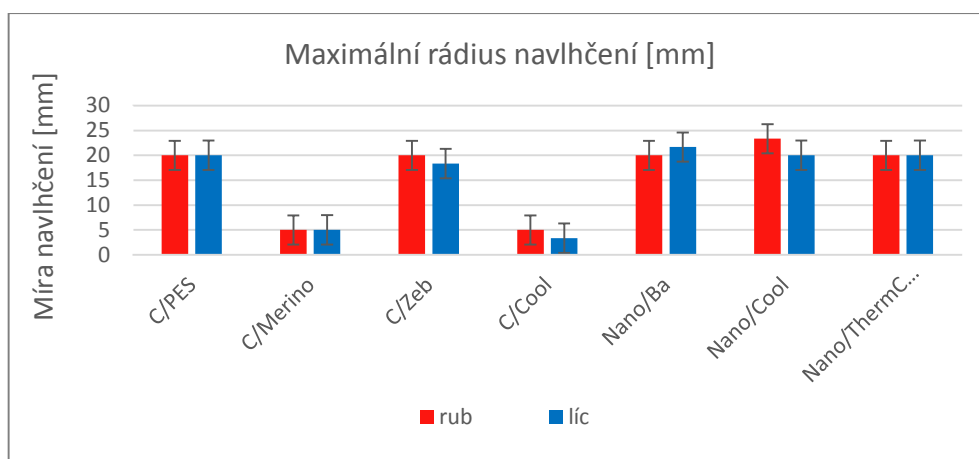


Graf 9: Savost vypletených textilií různých vazeb



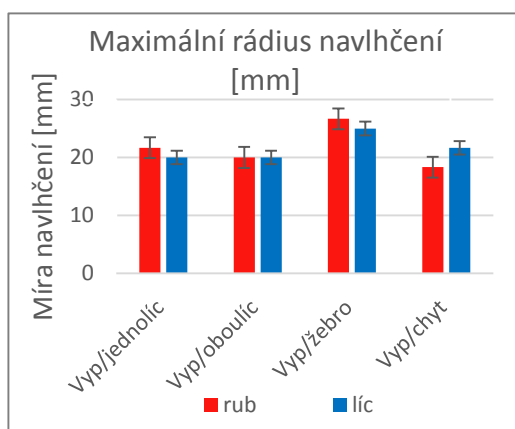
Graf 10: Savost textilie vypletené jednou a dvěma přízemi

Z grafu č. 9 plyne, že všechny vzorky vypletené na plochem pletacím stroji mají podobnou savost. Tedy z rubní strany střední a z lícni rychlou. Pouze materiál Vyp/oboulíc má savost s minimálním rozdílem pomalejší. Graf č. 10 ukazuje, že obě pleteniny z okrouhlého pletacího stroje, mají také stejnou savost a to z rubní strany pomalou a z lícni strany rychlou.

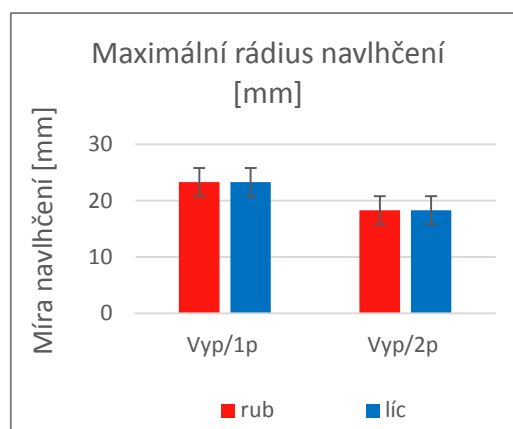


Graf 11: Zobrazení maximálního rádia navlhčení textilií

Z grafu č. 11 vyplívá, že minimální plochu navlhčení měl materiál C/Cool a Merino. Znamená to, že tyto dva materiály vysychají déle než ostatní.

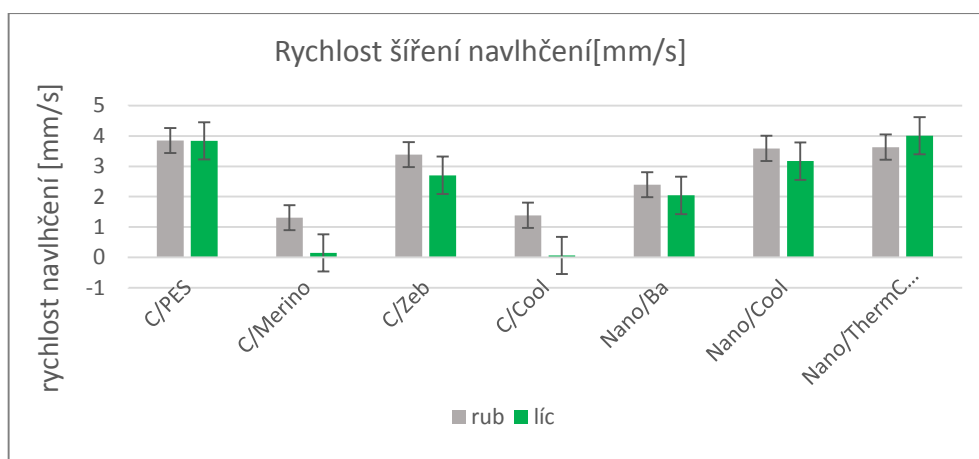


Graf 12: Max. rádius navlhčení textilií vypletených v různých vazbách



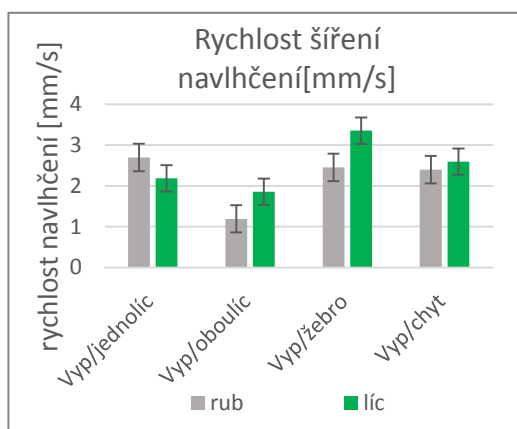
Graf 13: Max. rádius navlhčení textilií vypletených jednou a dvěma přízemi

Graf č. 12 ukazuje, že všechny materiály vypletené na plochem pletacím stroji měli rychlý rádius navlhčení, tedy plochu navlhčení mezi 17-22 mm. Pouze materiál Vyp/žebro měl tuto plochu větší než 22 mm, vysychá tedy velmi rychle. Z grafu č. 13 lze vyčíst, že větší plochu vysychání poskytuje materiál vypletený jednou přízí, vysychá velmi rychle. Materiál vypletený dvěma přízemi má tuto plochu o něco menší.

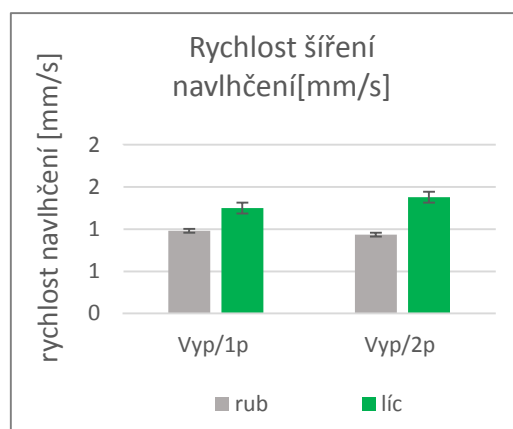


Graf 14: Graf rychlosti šíření roztoku v textilií

Graf č. 14 udává hodnoty rychlosti šíření syntetického potu ve zkoušených textiliích. Velmi pomalou rychlost šíření navlhčení měl materiál C/Merino a C/Cool. Znamená to, že kapalina téměř nebyla absorbována do vnitřní struktury textilie.

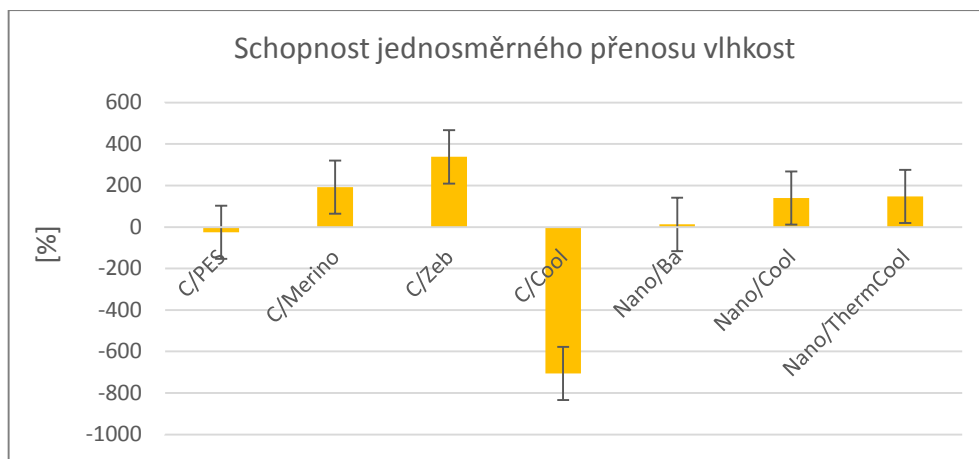


Graf 15: Rychlost šíření roztoku u vypletených textilií v různých vazbách



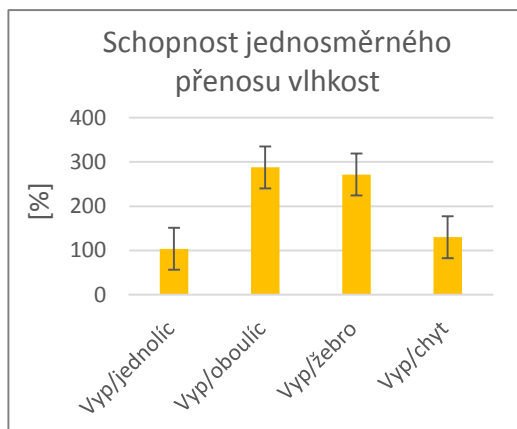
Graf 16: Rychlost šíření roztoku u vypletených textilií jednou a dvěma přízemi

Z hodnot v grafu č. 15, kde jsou zaznamenány výsledky textilií vypletených na plochem pletacím stroji, vybočuje pouze materiál Vyp/oboulíc, který má jako jediný pomalou rychlost šíření vlhkosti. Všechny ostatní mají tuto rychlost šíření vlhkosti střední a materiál Vyp/žebro z lícni strany rychlou. Graf č. 16 ukazuje téměř shodné výsledky obou materiálů vypletených na okrouhlém pletacím stroji. Oba mají z rubni strany rychlost šíření roztoku textilií velmi pomalou a ze strany lícni pomalou.

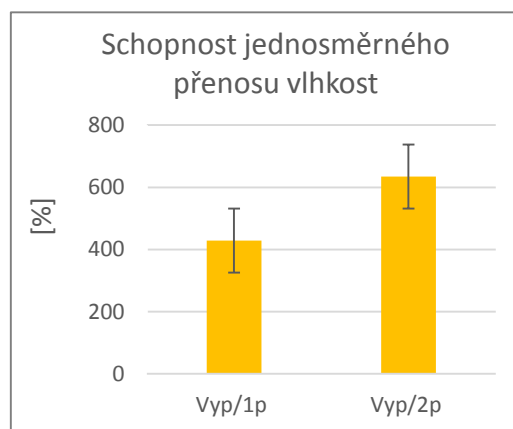


Graf 17: Graf zobrazující schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti v textilií

Graf č. 17 ukazuje schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti v textilií, což znamená, k jak moc velkému přenosu vlhkosti došlo z rubní/horní strany na lícní/spodní. Materiály C/PES a C/Cool dosáhly záporných hodnot, nedošlo u nich tedy k jednosměrnému přenosu. Naopak velmi dobrý jednosměrný přenos vlhkosti, prokazuje materiál C/Zeb.



Graf 18: Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti vypletených textilií v různých vazbách



Graf 19: Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti textilií vypletených jednou a dvěma přízemi

Z grafu č. 18 vyplývá, že materiály Vyp/jednolic a Vyp/chyt mají schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti dobrou a materiály Vyp/oboulic a Vyp/žebro mají tuto schopnost velmi dobrou. Graf č. 19 značí, že oba materiály vypletené na okrouhlém pletacím stroji mají výbornou schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti v textilií.

18.5 Diskuze výsledků

Funkční materiály určené pro první vrstvu oděvu od firmy Canard a Nanotrade, mají rozdílné výsledky v závislosti na druhu materiálu. Materiály C/PES, Nano/Ba, Nano/Cool a Nano/ThermCool mají podobné výsledky vlhkostních charakteristik, ovšem značně se od nich liší materiál C/Cool a C/Merino a C/Zeb. Materiály C/Cool a C/Merino mají velice dlouhou dobu navlhčení, a s tím i malou plochu navlhčení, mají také malou savost. U materiálu C/Cool nedošlo téměř ani k jednosměrnému přenosu vlhkosti z rubní strany na lícni. U materiálu C/Cool jsou tyto vlastnosti dle výrobce žádané, jelikož tento materiál by opravdu neměl sát pot, ale pouze zajišťovat transport potu od těla k povrchu látky, kde se odpařuje. Ovšem materiál C/Merino by měl mít vysokou absorpční schopnost, což podle tohoto experimentu nesplňuje. Na rozdíl od těchto dvou hydrofobních materiálů má opačné vlastnosti materiál C/Zeb, který transportuje vlhkost velice rychle, má vynikající savost a velmi dobrou schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti. Je možné, že za tímto stojí žebrová vazba materiálu.

U vzorků ze stejného materiálu (Polypropylenu), vypletených na plochem pletacím stroji ovšem v jiných vazbách, měla nejlepší výsledky textilie s vazbou žebrovou. Tato textilie měla nejrychlejší dobu navlhčení, největší plochu navlhčení, rychlé šíření navlhčení a velmi dobrý jednosměrný přenos vlhkosti z rubní stranu na lícni. Naopak nejhorší výsledky měla oboulící pletenina, která měla oproti ostatním menší savost a pomalejší šíření vlhkosti. Dá se tedy říci, že vazba materiálu má nepatrný vliv na vlhkostní charakteristiky textilie.

Poslední soubor textilií porovnává materiály vypletené na okrouhlém pletacím stroji, z čehož byla první textilie vypletena z jedné příze a ta druhá ze dvou přízí. U těchto dvou vzorků nebyl prokázán nikterak velký rozdíl. Rozdíl je pouze ve větší ploše navlhčení u pleteniny z jedné příze.

19 Experiment na přístroji Permetest

Poslední experiment probíhal na přístroji Permetest, který měří paropropustnost (P) a výparný odpor (Ret) textilií. Měření probíhalo též v laboratoři na Katedře hodnocení textilií a to při 23,9 °C a 39% relativní vlhkosti.

Čím je vyšší hodnota paropropustnosti, tím lepší je odvod vodních par textilií. Směr prostupu vodních par není určen membránou jako takovou, ale rozdílem teplot a parciálních tlaků vnějšího a vnitřního prostředí.

19.1 Terminologie

Přístroj vyhodnocuje následující charakteristiky textilních materiálů:

- **Relativní propustnost textilií pro vodní páry**, což je parametr, kde 100% propustnost představuje tepelný tok q_0 vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru, jaký má měřený vzorek. Zakrytí této hladiny měřeným vzorkem se pak tepelný tok sníží na hodnotu q_v . Obecně je to schopnost plošné textilie neklást odpor prostupu vodních par (vlhkosti), schopnost transportu vodních par. Platí:

$$P = 100 (q_v/q_0) [\%]$$

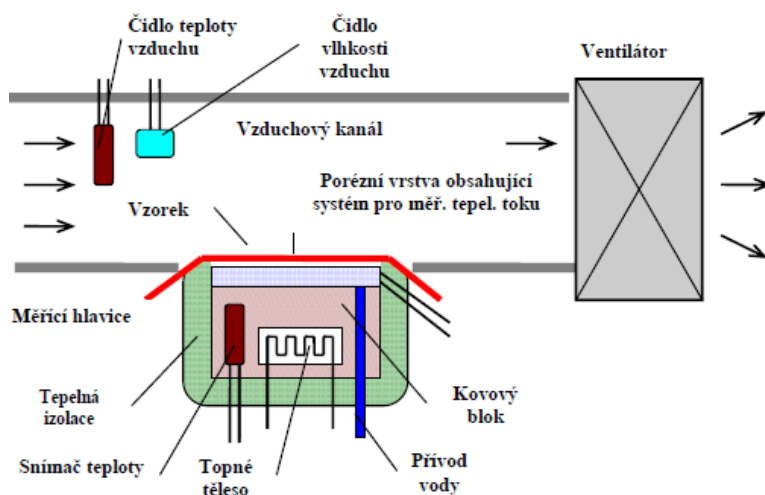
- **Výparný odpor textilií**, který charakterizuje tepelné účinky vnímané pokožkou vznikající v důsledku odparu potu. Platí:

$$Ret = (P_m - P_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1}) [Pa.m^2/W]$$

19.2 Postup měření na přístroji Permetes

1. Nejprve se změří tepelný tok bez vzorku stisknutím tlačítka **Reference - START**.
2. Druhé měření se provede se zakrytou měřicí hlavicí přístrojem kalibrační tkaninou, u které jsou známy hodnoty RWVP a $Ret=5[m^2.mK/W]$. Měření se spouští pomocí ovládacího tlačítka **Sample - START**. Tímto je změřen tepelný tok se vzorkem.
3. Po dokončení měření je přístroj pomocí tlačítka **Calibrate** zkalibrován.

4. Samotné měření vzorku je zahájeno stisknutím tlačítka **Reference - START** pro zjištění hodnot tepelného toku, propustnosti pro vodní páry a výparného odporu vzorku.
5. Následně jsou hodnoty zobrazeny v programu PERMETEST, hodnoty se uloží tlačítkem **INSERT** do paměti programu. Pro výpočet statistických veličin se používá tlačítko **VIEW**.



Obrázek 43: Schéma přístroje Permetest

Před, i během měření je nutné kontrolovat množství vody v přístroji. Voda je doplňována pomocí injekční stříkačky do otvoru na boku přístroje.

19.3 Příprava vzorků

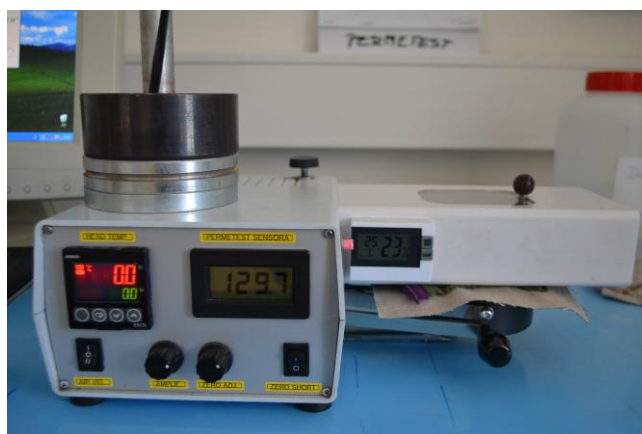
Pro měření na tomto přístroji je nutná velikost vzorků 14x14 cm, aby bylo textilií možné zakrýt měřicí hlavici. Jelikož byly testované textilní vzorky velké pouze 10 cm, byla nutná jejich velikost upravit. Proto byly nastaveny pevnou tkaninou o velikosti 14x14 cm, do které byl vystřižen otvor velký 9x9 cm (průměr měřicí oblasti je 80mm). Následně byl do tohoto otvoru přiložen testovaný vzorek, který byl po svém obvodu pomocí vteřinového lepidla ke tkanině přilepen. Takto byly upraveny všechny testované vzorky.



Obrázek 44: Nastavení testovaného vzorku tkaninou[vlastní]

19.4 Provedení a popis měření

Měření funkčních textilních materiálů bylo provedeno nejprve za sucha a následně po navlhčení syntetickým potem, kdy bylo na každý vzorek, před vložením do přístroje, aplikováno 0,2 g roztoku. Vzorek byl na 5 minut odložen, pro absorbování roztoku do struktury textilie, do nepropustné skleněné nádoby, aby nebyla ztracena žádná vlhkost. Následně probíhalo samotné měření na přístroji Permetest a to 5 krát u každého materiálu.



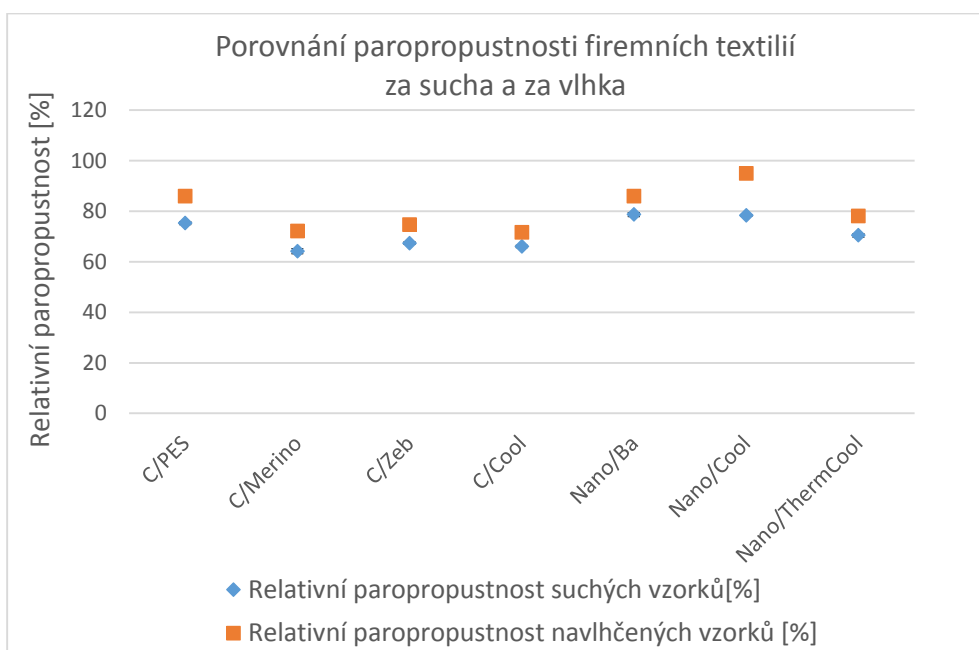
Obrázek 45: Průběh měření na přístroji Permetest [vlastní]

19.5 Vyhodnocení experimentu na přístroji Permetest

Při hodnocení paropropustnosti a výparného odporu na přístroji Permetest byly posuzovány opět tři různé skupiny textilních materiálů určených pro funkční prádlo. První skupinu tvořily opět funkční materiály dodané od firem, druhou skupinou byly vypletené vzorky různých vazeb ze 100% Polypropylenu na plochem pletacím stroji a třetí skupinu tvořily vzorky vypletené na okrouhlém pletacím stroji z téže příze, kdy se porovnávala pletenina vypletena z jedné a následně ze dvou přízí.

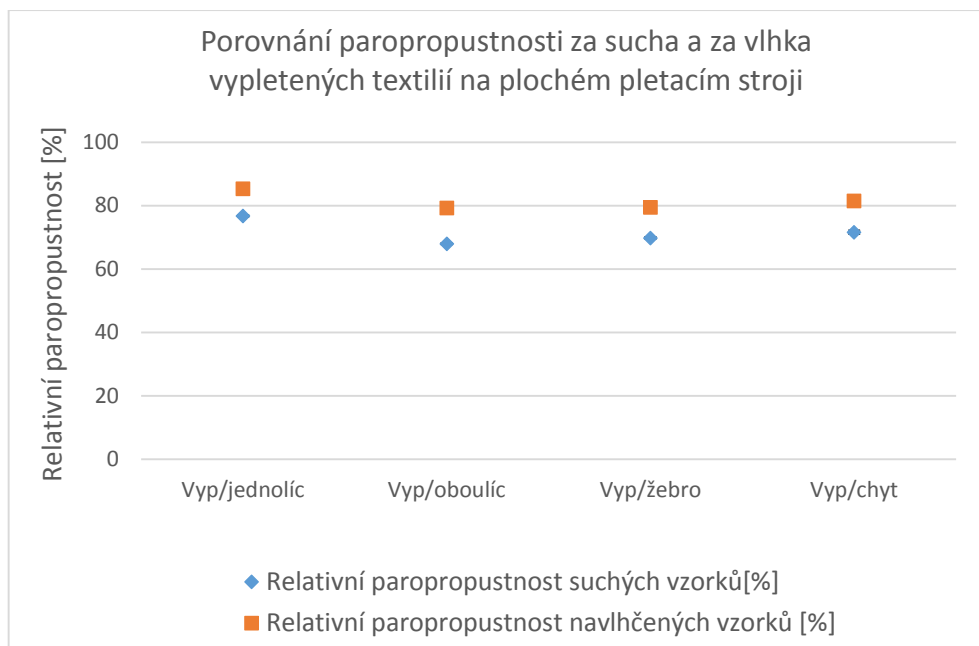
Vyhodnocení paropropustnosti

V následujících bodových grafech je zobrazeno porovnání paropropustnosti textilií suchých a navlhčených 0,2g syntetického potu, měřených na přístroji Permetest. Všechny hodnoty získané přístrojem Permetest jsou k nahlédnutí v příloze č. 5.



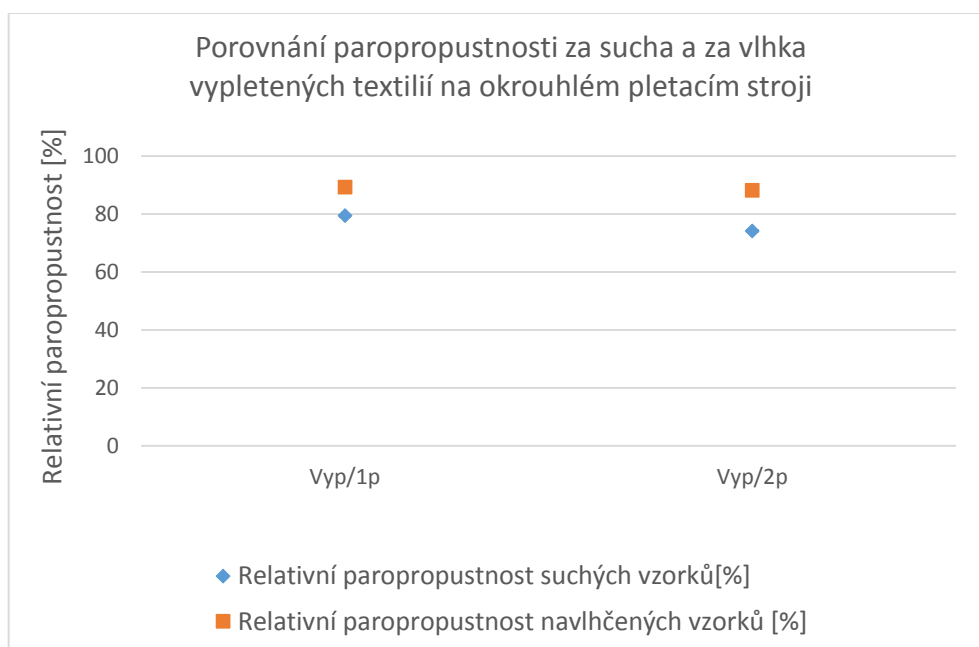
Graf 20: Zobrazení porovnání paropropustnosti firemních textilií

Z grafu č. 20 lze vyčíst, že aplikování 0,2 g syntetického potu na textilní vzorky, má za následek zvýšení paropropustnosti textilií. Největší nárůst se vyskytl u materiálu Nano/Cool a to až o 21%, nejmenší nárůst byl pak u materiálu C/Cool, u něhož se paropropustnost zvýšila o 8%. Celkově mají všechny materiály hodnoty paropropustnosti podobné, materiál Nano/Cool a Nano/Ba jsou na tom o trochu lépe i při měření suchých vzorků než ostatní textilní materiály určené pro funkční prádlo.



Graf 21: Zobrazení porovnání paropropustnosti vypletených textilií na plochém pletacím stroji

Graf č. 21 ukazuje, že při porovnání pletenin vypletených na plochém pletacím stroji v různých vazbách, má největší nárůst paropropustnosti po navlhčení textilie vzorek Vyp/oboulíc (16,5%) a nejmenší Vyp/jednolíc (11%).

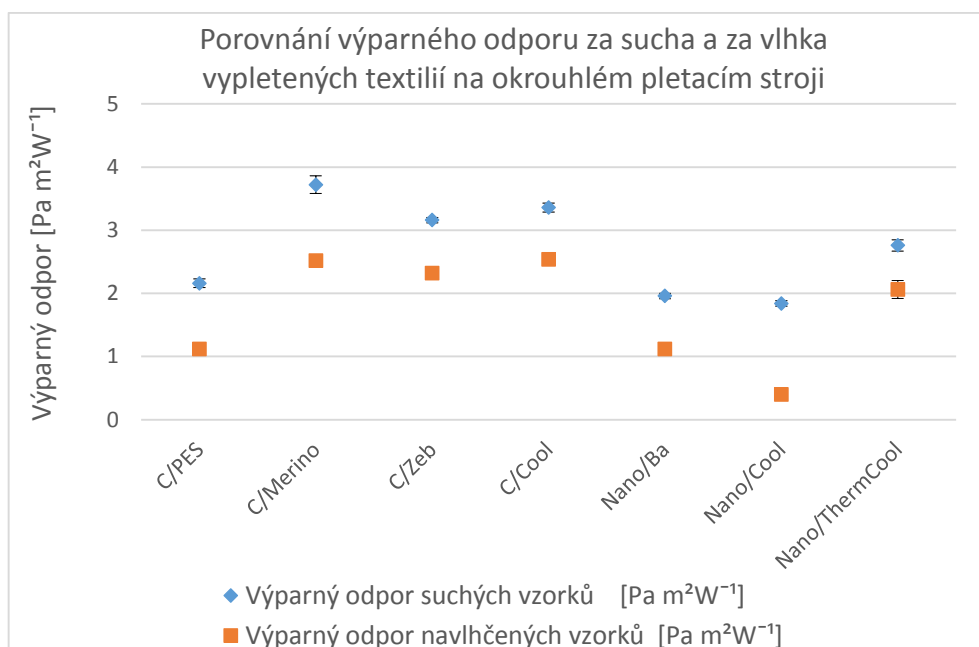


Graf 22: Zobrazení porovnání paropropustnosti vypletených textilií na okrouhlém pletacím stroji

Z grafu č. 22 je patrné, že větší nárůst paropropustnosti u textilií vypletených na okrouhlém pletacím stroji jednou a dvěma přízemi, byl větší u vzorku vypleteného dvěma přízemi. Textilie Vyp/2p měla tedy toto navýšení skoro 19%, načeš textilie Vyp/1p pouze 12,5% i když celkově má tato textilie paropropustnot lepší, a to jak po vložení navlhčeného vzorku do přístroje, tak i po měření suchého vzorku.

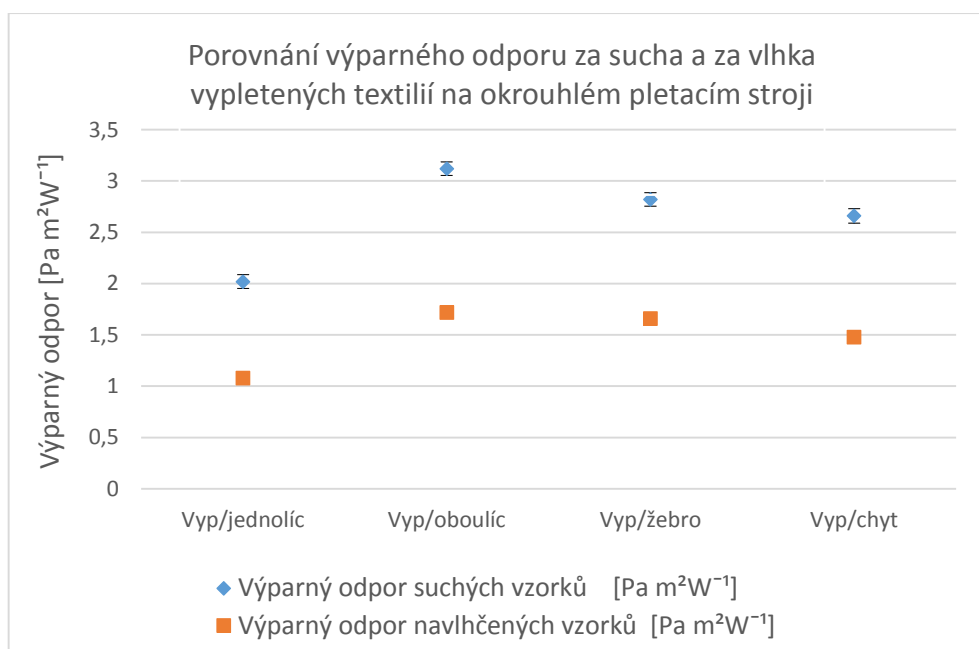
Vyhodnocení výparného odporu

Platí, že čím má materiál vyšší paropropustnost, tím je hodnota výparného odporu nižší.



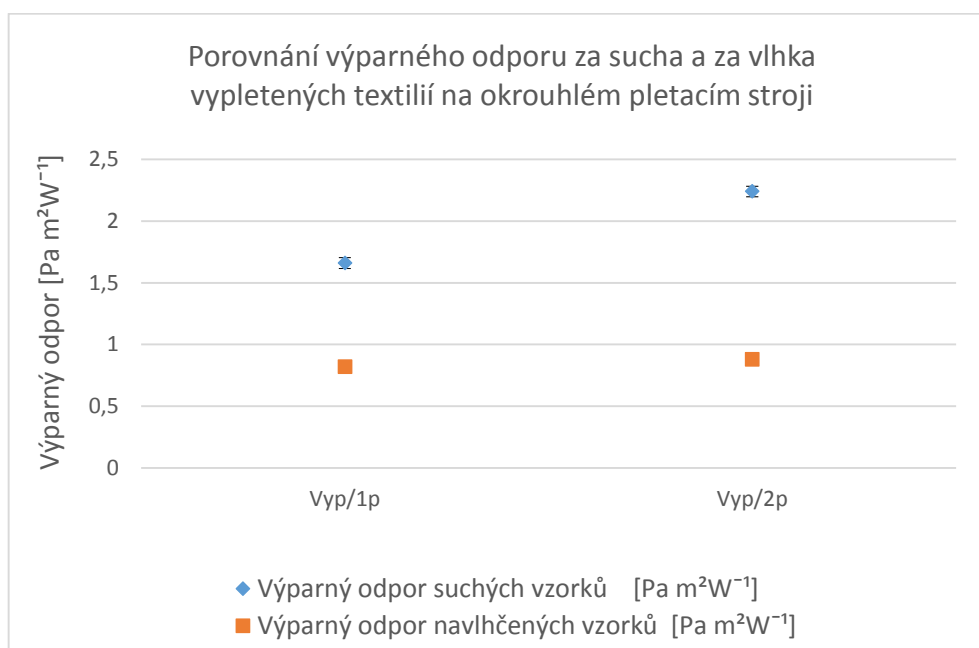
Graf 23: Porovnání výparného odporu vypletených textilií na okrouhlém pletacím stroji

Jelikož s rostoucí paropropustností klesají hodnoty výparného odporu, je na grafu č. 23 vidět, že největšího snížení výparného odporu mezi firemními vzorky, dosáhl materiál Nano/Cool a to o 78 %. Nejmenší rozdíl byl potom u materiálu C/Cool a to 24,4 %.



Graf 24: Porovnání výparného odporu vypletených textilií na okrouhlém pletacím stroji

Z naměřených hodnot výparného odporu definovaných výpletů různých vazeb, dosahuje největšího rozdílu mezi měřením suchého a mokrého vzorku materiál Vyp/jednolíc, jehož výparný odpor klesl o 46,5 %. Nejmenší rozdíl hodnot se vyskytl u materiálu Vyp/žebro a to 41 %. Rozdíly jsou mezi všemi textiliemi s různými vazbami minimální.



Graf 25: Porovnání výparného odporu vypletených textilií na okrouhlém pletacím stroji

Z grafu č. 25 lze vyčíst, že hodnoty výparného odporu značně klesly u materiálu Vyp/2p a to skoro o 61%, materiál Vyp/1p měl tyto hodnoty také o dost nižší a to skoro o 51 %. Opět tyto hodnoty korespondují s hodnotami paropropustnosti, u materiálu Vyp/2p byly tyto hodnoty vyšší než u Vyp/1p a tím pádem jsou hodnoty výparného odporu nižší než u textilie Vyp/1p.

19.6 Diskuze výsledků

Žádanou vlastností funkčních triček je výborná propustnost vodních par a to i potom, co se uživatel funkčního prádla zpotí. Tato hypotéza byla pomocí měření na přístroji Permetest ověřena. Všechny testované textilie určené pro první vrstvu, mají relativní paropropustnost vyšší po navlhčení (aplikaci 0,2g syntetického potu) než při měření suchého vzorku. Dále bylo také potvrzeno, že relativní paropropustnost je nepřímo úměrná výparnému odporu. Tedy že čím je vyšší hodnota paropropustnosti textilií, tím je nižší hodnota výparného odporu.

Z textilií dodaných od firem měl největší nárůst paropropustnosti, po navlhčení syntetickým potem, materiál Nano/Cool a nejmenší nárůst vykazoval materiál C/Cool. Textilie Nano/Cool se tedy jeví jako neoptimálnější k nošení při sportu, jelikož nejlépe se všech zkoušených materiálů „dýchá“.

Při měření vypletených textilií na plochem pletacím stroji stejnou přízí z 100% polypropylenu, ale v jiných vazbách, proběhl největší nárůst hodnot relativní paropropustnosti u pleteniny oboulícní (Vyp/oboulíc). Ovšem i přes to, má tato pletenina ze všech čtyř vazeb paropropustnost nejhorší, nejlépe je na tom jednolícní pletenina (Vyp/jednolíc). Celkově jsou na tom ale všechny čtyři textilie celkem podobně.

Při porovnání pletenin vypletených na okrouhlém pletacím stroji jednou a dvěma přízemi, je na tom lépe pletenina vypletena jednou přízí. Ovšem větší nárůst relativní paropropustnosti po navlhčení nastal u pleteniny ze dvou přízí.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout doporučení nejvhodnějšího funkčního materiálu pro první vrstvu funkčního oděvu, který zabezpečuje funkčnost vzhledem k účelu jeho použití v daných klimatických podmínkách okolního prostředí při fyzické zátěži. S tím souvisí pojem tepelný komfort, který patří u funkčního prádla k nejdůležitějším parametrům. Proto se teoretická část zabývá hlavně vlastnostmi, které ovlivňují komfort a jeho hodnocením, dále také používanými materiály, jenž by měly komfort při sportu zajistit.

Experimentální část se věnuje nejprve popisu testovaných materiálů. Experimenty byly prováděny na třinácti různých vzorcích textilií, z čehož sedm materiálů bylo dodáno od firem a šest jich bylo vypleteno z funkční příze na plochém a okrouhlém pletacím stroji. Na plochém pletacím stroji byly vypleteny čtyři různé vazby, pro zjištění vlivu vazby na transport tepla a vlhkosti v textilií. Na pletacím stroji okrouhlém byla vypletena textilie jednou přízí a následně dvěma přízemi, pro zjištění vlivu tloušťky a zaplnění materiálu na zkoumané vlastnosti.

Dále je experimentální část rozdělena na čtyři podkapitoly. V první kapitole je popsán experiment, při kterém bylo zjišťováno množství potu pomocí fyzické aktivity probandů, které je potřebné pro aplikování na textilie při měření na přístroji C-Therm TCi a na Permetestu. Zjištěné množství potu, které absorbovala bavlněná trička probandů, je 0,196 g na 10cm².

Následující měření bylo provedeno na přístroji C-Therm TCi, jenž měří tepelně izolační vlastnosti. Vzorky textilních materiálů byly měřeny za sucha a za vlhka při třech různých teplotách v klimatické komoře, kde byly nastaveny podmínky simulující chladné a teplé letní počasí. Z výsledných hodnot přístroje TCi se dalo určit, který materiál je nejkomfortnější pro sportovce, pokud se při fyzické zátěži zpotí v chladnějším a v horkém letním počasí. Toho dosáhl materiál C/Merino. Vliv má také tloušťka a zaplnění materiálu.

Třetí experiment probíhal na přístroji MMT, který měří šíření kapalné vlhkosti v textilií. Ideálním materiálem je ten, který vlhkost rychle absorbuje a rychle schne. Z tohoto hlediska se jevil nejlépe materiál C/Zeb, který má žebrovanou

vazbu. Opačné vlastnosti vykazoval materiál C/Cool a C/Merino. Při porovnání vazeb u vypletených textilií si také vedl nejlépe vzorek vypletený žebrovou vazbou a textilie porovnávané z hlediska zaplnění a tloušťky se nikterak nelišily.

Poslední testování bylo uskutečněno na přístroji Permetest, jenž měří relativní paropropustnost a výparný odpor textilií. Z hodnot naměřených na tomto přístroji bylo dokázáno, že funkční textilie mají lepší paropropustnost po navlhčení, což je u funkčního oděvu žádané. Z firemních materiálů byl na tom nejlépe materiál Nano/Cool a nejmenší nárůst paropropustnosti měl C/Cool. Při porovnání vazeb u vypletených textilií na tom byla nejlépe jedolínká pletenina, ale oproti ostatním vazbám není rozdíl nijak rapidní. U pletenin rozdílné tloušťky a zaplnění vykazovala lepší paropropustnost pletenina z jedné příze.

Optimálním materiálem byl po testování tepelného komfortu při různých letních teplotách a po navlhčení textilie potem, materiál z vlny Merino. Za vlhka při nižších teplotách hřeje a v horkém počasí chladí. Naopak nedoporučuji materiál Nano/Ba, který chladí i za nízkých teplot a není vhodné používat ani textilií C/PES a Nano/ThermCool, jelikož obě dobře izolují i při vysokých teplotách, což ovšem může způsobit přehřátí organismu uživatele. Důležitým poznatkem je také vliv zaplnění a tloušťky materiálu, jelikož větší tloušťka a zaplnění textilie vlákny absorbuje více vlhkosti, což způsobuje chladivější efekt. Co se týče vlhkostních parametrů, lze doporučit materiály, které jsou vypletené žebrovou vazbou, jelikož mají největší plochu navlhčení materiálu a tím pádem i rychleji vysychají. Po zhodnocení výsledků paropropustnosti, lze doporučit materiál Nano/Cool (52% Coolmax, 48% PES), který měl nejlepší výsledky paropropustnosti za sucha a zároveň i největší nárůst paropropustnosti po navlhčení. Celkově jsou ale všechny testované materiály vhodné ke sportu, jelikož mají výbornou paropropustnost i po zpotení uživatele.

Z hlediska dobrého komfortu jsou tedy pro odvod vlhkosti a transport tepla ideální pleteniny s žebrovou vazbou, nejlépe ze 100% Merino vlny a s nižší tloušťkou a zaplněním. Ovšem jelikož se objektivní měření liší od subjektivního, navrhuji proto do budoucna ještě subjektivní testování těchto vlastností v reálných podmínkách okolního prostředí, kdy bude moci uživatel sám posoudit všechny vlhkostní i tepelné vlastnosti najednou.

Seznam použité literatury

- [1] Funkční prádlo: Co je to funkční prádlo. *Treking*. 2008. Dostupné také z: <http://www.treking.cz/testy/funkcni-pradlo.htm>
- [2] Publi. In: *Výzkum ve sportovním tréninku III: Funkční materiály a jejich vliv na tepelný komfort sportovce* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2013 [cit. 2015-08-22]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/61/03.html>
- [3] HUMI OUTDOOR. In: *Rady a doporučení: Jak na systém vrstveného oblékání* [online]. 2015 [cit. 2015-08-22]. Dostupné z: <http://www.humi.cz/?lg=cz&str=20&id=100&n=jak-na-system-vrstveneho-oblekani>
- [4] WHAT IS NIKE THERMA-FIT? *Nike* [online]. 2015 [cit. 2015-08-23]. Dostupné z: http://help-en.us.nike.com/app/answers/detail/a_id/34790/~/_what-is-nike-therma-fit%3F
- [5] Sportisimo. *Systém vrstvení oblečení* [online]. 2014 [cit. 2015-08-23]. Dostupné z: <http://www.sportisimo.cz/>
- [6] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna klasická a speciální*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. ISBN 80-7083-644-X.
- [7] HES, Luboš a Petr SLUKA. *Úvod do komfortu textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0.
- [8] Ovcí vlna Merino. *Merinoshop.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-08-24]. Dostupné z: www.merinoshop.cz
- [9] Výroba bambusového vlákna. *Bambusová móda* [online]. [cit. 2015-08-24]. Dostupné z: <http://www.bambusova-moda.cz>
- [10] Používaná vlákna. *Moira* [online]. 2015 [cit. 2015-08-24]. Dostupné z: <http://firma.moira.cz/af37-pouzivana-vlakna.html>
- [11] Lycra. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2015 [cit. 2015-08-24]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Lycra>

[12] OCHERETNA, Larysa. *Textilní zboží ze syntetických vláken: Přednáška č.6*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012.

[13] Why COOLMAX® fabric. *Coolmax®* [online]. [cit. 2015-08-24]. Dostupné z: http://coolmaxfabric.com/g_en/webpage.aspx?id=15

[14] Tepelné ztráty organismu. *WikiSkripta* [online]. 2014 [cit. 2015-09-03]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Tepeln%C3%A9_ztr%C3%A1ty_organismu

[15] SPECIÁLNÍ TECHNOLOGIE A MĚŘENÍ: Odvod vlhkosti a tepla u lidské pokožky. *Katedra oděvnictví: Předměty* [online]. 2002 [cit. 2015-09-08]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/STE/ste.html>

[16] *Oděvní komfort 2: Fyziologické vlastnosti 1* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012 [cit. 2015-09-07]. Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_prednaska7_2012.pdf

[17] Sweating Guarded Hotplate. *Thermetrics* [online]. A Subsidiary of Measurement Technology NW [cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <http://www.thermetrics.com/products/guarded-hotplates/sweating>

[18] *Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů: TOGMETER* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/TOGMETER1.pdf>

[19] *Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů: Alambeta* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/ALAMBETA1.pdf>

[20] *Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů: Propustnost vodních par Permetest* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/PERMETEST.pdf>

- [21] *Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů: Skin - model* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2016-06-09]. Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/SKIN_MODEL1.pdf
- [22] MOISTURE MANAGEMENT TESTER: Návod k použití. SDL Atlas Ltd, 2010/11.
- [23] Zima byla druhá nejteplejší v historii měření. *IN-POČASÍ* [online]. 2016 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <http://www.in-pocasi.cz/clanky/vyznacne/pocasi-3.3.2016/>
- [24] Meteorologické záznamy - rok 2015. *Meteorologická stanice Brno-Židenice* [online]. Brno-Židenice, 2016 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <http://www.meteo.jankovic.cz/zaznamy/rok-2015/>
- [25] *Archiv - 18.07.2015: Teplotní mapa* [online]. In: . 2015 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://www.in-pocasi.cz/archiv/archiv.php?historie=18-07-2015&stanice_kraj=0&klima_kraj=
- [26] SMOLKA, Václav. *In - počasí: Vlhkost vzduchu a její charakteristiky* [online]. 2013 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/vlhkost-vzduchu>
- [27] *IT'S ALL RELATIVE: RELATIVE HUMIDITY AND AMBIENT AIR TEMPERATURE* [online]. PTOA Segment 00077, 2015 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.processtechacademy.com/its-all-relative/>
- [28] DOKLÁDAL, Milan a Libor PÁČ. *ANATOMIE ČLOVĚKA III.: Systém kožní, smyslový a nervový*. Brno, 2000. Skripta. MASARYKOVA UNIVERZITA.
- [29] Jak kůže funguje, Struktura a funkce kůže: STRUKTURA KŮŽE. *Eucerin* [online]. [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://www.eucerin.cz/o-kuzi/zakladni-informace/struktura-a-funkce-kuze>
- [30] 1. Fyziologie a patofyziologie člověka v extrémních podmínkách. *Inovace SEBS a ASEBS* [online]. Brno: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity,

2011 [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/fyziologie/fyziologie-a-patofyziologie>

[31] *Oděvní komfort, fyziologie odívání, fyziologické vlastnosti* [online]. Katedra oděvnictví, 6. přednáška [cit. 2016-04-19]. Dostupné z:

http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_prednaska6_2013.pdf

[32] *NOBASIL: Výpočet tepelného odporu* [online]. Copyright, 2010 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.nobasil.cz/vypocet-tepelneho-odporu/>

[33] SITTEOVÁ, Jitka. *Metodika měření tepelné vodivosti plošných textilií*. Liberec, 2010. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci.

[34] Physical Mechanisms of Moisture Diffusion into Hygroscopic Fabrics during Humidity Transients. *Journal of The Textile Institute*. 2009, , 302-316.

[35] Influence of Sportswear Fabric Properties on the Health and Performance of Athletes. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. **2012**(Vol. 20, No. 4 (93)).

[36] Ing. KNÍŽEK, Roman. *Oděvy pro sportovní a outdoorové aktivity*. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013. ISBN 978-80-7494-012-5.

[37] Clothing fabric does not affect thermoregulation during exercise in moderate heat. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*. , 7.

[38] HAVLOVÁ, Marie a Hana PAŘILOVÁ. *TYPOLOGIE PLETENIN: Názvoslovný katalog* [online]. Technická univerzita v Liberci, 2013 [cit. 2016-10-04].

Dostupné z: http://www.ft.tul.cz/mini/optis/download/Katalog_pletenin-Marie_Havlova-Hana_Parilova.pdf

[39] Ing. DOSTÁLOVÁ, Mirka a Ing. Mária KŘIVÁNKOVÁ. *Základy textilní a oděvní výroby*. Třetí upravené. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN 80-7083-831-0.

[40] Prof. Ing. PRÁŠIL, Vladimír. *Teorie tkaní*. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 1981.

[41] *HighPoint: ThermoCool* [online]. In: . [cit. 2016-11-02]. Dostupné z: <http://www.highpoint.cz/materialy/thermocool.html>

[42] C-Therm TCi Operator Manual. Canada, 2005.

[43] *Proč se nosí na poušti černé hábity?* [online]. 2009 [cit. 2016-12-09].

Dostupné z: <http://fyzmatik.pise.cz/1000-proc-se-nosi-na-pousti-cerne-habity.html>

[44] Syntetická vlákna. *Outdoor guide* [online]. 2009 [cit. 2016-12-12]. Dostupné

z: <http://www.outdoorguide.cz/synteticka-vlakna-42.html>

[45] Funkční materiály: CoolDry. *Klimatex* [online]. 2016 [cit. 2016-12-12].

Dostupné z: <http://www.klimatex.eu/funkcni-materialy>

[46] Materiály. *Alpine Pro* [online]. 2015 [cit. 2016-12-12]. Dostupné z:

<https://www.alpinepro.cz/materialy>

[47] Ing. Ladislav Nagy, Ph.D. *Hodnocení fyziologických vlastností první vrstvy oděvu*. Liberec, 2015. Disertační práce. Technická univerzita v Liberci

[48] Kopal, J.: *Pletařské, proplétací a splétací stroje – 1. část*. Skripta TUL, Liberec 2006

Seznam obrázků

Obrázek 1: Graf minimálních a maximálních teplot roku 2015 [24].....	21
Obrázek 2: Teplotní mapa z 18. 7. 2015 v 7 hod. ráno [25].....	22
Obrázek 3: Teplotní mapa z 18. 7. 2015 v 15 hod.[25].....	23
Obrázek 4: Relativní vlhkost vzduchu v závislosti na jeho teplotě [5].....	23
Obrázek 5: Vrstvy oblečení [3].....	25
Obrázek 6: Ukázka transportní vrstvy [5].....	26
Obrázek 7: Fleec [4][5].....	27
Obrázek 8: Ukázka ochranné vrstvy [5].....	28
Obrázek 9: Teplotní zóny těla [30].....	30
Obrázek 10: Vrstvy kůže [29].....	32
Obrázek 11: Ztráty tepla člověka [14].....	35
Obrázek 12: Přenos tepla vedením [7].....	36
Obrázek 13: Proudění tepla v textilií [15].....	36
Obrázek 14: Přenos vlhkosti vedením mezi kůží a okolím [7].....	37
Obrázek 15: Odvod vlhkosti z volného povrchu kůže odparem [7].....	41
Obrázek 16. Kapilární odvod vlhkosti [15].....	41
Obrázek 17: Difuzní odvod potu z pokožky [15].....	42
Obrázek 18: Přístroj Permetest [20].....	47
Obrázek 19: Přístroj C-Therm TCi [42].....	48
Obrázek 20:Přístroj MMT [22].....	49
Obrázek 21: Vlákna bavlny[6].....	53
Obrázek 22: Vlákno mohérové vlny[6].....	53
Obrázek 23:Vlákna merino vlny [6].....	53
Obrázek 24:Viskózové vlákno [6].....	54
Obrázek 25: PES vlákna [12].....	54
Obrázek 26: Průřez vláknem CoolMax [7].....	55
Obrázek 27:PP vlákna [12].....	55
Obrázek 28:PA vlákna [12].....	55
Obrázek 29:PUR vlákna [12].....	56
Obrázek 30:Řez PAN vláknem [6].....	56
Obrázek 31:Průřez PP vlákna Moira [7].....	56

Obrázek 32: vlhkostní průchod textiliemi [34].....	59
Obrázek 33: Teplotní změny na povrchu textilií [34]	60
Obrázek 34: Graf změny hmotnosti testovaných materiálů [37].....	62
Obrázek 35: Ukázka probanda při fyzické zátěži [vlastní].....	70
Obrázek 36: Zakreslení přesné velikosti trika v programu Autodesk Inventor [vlastní]	71
Obrázek 37: Ukázka výpočtu plochy trika [vlastní]	71
Obrázek 38: Aplikace syntetického potu na vzorek nosním sprejem[vlastní]	74
Obrázek 39: Ukázka umístění vzorku v nepropustné nádobě[vlastní]	74
Obrázek 40: Ukázka průběhu měření na přístroji C-Therm TCi[vlastní]	75
Obrázek 41: Ukázka vložení vzorku do přístroje MMT [vlastní]	84
Obrázek 42: Horní čidlo v dolní poloze připraveno k měření. [vlastní].....	84
Obrázek 43: Schéma přístroje Permetest	93
Obrázek 44: Nastavení testovaného vzorku tkaninou[vlastní].....	94
Obrázek 45: Průběh měření na přístroji Permetest [vlastní].....	94

Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní charakteristiky textilních vzorků [34]	59
Tabulka 2: Charakteristika materiálů.....	67
Tabulka 3: Hodnoty plochy různých velikostí triček.....	71
Tabulka 4: Zjištěné množství potu.....	71
Tabulka 5:Přívazky syntetického potu aplikovaného nosním sprejem:	72
Tabulka 6: Průměrné hodnoty tepelné jímavosti testovaných textilií při nastavení teploty okolí na 15°C, 25°C, 35°C	76
Tabulka 7: Průměrné hodnoty tepelné vodivosti testovaných textilií při nastavení teploty okolí na 15°C, 25°C, 35°C	76
Tabulka 8: Procentuální nárůst jímavosti firemních vzorků po navlhčení.....	77
Tabulka 9: Procentuální nárůst jímavosti definovaných výpletů	79
Tabulka 10: Vyhodnocení průměrných hodnot textilií naměřených přístrojem MMT	84
Tabulka 11: Slovní vyhodnocení měřených vzorků na přístroji MMT	85
Tabulka 12:Tabulka zobrazující hmotnostní přívazky vlhkosti po aplikování syntetického potu na firemní vzorky	10
Tabulka 13:Tabulka zobrazující hmotnostní přívazky vlhkosti po aplikování syntetického potu na definované výplety	11
Tabulka 14: Hodnoty materiálu Nano/Ba naměřené přístrojem C-Therm TCi ...	10
Tabulka 15. Hodnoty materiálu C/Merino naměřené přístrojem C-Therm TCi ..	11
Tabulka 16: Hodnoty materiálu C/Pes naměřené přístrojem C-Therm TCi.....	13
Tabulka 17: Hodnoty materiálu C/Zeb naměřené přístrojem C-Therm TCi	14
Tabulka 18: Hodnoty materiálu C/Cool naměřené přístrojem C-Therm TCi.....	16
Tabulka 19: Hodnoty materiálu Nano/Cool naměřené přístrojem C-Therm TCi	17
Tabulka 20: Hodnoty materiálu Nano/ThermCool naměřené přístrojem C-Therm TCi.....	19
Tabulka 21:Hodnoty materiálu Vyp/chyt naměřené přístrojem C-Therm TCi....	20
Tabulka 22: Hodnoty materiálu Vyp/jednolic naměřené přístrojem C-Therm TCi	22
Tabulka 23: Hodnoty materiálu Vyp/oboulíc naměřené přístrojem C-Therm TCi	23

Tabulka 24: Hodnoty materiálu Vyp/žebro naměřené přístrojem C-Therm TCi	25
Tabulka 25: Hodnoty materiálu Vyp/1p naměřené přístrojem C-Therm TCi	26
Tabulka 26: Hodnoty materiálu Vyp/2p naměřené přístrojem C-Therm TCi	28
Tabulka 27: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku C/PES	30
Tabulka 28: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku C/Merino	30
Tabulka 29: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku C/Zeb	30
Tabulka 30: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku C/Cool	31
Tabulka 31: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Nano/Ba	31
Tabulka 32: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Nano/Cool	31
Tabulka 33: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Nano/ThermCool	32
Tabulka 34: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/jednolic	32
Tabulka 35: Tabulka 21: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/oboulic	32
Tabulka 36: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/žebro	33
Tabulka 37: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/chyt	33
Tabulka 38: : Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/1p	33
Tabulka 39: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/2p	34
Tabulka 40: Hodnoty vzorků od firmy Canard naměřené přístrojem Permetest	35
Tabulka 41: Hodnoty vzorků od firmy NanoTrade naměřené přístrojem Permetest	36
Tabulka 42: Hodnoty naměřené přístrojem Permetest u vzorků vypletených na plochém pletacím stroji	37
Tabulka 43: Hodnoty naměřené přístrojem Permetest u vzorků vypletených na okrouhlém pletacím stroji	38

Seznam grafů

Graf 1: Grafické zobrazení průměrných hodnot tepelné jímavosti firemních textilií za sucha a za vlhka při třech různých teplotách.....	77
Graf 2: Grafické zobrazení průměrných hodnot tepelné jímavosti vypletených textilií za sucha a za vlhka při třech různých teplotách.....	78
Graf 3: Grafické zobrazení průměrných hodnot tepelné vodivosti firemních textilií za sucha a za vlhka při třech různých teplotách.....	80
Graf 4: Grafické zobrazení průměrných hodnot tepelné vodivosti vypletených textilií za sucha a za vlhka při třech různých teplotách.....	80
Graf 5: Doba navlhčení textilií	86
Graf 6: Doba navlhčení vypletených textilií různých vazeb	86
Graf 7: Doba navlhčení vypletené textilie jednou a dvěma přízemi	86
Graf 8: Graf zobrazující savost textilních vzorků	87
Graf 9: Savost vypletených textilií různých vazeb	87
Graf 10: Savost textilie vypletené jednou a dvěma přízemi.....	87
Graf 11: Zobrazení maximálního rádia navlhčení textilií	88
Graf 12: Max. rádius navlhčení textilií vypletených v různých vazbách	88
Graf 13: Max. rádius navlhčení textilií vypletených jednou a dvěma přízemi	88
Graf 14: Graf rychlosti šíření roztoku v textilií	89
Graf 15: Rychlost šíření roztoku u vypletených textilií v různých vazbách.....	89
Graf 16: Rychlost šíření roztoku u vypletených textilií jednou a dvěma přízemi	89
Graf 17: Graf zobrazující schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti v textilií.	90
Graf 18: Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti vypletených textilií v různých vazbách.....	90
Graf 19: Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti textilií vypletených jednou a dvěma přízemi.....	90
Graf 20: Zobrazení porovnání paropropustnosti firemních textilií.....	95
Graf 21: Zobrazení porovnání paropropustnosti vypletených textilií.....	96
Graf 22: Zobrazení porovnání paropropustnosti vypletených textilií na.....	96
Graf 23: Porovnání výparného odporu vypletených textilií	97
Graf 24: Porovnání výparného odporu vypletených textilií	98
Graf 25: Porovnání výparného odporu vypletených textilií	98

Seznam příloh

Příloha č. 1: Složení syntetického potu

Příloha č. 2: Hmotnostní přívažky vlhkosti

Příloha č. 3: Hodnoty naměřené přístrojem C-Therm TCi

Příloha č. 4: Hodnoty naměřené přístrojem MMT

Příloha č. 5: Hodnoty naměřené přístrojem Permetest

Přílohy

Příloha č. 1 – Složení syntetického potu

Složení syntetického potu na 1l:

- 0,5 g monohydrátu L – histidinmonohydrochloridu ($C_6H_9O_2N_3 \cdot HCl \cdot H_2O$)
- 5 g chloridu sodného (NaCl)
- 5 g dodekahydrátu hydrogenfosforečnanu disodného ($Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$)

Příloha č. 2 – Hmotnostní přívažky vlhkosti

Tabulka 12: Tabulka zobrazující hmotnostní přívažky vlhkosti po aplikování syntetického potu na firemní vzorky

	Material	Nano - modre		Nano kosoctverce		Nano cerna		Merino		PES		Zebro - seda		Coolmax - bila	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
podminky: 15 C 60% relativni vlhkosti	hmotnost sucheho vzorku [g/10cm ²]	1,53	1,55	1,46	1,20	1,41	1,43	2,01	1,98	1,51	1,44	1,69	1,64	2,03	2,02
	hmotnost mokreho vzorku ihned po navlhceni [g/10cm ²]	1,74	1,78	1,71	1,42	1,65	1,68	2,22	2,18	1,76	1,68	1,91	1,86	2,26	2,25
	rozdil hmotnosti	0,21	0,22	0,25	0,22	0,23	0,25	0,21	0,20	0,25	0,24	0,22	0,22	0,23	0,23
	Moisture content [%]	13,45	14,41	17,31	18,48	16,50	17,73	10,31	10,32	16,69	16,83	13,27	13,52	11,41	11,44
	hmotnost mokreho vzorku po 5-ti min. [g/10cm ²]	1,72	1,75	1,67	1,40	1,62	1,65	2,19	2,17	1,74	1,66	1,89	1,84	2,23	2,23
	rozdil hmotnosti mokreho vzorku ihned po navlhceni a mokreho vzorku po 5-ti min. [g/10cm ²]	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
	mnozstvi potu na textilii pred vlozenim do pristroje [g/10cm ²]	0,19	0,20	0,22	0,21	0,20	0,23	0,18	0,19	0,23	0,22	0,20	0,20	0,21	0,21
	Moisture content [%]	12,21	12,74	14,97	17,14	14,38	15,84	8,91	9,66	15,23	15,09	12,09	12,29	10,32	10,40
podminky: 25 C 60% relativni vlhkosti	Material	Nano - modre		Nano kosoctverce		Nano cerna		Merino		PES		Zebro - seda		Coolmax - bila	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	hmotnost sucheho vzorku [g/10cm ²]	1,55	1,55	1,45	1,20	1,40	1,41	1,99	1,97	1,52	1,48	1,63	1,69	2,02	2,01
	hmotnost mokreho vzorku ihned po navlhceni [g/10cm ²]	1,79	1,84	1,67	1,40	1,63	1,62	2,18	2,19	1,74	1,71	1,86	1,93	2,23	2,23
	rozdil hmotnosti	0,24	0,29	0,22	0,20	0,23	0,21	0,19	0,22	0,22	0,23	0,22	0,24	0,21	0,21
	Moisture content [%]	15,77	18,49	14,82	16,97	16,49	14,52	9,35	11,07	14,33	15,36	13,65	14,08	10,59	10,59
	hmotnost mokreho vzorku po 5-ti min. [g/10cm ²]	1,77	1,83	1,65	1,37	1,61	1,60	2,163	2,17	1,72	1,68	1,84	1,90	2,22	2,21
	rozdil hmotnosti mokreho vzorku ihned po navlhceni a mokreho vzorku po 5-ti min. [g/10cm ²]	0,025	0,01	0,02	0,025	0,022	0,017	0,012	0,014	0,016	0,037	0,017	0,024	0,012	0,018
mnozstvi potu na textilii pred vlozenim do pristroje [g/10cm ²]	0,22	0,28	0,20	0,18	0,21	0,19	0,17	0,20	0,20	0,19	0,21	0,21	0,20	0,20	
Moisture content [%]	14,16	17,98	13,44	14,88	14,92	13,31	8,75	10,36	13,28	12,87	12,61	12,66	10,00	9,69	

podminky: 35 C 60% relativní vlhkosti	Material	Nano - modre		Nano kosoctverce		Nano cerna		Merino		PES		Zebro - seda		Coolmax - bila	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	hmotnost sucheho vzorku [g/10cm ²]	1,57	1,59	1,45	1,20	1,42	1,44	1,97	2,00	1,51	1,46	1,66	1,72	2,02	2,02
	hmotnost mokreho vzorku ihned po navlhčení [g/10cm ²]	1,80	1,83	1,66	1,41	1,64	1,70	2,19	2,23	1,75	1,71	1,89	1,96	2,24	2,27
	rozdil hmotnosti	0,24	0,24	0,21	0,22	0,21	0,26	0,22	0,23	0,24	0,25	0,22	0,24	0,22	0,25
	Moisture content [%]	15,08	14,85	14,29	18,14	15,06	17,93	11,04	11,46	15,84	16,94	13,46	13,97	10,95	12,25
	hmotnost mokreho vzorku po 5-ti min. [g/10cm ²]	1,78	1,78	1,64	1,40	1,62	1,67	2,18	2,21	1,73	1,69	1,88	1,94	2,22	2,26
	rozdil hmotnosti mokreho vzorku ihned po navlhčení a mokreho vzorku po 5-ti min. [g/10cm ²]	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
	mnozství potu na textilií pred vložením do přístroje [g/10cm ²]	0,22	0,19	0,19	0,20	0,20	0,23	0,20	0,22	0,22	0,23	0,20	0,22	0,20	0,23
	Moisture content [%]	13,74	11,96	12,84	16,72	13,79	16,26	10,23	10,76	14,45	15,37	12,07	12,75	9,91	11,41

Tabulka 13: Tabulka zobrazující hmotnostní přívazky vlhkosti po aplikování syntetického potu na definované výplety

podminky: 25 C 60% relativní vlhkosti	Material	Jednolicni		oboulicni		zebrovana		chytova klicka		2 sdružene prize		1 prize	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	hmotnost sucheho vzorku [g/10cm ²]	1,15	1,07	1,73	1,68	1,69	1,54	1,23	1,24	1,42	1,30	0,7	0,636
	hmotnost mokreho vzorku ihned po navlhčení [g/10cm ²]	1,36	1,28	1,94	1,90	1,89	1,78	1,43	1,44	1,63	1,53	0,918	0,845
	rozdil hmotnosti	0,21	0,22	0,21	0,22	0,20	0,24	0,20	0,20	0,21	0,23	0,22	0,21
	Moisture content [%]	18,38	20,19	12,31	13,06	12,08	15,39	16,65	16,41	14,68	17,37	31,14	32,86
	hmotnost mokreho vzorku po 5-ti min. [g/10cm ²]	1,34	1,26	1,92	1,88	1,87	1,77	1,41	1,41	1,61	1,50	0,899	0,821
	rozdil hmotnosti mokreho vzorku ihned po navlhčení a mokreho vzorku po 5-ti min. [g/10cm ²]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
	mnozství potu na textilií pred vložením do přístroje [g/10cm ²]	0,19	0,20	0,19	0,20	0,18	0,23	0,19	0,17	0,19	0,20	0,20	0,19
	Moisture content [%]	16,81	18,31	11,09	11,64	10,42	14,61	15,27	13,99	12,99	15,60	28,43	29,09

podmínky: 35 C 60% relativní vlhkosti	Material	Jednolicni		oboulicni		zebrovana		chytova klicka		2 sdruzene prize		1 prize	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	hmotnost sucheho vzorku [g/10cm ²]	1,19	1,20	1,64	1,65	1,69	1,72	1,14	1,22	1,46	1,43	0,74	0,70
hmotnost mokreho vzorku ihned po navlhceni [g/10cm ²]	1,41	1,46	1,88	1,87	1,95	1,97	1,39	1,44	1,68	1,68	0,96	0,91	
rozdil hmotnosti	0,22	0,25	0,24	0,22	0,25	0,25	0,25	0,22	0,22	0,25	0,21	0,21	
Moisture content [%]	18,73	21,10	14,39	13,43	14,99	14,29	21,86	18,09	15,07	17,12	28,80	30,24	
hmotnost mokreho vzorku po 5-ti min. [g/10cm ²]	1,39	1,43	1,82	1,84	1,93	1,95	1,37	1,42	1,66	1,65	0,95	0,89	
rozdil hmotnosti mokreho vzorku ihned po navlhceni a mokreho vzorku po 5-ti min. [g/10cm ²]	0,02	0,03	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	
mnozsvi potu na textilii pred vlozenim do pristroje [g/10cm ²]	0,20	0,23	0,18	0,19	0,24	0,22	0,23	0,20	0,20	0,22	0,21	0,19	
Moisture content [%]	16,88	18,94	10,67	11,79	13,93	13,02	20,02	16,20	13,36	15,30	27,59	27,10	

podmínky: 15 C 60% relativní vlhkosti	Material	Jednolicni		oboulicni		zebrovana		chytova klicka		2 sdruzene prize		1 prize	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	hmotnost sucheho vzorku [g/10cm ²]	1,10	1,28	1,56	1,67	1,61	1,62	1,27	1,18	1,41	1,48	0,70	0,70
hmotnost mokreho vzorku ihned po navlhceni [g/10cm ²]	1,32	1,53	1,79	1,92	1,83	1,88	1,52	1,42	1,63	1,70	0,92	0,92	
rozdil hmotnosti	0,22	0,24	0,23	0,25	0,22	0,26	0,24	0,24	0,22	0,22	0,22	0,22	
Moisture content [%]	20,07	19,02	14,98	14,83	13,64	15,72	19,15	19,98	15,28	14,76	30,68	30,90	
hmotnost mokreho vzorku po 5-ti min.	1,29	1,50	1,78	1,90	1,80	1,85	1,49	1,39	1,60	1,68	0,90	0,89	
rozdil hmotnosti mokreho vzorku ihned po navlhceni a mokreho vzorku po 5-ti min. [g/10cm ²]	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	
mnozsvi potu na textilii pred vlozenim do pristroje [g/10cm ²]	0,19	0,22	0,22	0,22	0,19	0,23	0,22	0,21	0,19	0,19	0,19	0,19	
Moisture content [%]	17,70	17,15	14,21	13,40	11,89	14,06	17,19	17,95	13,44	13,07	27,56	26,75	

Příloha č. 3 - Hodnoty naměřené přístrojem C-Therm TCi

Tabulka 14: Hodnoty materiálu Nano/Ba naměřené přístrojem C-Therm TCi

Materiál Nano/Ba				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	124,2651	0,0679	437,3156	0,2779
2	121,9589	0,0672	414,6283	0,2497
3	121,9458	0,0672	402,9441	0,2365
4	132,5921	0,0708	397,5123	0,2307
5	132,6254	0,0708	392,4435	0,2255
6	132,5621	0,0708	417,9431	0,2536
7	130,2038	0,0700	410,3295	0,2447
8	130,6862	0,0701	404,6086	0,2384
9	130,5453	0,0701	399,4643	0,2328
10	132,3215	0,0707	395,0624	0,2282
průměr	128,9706	0,0695	407,2252	0,2418
Rozptyl	17,8196	0,0000	163,0924	0,0002
Směrodatná odchylka	4,2213	0,0014	12,7708	0,0149
Var. koeficient	3,2731	2,0662	3,1360	6,1464
Medián	130,6157	0,0701	403,7764	0,2374
25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	137,8144	0,0726	441,9848	0,2842
2	135,9530	0,0719	446,5666	0,2906
3	137,5580	0,0725	448,1396	0,2929
4	136,7840	0,0722	448,6350	0,2936
5	137,7742	0,0726	447,5760	0,2921
6	138,2931	0,0728	487,4777	0,3471
7	138,0485	0,0727	476,5915	0,3378
8	140,0420	0,0734	466,0308	0,3201
9	139,8869	0,0733	463,0322	0,3153
10	137,6448	0,0725	456,7361	0,3055
průměr	137,9799	0,0727	458,2770	0,3079
Rozptyl	1,3890	0,0000	198,6030	0,0004
Směrodatná odchylka	1,1785	0,0004	14,0927	0,0204
Var. koeficient	0,8541	0,5718	3,0751	6,6351
Medián	137,7943	0,0726	452,6856	0,2996

35°C suchý vzorek			35°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	129,3319	0,0697	534,6716	0,4656
2	124,5877	0,0680	526,1366	0,4428
3	124,6204	0,0681	521,1855	0,4302
4	126,0899	0,0685	517,3084	0,4208
5	126,0562	0,0685	511,9583	0,4083
6	135,8795	0,0719	536,6603	0,4712
7	134,0476	0,0713	531,9009	0,4580
8	135,0104	0,0716	523,4577	0,4359
9	134,5175	0,0714	519,4570	0,4260
10	135,9016	0,0719	515,5519	0,4167
průměr	130,6043	0,0701	523,8288	0,4376
Rozptyl	21,7162	0,0000	63,0866	0,0004
Směrodatná odchylka	4,6601	0,0016	7,9427	0,0203
Var. koeficient	3,5681	2,2846	1,5163	4,6441
Medián	131,6898	0,0705	522,3216	0,4331

Tabulka: Hodnoty materiálu C/Merino naměřené přístrojem C-Therm TCI

Materiál C/Merino				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	111,2954	0,0636	311,0037	0,1574
2	112,9990	0,0642	309,2483	0,1563
3	111,7126	0,0638	307,9857	0,1554
4	113,5172	0,0644	309,1005	0,1562
5	113,5003	0,0644	308,3654	0,1557
6	111,7347	0,0638	344,8226	0,1824
7	110,3673	0,0633	339,7840	0,1784
8	112,3497	0,0640	338,3180	0,1773
9	111,4842	0,0637	337,4245	0,1766
10	111,9426	0,0639	336,2392	0,1757
průměr	112,0903	0,0639	324,2292	0,1671
Rozptyl	0,9176	0,0000	232,6624	0,0001
Směrodatná odchylka	0,9579	0,0003	15,2533	0,0111
Var. koeficient	0,8546	0,4864	4,7045	6,6319
Medián	111,8387	0,0638	323,6214	0,1666

25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	99,8048	0,0600	422,3327	0,2588
2	101,4190	0,0605	399,4810	0,2328
3	102,4602	0,0608	390,4142	0,2234
4	98,8910	0,0597	387,3642	0,2203
5	101,8301	0,0606	385,9703	0,2190
6	114,6766	0,0647	416,7056	0,2521
7	112,8820	0,0642	418,0713	0,2537
8	114,8957	0,0648	418,8812	0,2547
9	115,1238	0,0649	415,5705	0,2508
10	114,2266	0,0646	415,9215	0,2512
průměr	107,6210	0,0625	407,0713	0,2417
Rozptyl	46,6246	0,0000	190,5457	0,0002
Směrodatná odchylka	6,8282	0,0022	13,8038	0,0151
Var. koeficient	6,3447	3,4953	3,3910	6,2376
Medián	107,6711	0,0625	415,7460	0,2510
35°C suchý vzorek			35°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	86,2994	0,0559	523,2867	0,4355
2	87,0828	0,0561	523,0364	0,4349
3	88,0835	0,0564	522,5297	0,4336
4	86,3765	0,0559	520,6432	0,4289
5	86,7418	0,0560	513,9576	0,4129
6	93,2608	0,0580	527,4391	0,4461
7	94,2615	0,0583	525,7216	0,4417
8	93,3116	0,0580	525,8547	0,4420
9	92,8557	0,0578	528,6074	0,4492
10	94,2533	0,0583	522,2615	0,4329
průměr	90,2527	0,0571	523,3338	0,4358
Rozptyl	11,4991	0,0000	15,3760	0,0001
Směrodatná odchylka	3,3910	0,0010	3,9212	0,0097
Var. koeficient	3,7573	1,8032	0,7493	2,2304
Medián	90,4696	0,0571	523,1615	0,4352

Tabulka 15: Hodnoty materiálu C/Pes naměřené přístrojem C-Therm TCi

Materiál C/Pes				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	93,9193	0,0582	284,6986	0,1405
2	91,0882	0,0573	277,2402	0,1361
3	88,6439	0,0566	271,2457	0,1326
4	87,5879	0,0562	267,1260	0,1302
5	89,2655	0,0568	265,5276	0,1293
6	87,2755	0,0562	279,4567	0,1374
7	91,3998	0,0574	262,0385	0,1274
8	89,2947	0,0568	258,4083	0,1254
9	88,5099	0,0565	253,8590	0,1229
10	88,8816	0,0566	251,0391	0,1214
průměr	89,5866	0,0569	267,0640	0,1303
Rozptyl	3,6384	0,0000	111,9312	0,0000
Směrodatná odchylka	1,9075	0,0006	10,5798	0,0060
Var. koeficient	2,1292	1,0188	3,9615	4,5947
Medián	89,0735	0,0567	266,3268	0,1298
25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	87,7451	0,0563	288,1704	0,1426
2	88,4887	0,0565	280,6845	0,1381
3	87,4485	0,0562	277,3022	0,1361
4	89,1820	0,0567	273,5143	0,1339
5	90,1309	0,0570	270,3505	0,1321
6	93,0710	0,0579	293,8707	0,1462
7	92,0969	0,0576	287,7158	0,1424
8	92,8208	0,0578	283,4250	0,1397
9	93,2272	0,0580	281,3228	0,1385
10	93,1757	0,0579	276,9190	0,1359
průměr	90,7387	0,0572	281,3275	0,1385
Rozptyl	5,1393	0,0000	46,6960	0,0000
Směrodatná odchylka	2,2670	0,0007	6,8334	0,0041
Var. koeficient	2,4984	1,2034	2,4290	2,9624
Medián	91,1139	0,0573	281,0037	0,1383

35°C suchý vzorek		35°C vlhký vzorek		
n	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	98,1372	0,0595	351,752679	0,1880
2	94,8626	0,0585	334,9678	0,1747
3	94,8964	0,0585	325,6081	0,1677
4	93,9072	0,0582	314,1798	0,1596
5	95,7183	0,0587	306,2379	0,1542
6	90,4475	0,0571	339,1397	0,1779
7	89,5946	0,0569	323,5821	0,1663
8	88,6399	0,0566	316,5216	0,1613
9	90,4609	0,0571	308,1973	0,1555
10	89,6249	0,0569	302,7646	0,1519
průměr	92,6290	0,0578	322,2952	0,1657
Rozptyl	9,5252	0,0000	226,1930	0,0001
Směrodatná odchylka	3,0863	0,0009	15,0397	0,0110
Var. koeficient	3,3319	1,6346	4,6664	6,6509
Medián	92,1841	0,0576	320,0519	0,1638

Tabulka 16: Hodnoty materiálu C/Zeb naměřené přístrojem C-Therm TCI

Materiál C/Zeb				
15°C suchý vzorek		15°C vlhký vzorek		
n	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	116,3805	0,0653	302,3581	0,1517
2	116,4087	0,0653	289,5499	0,1435
3	116,9386	0,0655	283,0832	0,1395
4	115,0218	0,0649	277,7880	0,1364
5	116,5932	0,0654	271,6506	0,1328
6	111,4634	0,0637	315,9157	0,1608
7	109,8912	0,0632	308,6179	0,1558
8	111,3395	0,0637	304,1263	0,1528
9	110,3436	0,0633	300,4816	0,1504
10	110,9751	0,0635	295,0623	0,1470
průměr	113,5356	0,0644	294,8634	0,1471
Rozptyl	7,8630	0,0000	180,3368	0,0001
Směrodatná odchylka	2,8041	0,0009	13,4290	0,0085
Var. koeficient	2,4698	1,4195	4,5543	5,7632
Medián	113,2426	0,0643	297,7720	0,1487

25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	110,9317	0,0635	401,9680	0,2355
2	109,7861	0,0632	378,8799	0,2121
3	111,7596	0,0638	368,6748	0,2026
4	110,6122	0,0634	359,5825	0,1946
5	112,4953	0,0640	350,6984	0,1872
6	97,1007	0,0592	340,4581	0,1789
7	98,0606	0,0595	335,2409	0,1749
8	95,6507	0,0587	329,6846	0,1707
9	98,6325	0,0596	324,7022	0,1671
10	96,9242	0,0591	318,3384	0,1625
průměr	104,1953	0,0614	350,8228	0,1886
Rozptyl	48,8714	0,0000	633,3038	0,0005
Směrodatná odchylka	6,9908	0,0022	25,1655	0,0217
Var. koeficient	6,7093	3,6049	7,1733	11,5271
Medián	104,2093	0,0614	345,5783	0,1831
35°C suchý vzorek			35°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	109,3199	0,0630	394,7163	0,2278
2	105,2069	0,0617	383,2285	0,2163
3	104,3511	0,0614	375,9600	0,2093
4	105,9480	0,0619	368,5118	0,2025
5	104,5573	0,0615	362,9469	0,1976
6	104,1138	0,0613	430,3261	0,2688
7	104,3062	0,0614	420,4969	0,2566
8	104,9137	0,0616	411,7940	0,2464
9	105,3194	0,0617	407,5980	0,2417
10	106,5238	0,0621	402,5127	0,2361
průměr	105,4560	0,0618	395,8091	0,2303
Rozptyl	2,1839	0,0000	461,8867	0,0005
Směrodatná odchylka	1,4778	0,0005	21,4915	0,0225
Var. koeficient	1,4013	0,7632	5,4298	9,7897
Medián	105,0603	0,0616	398,6145	0,2319

Tabulka 17: Hodnoty materiálu C/Cool naměřené přístrojem C-Therm TCi

Materiál C/Cool				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	95,6324	0,0587	246,9472	0,1193
2	95,1712	0,0586	243,7594	0,1177
3	94,8303	0,0585	240,4610	0,1160
4	95,1002	0,0585	237,1142	0,1143
5	95,1721	0,0586	236,1306	0,1138
6	95,5480	0,0587	254,7880	0,1234
7	93,9505	0,0582	253,7587	0,1229
8	96,7090	0,0590	250,2868	0,1211
9	95,4107	0,0586	246,6965	0,1192
10			246,4593	0,1190
průměr	95,2805	0,0586	245,6402	0,1187
Rozptyl	0,4756	0,0000	36,8163	0,0000
Směrodatná odchylka	0,6897	0,0002	6,0676	0,0031
Var. koeficient	0,7238	0,3627	2,4701	2,6437
Medián	95,1721	0,0586	246,5779	0,1191
25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	93,7572	0,0581	316,9191	0,1615
2	94,0254	0,0582	313,7730	0,1593
3	93,9629	0,0582	310,7497	0,1573
4	93,4421	0,0580	307,5546	0,1551
5	94,0674	0,0582	302,8451	0,1520
6	96,8402	0,0591	324,3656	0,1668
7	96,4132	0,0589	316,7539	0,1614
8	98,4745	0,0596	309,8917	0,1567
9	97,1572	0,0592	310,3109	0,1570
10	99,7846	0,0600	307,1227	0,1548
průměr	95,7925	0,0588	312,0286	0,1582
Rozptyl	4,5589	0,0000	33,9063	0,0000
Směrodatná odchylka	2,1352	0,0007	5,8229	0,0040
Var. koeficient	2,2289	1,1232	1,8661	2,5406
Medián	95,2403	0,0586	310,5303	0,1571

35°C suchý vzorek			35°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	90,6557	0,0572	389,368927	0,2223
2	85,0625	0,0555	374,8662	0,2083
3	85,2197	0,0555	371,0488	0,2048
4	83,9761	0,0552	370,3115	0,2041
5	82,9393	0,0549	366,1817	0,2004
6	91,3281	0,0574	411,2015	0,2457
7	90,3176	0,0571	405,4573	0,2393
8	88,6669	0,0566	402,8365	0,2364
9	90,7611	0,0572	401,2742	0,2347
10	92,0963	0,0576	395,9531	0,2291
průměr	88,1023	0,0564	388,8500	0,2225
Rozptyl	10,6404	0,0000	254,6057	0,0003
Směrodatná odchylka	3,2620	0,0010	15,9564	0,0160
Var. koeficient	3,7025	1,7405	4,1035	7,1744
Medián	89,4922	0,0568	392,6610	0,2257

Tabulka 18: Hodnoty materiálu Nano/Cool naměřené přístrojem C-Therm TCI

Materiál Nano/Cool				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	110,7105	0,0635	343,5051	0,1814
2	111,5904	0,0637	329,9792	0,1710
3	112,4567	0,0640	323,0034	0,1658
4	111,2592	0,0636	315,0794	0,1602
5	112,0176	0,0639	304,9437	0,1534
6	114,7757	0,0648	348,2135	0,1851
7	115,0741	0,0649	338,6446	0,1775
8	114,4441	0,0647	328,9804	0,1702
9	113,4538	0,0643	322,1768	0,1653
10	113,1192	0,0642	315,0960	0,1603
průměr	112,8901	0,0642	326,9622	0,1690
Rozptyl	2,1159	0,0000	168,0333	0,0001
Směrodatná odchylka	1,4546	0,0005	12,9628	0,0096
Var. koeficient	1,2885	0,7375	3,9646	5,6512
Medián	112,7879	0,0641	325,9919	0,1680

25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	118,3864	0,0660	377,9962	0,2112
2	116,0384	0,0652	369,1187	0,2030
3	118,4689	0,0660	358,7205	0,1939
4	116,9608	0,0655	350,9017	0,1873
5	117,5376	0,0657	344,0545	0,1818
6	116,8059	0,0654	374,2877	0,2078
7	117,0386	0,0655	356,5671	0,1921
8	117,7447	0,0658	342,5670	0,1806
9	117,0403	0,0655	338,3525	0,1773
10	117,3868	0,0656	329,8134	0,1708
průměr	117,3408	0,0656	354,2379	0,1906
Rozptyl	0,4878	0,0000	231,3352	0,0002
Směrodatná odchylka	0,6984	0,0002	15,2097	0,0128
Var. koeficient	0,5952	0,3510	4,2936	6,7285
Medián	117,2136	0,0656	353,7344	0,1897
35°C suchý vzorek			35°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	120,2441	0,0666	439,4662	0,2808
2	120,5177	0,0667	423,8264	0,2606
3	119,8106	0,0664	409,9840	0,2443
4	120,5442	0,0667	396,0669	0,2292
5	121,8534	0,0671	386,8627	0,2198
6	125,1168	0,0682	450,9521	0,2969
7	119,9252	0,0665	408,4305	0,2426
8	120,5898	0,0667	390,5893	0,2236
9	120,1488	0,0666	379,4327	0,2126
10	119,9957	0,0665	368,0000	0,2020
průměr	120,8746	0,0668	405,3611	0,2413
Rozptyl	2,3002	0,0000	632,8367	0,0008
Směrodatná odchylka	1,5166	0,0005	25,1562	0,0289
Var. koeficient	1,2547	0,7611	6,2059	11,9606
Medián	120,3809	0,0666	402,2487	0,2359

Tabulka 19: Hodnoty materiálu Nano/ThermCool naměřené přístrojem C-Therm TCi

Materiál Nano/ThermCool				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	80,0212	0,0540	247,0923	0,1194
2	78,1643	0,0535	231,9591	0,1117
3	79,5352	0,0539	228,5415	0,1101
4	80,5848	0,0542	223,0700	0,1074
5	79,3550	0,0538	219,6756	0,1058
6	80,7576	0,0542	254,7684	0,1234
7	79,2721	0,0538	250,5525	0,1212
8	78,0545	0,0534	245,9215	0,1188
9	78,1762	0,0535	243,7429	0,1176
10	80,2702	0,0541	240,3840	0,1159
průměr	79,4191	0,0538	238,5708	0,1151
Rozptyl	0,9258	0,0000	130,4216	0,0000
Směrodatná odchylka	0,9622	0,0003	11,4202	0,0057
Var. koeficient	1,2115	0,5250	4,7869	4,9628
Medián	79,4451	0,0538	242,0634	0,1168
25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	85,4190	0,0556	291,8064	0,1449
2	81,7167	0,0545	286,4699	0,1416
3	81,0595	0,0543	280,8598	0,1382
4	79,4605	0,0538	278,3961	0,1367
5	79,4556	0,0538	268,2121	0,1308
6	79,3063	0,0538	264,1340	0,1286
7	80,3460	0,0541	261,4885	0,1271
8	81,0337	0,0543	258,3050	0,1253
9	80,5299	0,0541	252,3858	0,1222
10	79,1689	0,0537	250,1707	0,1210
průměr	80,7496	0,0542	269,2228	0,1316
Rozptyl	3,1044	0,0000	187,9451	0,0001
Směrodatná odchylka	1,7619	0,0005	13,7093	0,0079
Var. koeficient	2,1820	0,9627	5,0922	5,9713
Medián	80,4380	0,0541	266,1731	0,1297

35°C suchý vzorek			35°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	70,5189	0,0512	379,0644	0,2123
2	71,1425	0,0514	372,2492	0,2059
3	70,6983	0,0513	372,5784	0,2062
4	71,9157	0,0516	365,9913	0,2002
5	72,5918	0,0518	351,5498	0,1879
6	74,6460	0,0524	341,4726	0,1797
7	75,2694	0,0526	330,5316	0,1714
8	73,8257	0,0522	328,3870	0,1698
9	74,0770	0,0523	321,7070	0,1649
10	75,8590	0,0528	315,9126	0,1608
průměr	73,0544	0,0520	347,9444	0,1859
Rozptyl	3,4092	0,0000	494,6715	0,0003
Směrodatná odchylka	1,8464	0,0005	22,2412	0,0181
Var. koeficient	2,5274	1,0208	6,3922	9,7622
Medián	73,2087	0,0520	346,5112	0,1838

Tabulka 20: Hodnoty materiálu Vyp/chyt naměřené přístrojem C-Therm TCi

Materiál Vyp/chyt				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	66,5197	0,0501	203,8697	0,0987
2	67,4488	0,0504	203,4227	0,0985
3	65,2596	0,0497	199,4551	0,0967
4	66,6433	0,0501	198,0937	0,0961
5	66,7363	0,0502	196,8711	0,0956
6	66,4575	0,0501	206,5035	0,0998
7	65,0222	0,0497	205,0465	0,0992
8	65,3347	0,0498	202,5646	0,0981
9	66,2240	0,0500	202,6364	0,0981
10	65,7150	0,0499	199,9066	0,0969
průměr	66,1361	0,0500	201,8370	0,0978
Rozptyl	0,5427	0,0000	8,7964	0,0000
Směrodatná odchylka	0,7367	0,0002	2,9659	0,0013
Var. koeficient	1,1139	0,4163	1,4694	1,3292
Medián	66,3407	0,0501	202,6005	0,0981

25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	82,0610	0,0546	252,4359	0,1222
2	79,2945	0,0538	249,4213	0,1206
3	78,2379	0,0535	246,0172	0,1188
4	78,7397	0,0536	244,4729	0,1180
5	77,7392	0,0533	242,8678	0,1172
6	77,5014	0,0533	206,2809	0,0997
7	77,9310	0,0534	209,2674	0,1011
8	76,1026	0,0529	208,0024	0,1005
9	78,2109	0,0535	208,1886	0,1006
10	76,1746	0,0529	206,6777	0,0999
průměr	78,1993	0,0535	227,3632	0,1099
Rozptyl	2,5672	0,0000	393,8627	0,0001
Směrodatná odchylka	1,6022	0,0005	19,8460	0,0096
Var. koeficient	2,0489	0,8793	8,7288	8,7373
Medián	78,0710	0,0534	226,0676	0,1091
35°C suchý vzorek			35°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	76,3766	0,0529	335,6563	0,1752
2	75,8514	0,0528	328,4098	0,1698
3	76,6465	0,0530	327,9528	0,1695
4	76,0439	0,0528	324,7811	0,1671
5	77,4272	0,0532	321,5156	0,1648
6	73,1838	0,0520	356,8239	0,1923
7	72,7244	0,0519	348,9098	0,1857
8	72,2766	0,0517	344,0514	0,1822
9	74,2317	0,0523	342,0464	0,1802
10	72,9731	0,0519	336,8235	0,1761
průměr	74,7735	0,0525	336,6970	0,1763
Rozptyl	3,2391	0,0000	115,5650	0,0001
Směrodatná odchylka	1,7998	0,0005	10,7501	0,0084
Var. koeficient	2,4069	0,9939	3,1928	4,7482
Medián	75,0415	0,0525	336,2399	0,1757

Tabulka 21: Hodnoty materiálu Vyp/jednolic naměřené přístrojem C-Therm TCi

Materiál Vyp/jednolic				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	81,4348	0,0544	263,0253	0,1279
2	82,2345	0,0547	261,0658	0,1269
3	81,2635	0,0544	253,2878	0,1226
4	81,1227	0,0543	249,3062	0,1205
5	81,2700	0,0544	243,4545	0,1175
6	81,3666	0,0544	268,9875	0,1313
7	82,0022	0,0546	262,0690	0,1274
8	85,3564	0,0556	257,4535	0,1249
9	83,1601	0,0549	254,8871	0,1235
10	83,5718	0,0550	250,3921	0,1211
průměr	82,2783	0,0547	256,3929	0,1244
Rozptyl	1,6928	0,0000	52,3335	0,0000
Směrodatná odchylka	1,3011	0,0004	7,2342	0,0039
Var. koeficient	1,5813	0,7068	2,8215	3,1411
Medián	81,7185	0,0545	256,1703	0,1242
25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	96,2801	0,0589	310,4969	0,1571
2	95,0228	0,0585	300,4510	0,1504
3	96,2287	0,0589	295,4592	0,1472
4	96,4542	0,0590	290,3793	0,1440
5	96,8041	0,0591	286,5678	0,1417
6	93,8335	0,0581	321,1682	0,1645
7	94,6572	0,0584	311,4905	0,1578
8	93,9507	0,0582	308,1858	0,1555
9	94,5455	0,0584	300,3427	0,1503
10	94,2307	0,0583	296,9251	0,1481
průměr	95,2008	0,0586	302,1467	0,1517
Rozptyl	1,1493	0,0000	101,4610	0,0000
Směrodatná odchylka	1,0721	0,0003	10,0728	0,0066
Var. koeficient	1,1261	0,5640	3,3337	4,3817
Medián	94,8400	0,0585	300,3968	0,1504

35°C suchý vzorek			35°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	89,7056	0,0569	357,4315	0,1928
2	91,2531	0,0574	349,7345	0,1864
3	89,5256	0,0568	342,9991	0,1809
4	92,0880	0,0576	335,4907	0,1751
5	91,4130	0,0574	330,0692	0,1710
6	89,6911	0,0569	374,6996	0,2082
7	89,2951	0,0568	364,8812	0,1993
8	88,6300	0,0566	359,3067	0,1944
9	89,5415	0,0568	354,3029	0,1902
10	90,0947	0,0570	345,7958	0,1832
průměr	90,1238	0,0570	351,4711	0,1881
Rozptyl	1,0774	0,0000	164,4753	0,0001
Směrodatná odchylka	1,0380	0,0003	12,8248	0,0106
Var. koeficient	1,1517	0,5527	3,6489	5,6532
Medián	89,6984	0,0569	352,0187	0,1883

Tabulka 22: Hodnoty materiálu Vyp/oboulic naměřené přístrojem C-Therm TCi

Materiál Vyp/oboulic				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	96,9105	0,0591	285,8111	0,1412
2	96,7517	0,0590	282,8824	0,1394
3	99,8909	0,0600	277,4477	0,1362
4	98,6459	0,0596	273,3868	0,1338
5	95,9575	0,0588	271,6198	0,1328
6	92,4168	0,0577	272,0581	0,1330
7	92,4164	0,0577	267,4085	0,1304
8	91,5841	0,0575	261,8238	0,1273
9	93,2897	0,0580	259,0624	0,1258
10	90,8540	0,0572	255,3504	0,1237
průměr	94,8718	0,0585	270,6851	0,1324
Rozptyl	8,9815	0,0000	89,2859	0,0000
Směrodatná odchylka	2,9969	0,0009	9,4491	0,0054
Var. koeficient	3,1589	1,5789	3,4908	4,0881
Medián	94,6236	0,0584	271,8389	0,1329

25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	106,7880	0,0622	333,9622	0,1717
2	106,9462	0,0623	323,7183	0,1685
3	106,2734	0,0620	314,9558	0,1616
4	107,7501	0,0625	309,9484	0,1574
5	106,3033	0,0620	304,5654	0,1538
6	146,1325	0,0756	331,3160	0,1757
7	102,1963	0,0607	328,2392	0,1711
8	102,6470	0,0609	323,4245	0,1683
9	102,8327	0,0609	320,5258	0,1641
10	102,2325	0,0608	319,1540	0,1631
průměr	109,0102	0,0630	320,9810	0,1655
Rozptyl	157,4688	0,0000	77,2509	0,0000
Směrodatná odchylka	12,5487	0,0042	8,7892	0,0065
Var. koeficient	11,5114	6,7366	2,7382	3,9098
Medián	106,2884	0,0620	321,9752	0,1662
35°C suchý vzorek			35°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	98,2230	0,0595	385,9253	0,2189
2	96,3940	0,0589	377,1304	0,2104
3	97,3963	0,0592	375,0820	0,2085
4	99,1902	0,0598	371,7688	0,2055
5	97,6786	0,0593	365,2479	0,1996
6	116,8469	0,0655	400,3594	0,2338
7	102,7031	0,0609	390,2249	0,2232
8	103,3942	0,0611	384,6217	0,2176
9	103,3645	0,0611	378,9662	0,2122
10	103,9999	0,0613	373,2588	0,2068
průměr	101,9190	0,0607	380,2586	0,2136
Rozptyl	32,2121	0,0000	93,9166	0,0001
Směrodatná odchylka	5,6756	0,0018	9,6911	0,0094
Var. koeficient	5,5687	2,9833	2,5485	4,4154
Medián	100,9466	0,0604	378,0483	0,2113

Tabulka 23: Hodnoty materiálu Vyp/žebro naměřené přístrojem C-Therm TCI

Materiál Vyp/žebro				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	93,4126	0,0580	280,5080	0,1380
2	91,6403	0,0575	271,2947	0,1326
3	89,3405	0,0568	270,0170	0,1319
4	88,3937	0,0565	264,9757	0,1290
5	90,7048	0,0572	263,1260	0,1280
6	91,0572	0,0573	274,2648	0,1343
7	91,3061	0,0574	267,7026	0,1306
8	91,7288	0,0575	266,2999	0,1298
9	92,6440	0,0578	261,5563	0,1271
10	91,4483	0,0574	259,1166	0,1258
průměr	91,1676	0,0573	267,8862	0,1307
Rozptyl	1,9115	0,0000	36,6808	0,0000
Směrodatná odchylka	1,3826	0,0004	6,0565	0,0035
Var. koeficient	1,5165	0,7330	2,2608	2,6422
Medián	91,3772	0,0574	267,0013	0,1302
25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	104,6073	0,0615	303,8119	0,1526
2	105,2553	0,0617	302,4912	0,1518
3	104,0943	0,0613	298,3456	0,1491
4	105,5129	0,0618	294,2116	0,1464
5	104,5647	0,0615	291,3799	0,1446
6	113,1098	0,0642	255,2726	0,1237
7	107,1943	0,0623	253,0791	0,1225
8	107,9968	0,0626	252,1704	0,1220
9	106,0572	0,0620	250,5473	0,1212
10	108,4619	0,0627	246,9666	0,1193
průměr	106,6854	0,0622	274,8276	0,1353
Rozptyl	6,5753	0,0000	554,2695	0,0002
Směrodatná odchylka	2,5642	0,0008	23,5429	0,0138
Var. koeficient	2,4035	1,3232	8,5664	10,1811
Medián	105,7851	0,0619	273,3263	0,1342

35°C suchý vzorek			35°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	102,4745	0,0608	396,9438	0,2301
2	102,8889	0,0610	392,5034	0,2255
3	103,4973	0,0612	386,4556	0,2194
4	104,8200	0,0616	379,7866	0,2130
5	103,7704	0,0612	378,0653	0,2113
6	149,3390	0,0767	381,0173	0,2141
7	103,2365	0,0611	368,6000	0,2026
8	102,1842	0,0607	365,0951	0,1994
9	104,0629	0,0613	359,0442	0,1942
10	103,4648	0,0611	353,5979	0,1896
průměr	107,9739	0,0627	376,1109	0,2099
Rozptyl	190,6419	0,0000	182,7012	0,0002
Směrodatná odchylka	13,8073	0,0047	13,5167	0,0126
Var. koeficient	12,7876	7,4842	3,5938	6,0210
Medián	103,4811	0,0611	378,9260	0,2121

Tabulka 24: Hodnoty materiálu Vyp/1p naměřené přístrojem C-Therm TCI

Materiál Vyp/1p				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	92,6622	0,0578	277,1824	0,1360
2	92,8597	0,0578	264,7371	0,1289
3	91,1908	0,0573	255,3059	0,1237
4	93,2154	0,0580	246,6273	0,1191
5	90,8766	0,0572	240,2495	0,1159
6	88,1551	0,0564	274,5609	0,1345
7	87,6164	0,0563	260,7445	0,1267
8	89,3843	0,0568	254,3089	0,1232
9	88,7148	0,0566	245,9196	0,1188
10	87,8640	0,0563	239,6226	0,1155
průměr	90,2539	0,0571	255,9259	0,1242
Rozptyl	4,2824	0,0000	160,1091	0,0000
Směrodatná odchylka	2,0694	0,0006	12,6534	0,0069
Var. koeficient	2,2929	1,1010	4,9442	5,5460
Medián	90,1304	0,0570	254,8074	0,1235

25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	92,4894	0,0577	269,7147	0,1317
2	94,0760	0,0582	260,1297	0,1263
3	94,7016	0,0584	249,9633	0,1209
4	94,8149	0,0584	242,4922	0,1170
5	93,5905	0,0581	235,0833	0,1133
6	94,8463	0,0585	273,0089	0,1336
7	96,1389	0,0589	263,4063	0,1282
8	95,8129	0,0588	251,8043	0,1219
9	93,8449	0,0581	243,8933	0,1177
10	93,9845	0,0582	237,0236	0,1142
průměr	94,4300	0,0583	252,6520	0,1225
Rozptyl	1,0365	0,0000	161,7897	0,0000
Směrodatná odchylka	1,0181	0,0003	12,7197	0,0068
Var. koeficient	1,0781	0,5363	5,0345	5,5606
Medián	94,3888	0,0583	250,8838	0,1214
35°C suchý vzorek			35°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	81,5902	0,0545	289,7800	0,1436
2	80,2568	0,0541	282,8281	0,1394
3	81,1462	0,0543	276,7454	0,1358
4	80,7460	0,0542	271,6636	0,1328
5	80,6663	0,0542	266,2837	0,1298
6	88,7487	0,0566	341,2080	0,1795
7	90,1767	0,0570	330,5900	0,1714
8	89,4267	0,0568	319,1873	0,1631
9	90,2499	0,0571	311,5661	0,1578
10	90,9088	0,0573	306,1702	0,1542
průměr	85,3916	0,0556	299,6022	0,1507
Rozptyl	20,7242	0,0000	605,2104	0,0003
Směrodatná odchylka	4,5524	0,0014	24,6010	0,0162
Var. koeficient	5,3312	2,4489	8,2112	10,7718
Medián	85,1694	0,0555	297,9751	0,1489

Tabulka 25: Hodnoty materiálu Vyp/2p naměřené přístrojem C-Therm TCi

Materiál Vyp/2p				
15°C suchý vzorek			15°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	137,5408	0,0725	279,6649	0,1375
2	137,0337	0,0723	272,3242	0,1332
3	136,6836	0,0722	266,1519	0,1297
4	137,1831	0,0724	262,4880	0,1276
5	136,1806	0,0720	259,5162	0,1260
6	134,0371	0,0713	306,9322	0,1547
7	132,8763	0,0709	304,4362	0,1530
8	132,3786	0,0707	297,3470	0,1484
9	134,3140	0,0714	291,5268	0,1447
10	132,6446	0,0708	287,1794	0,1420
průměr	135,0872	0,0716	282,7567	0,1397
Rozptyl	3,7838	0,0000	270,8865	0,0001
Směrodatná odchylka	1,9452	0,0007	16,4586	0,0099
Var. koeficient	1,4399	0,9472	5,8208	7,1208
Medián	135,2473	0,0717	283,4222	0,1398
25°C suchý vzorek			25°C vlhký vzorek	
n	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jímovost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	122,0719	0,0672	321,4976	0,1648
2	115,0653	0,0649	315,8825	0,1608
3	114,9607	0,0648	310,2497	0,1569
4	116,4712	0,0653	306,6518	0,1545
5	116,3613	0,0653	302,4614	0,1517
6	114,2609	0,0646	330,4957	0,1713
7	113,9665	0,0645	321,1881	0,1645
8	114,3794	0,0647	312,7514	0,1586
9	114,8179	0,0648	308,4505	0,1557
10	115,7290	0,0651	301,9256	0,1514
průměr	115,8084	0,0651	313,1554	0,1590
Rozptyl	5,0065	0,0000	75,5749	0,0000
Směrodatná odchylka	2,2375	0,0007	8,6934	0,0060
Var. koeficient	1,9321	1,1360	2,7761	3,8036
Medián	115,0130	0,0649	311,5005	0,1578

n	35°C suchý vzorek		35°C vlhký vzorek	
	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]	Tepelná jíímavost [Ws ^{1/2} /m ² K]	Tepelná vodivost [W/mK]
1	114,6996	0,0648	398,8955	0,2322
2	114,5775	0,0647	380,0767	0,2132
3	117,8099	0,0658	374,8624	0,2083
4	117,1866	0,0656	366,3666	0,2006
5	117,2146	0,0656	360,9384	0,1958
6	120,4679	0,0667	398,0206	0,2313
7	122,8043	0,0674	389,9687	0,2230
8	123,4470	0,0677	384,2472	0,2173
9	121,5475	0,0670	380,8390	0,2140
10	124,0650	0,0679	375,4140	0,2088
průměr	119,3820	0,0663	380,9629	0,2144
Rozptyl	11,3031	0,0000	138,7278	0,0001
Směrodatná odchylka	3,3620	0,0011	11,7783	0,0114
Var. koeficient	2,8162	1,6828	3,0917	5,2948
Medián	119,1389	0,0662	380,4579	0,2136

Příloha č. 4 – Hodnoty naměřené přístrojem MMT

Tabulka 26: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku C/PES

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení		Schopnost jednosměrného přenosu	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
C/PES 1	5,429	5,616	62,436	55,487	20,000	20,000	3,134	3,052	-28,074	0,322
C/PES 2	5,429	5,335	57,942	56,884	20,000	20,000	4,309	4,386	-28,952	0,404
C/PES 3	3,183	3,276	58,539	59,393	20,000	20,000	4,094	4,077	-19,532	0,421
průměr	4,680	4,742	59,639	57,254	20,000	20,000	3,846	3,838	-25,519	0,382
Rozptyl	1,121	1,088	3,971	2,611	0,000	0,000	0,261	0,325	18,055	0,002
Směrodatná odchylka	1,059	1,043	1,993	1,616	0,000	0,000	0,511	0,570	4,249	0,043
Variační koeficient	0,944	0,959	0,502	0,619	0,000	0,000	1,957	1,754	0,235	23,081
Medián	5,429	5,335	58,539	56,884	20,000	20,000	4,094	4,077	-28,074	0,404
IS	1,198	1,180	2,255	1,829	0,000	0,000	0,578	0,645	4,808	0,049
Horní mez	5,878	5,923	61,894	59,083	20,000	20,000	4,424	4,483	-20,711	0,431
Dolní mez	3,482	3,562	57,384	55,426	20,000	20,000	3,268	3,193	-30,328	0,333

Tabulka 27: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku C/Merino

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
C/Merino 1	3,37	31,746	47,6313	43,3061	5	5	1,4057	0,1594	309,0141	0,4914
C/Merino 2	4,68	33,805	42,7085	25,2628	5	5	1,0273	0,1471	165,7519	0,2821
C/Merino 2	3,182	33,603	43,3362	23,3059	5	5	1,484	0,148	103,5117	0,2075
průměr	3,744	33,051	44,559	30,625	5	5	1,306	0,152	192,759	0,327
Rozptyl	0,444	0,859	4,786	81,044	0	0	0,040	0,000	7403,237	0,014
Směrodatná odchylka	0,666	0,927	2,188	9,002	0	0	0,199	0,006	86,042	0,120
Variační koeficient	17,796	2,804	4,910	29,396	0,000	0,000	15,267	3,695	44,637	36,750
Medián	3,370	33,603	43,336	25,263	5,000	5,000	1,406	0,148	165,752	0,282
IS	0,754	1,049	2,476	10,187	0,000	0,000	0,226	0,006	97,364	0,136
Horní mez	4,498	34,100	47,034	40,812	5,000	5,000	1,531	0,158	290,123	0,463
Dolní mez	2,990	32,003	42,083	20,438	5,000	5,000	1,080	0,145	95,395	0,191

Tabulka 28: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku C/Zeb

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
C/Zeb 1	2,153	6,553	55,865	107,016	25	20	4,3384	3,6627	155,4818	0,7002
C/Zeb 2	3,088	9,266	57,990	122,437	20	20	3,2312	3,9903	159,8577	0,7324
C/Zeb 3	1,872	20,218	8,268	397,957	15	15	2,590	0,4596	399,7559	0,75
průměr	2,371	12,012	40,707	209,137	20	18	3,387	2,704	238,365	0,728
Rozptyl	0,270	34,893	526,918	17866,16	16,667	5,556	0,522	2,537	13026,681	0,000
Směrodatná odchylka	0,520	5,907	22,955	133,664	4,082	2,357	0,722	1,593	114,134	0,021
Variační koeficient	21,924	49,175	56,389	63,912	20,412	12,856	21,325	58,901	47,882	2,834
Medián	2,153	9,266	55,865	122,437	20,000	20,000	3,231	3,663	159,858	0,732
IS	0,588	6,684	25,975	151,253	0,000	0,000	0,817	1,802	129,153	0,023
Horní mez	2,959	18,697	66,683	360,389	20,000	18,333	4,204	4,507	367,518	0,751
Dolní mez	1,783	5,328	14,732	57,884	20,000	18,333	2,569	0,902	109,212	0,704

Tabulka 29: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku C/Cool

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
C/Cool 1	3,276	112,992	37,6322	2,8179	5	5	1,4438	0,0442	-704,8571	0
C/Cool 2	2,527	120	42,9986	0	5	0	1,8423	0	-783,4366	0
C/Cool 3	5,522	80,59	45,4334	2,8575	5	5	0,876	0,157	-630,519	0,25
průměr	3,775	104,527	42,021	1,892	5	3	1,387	0,067	-706,271	0,083
Rozptyl	1,620	294,683	10,621	1,790	0,000	5,556	0,157	0,004	3898,298	0,014
Směrodatná odchylka	1,273	17,166	3,259	1,338	0,000	2,357	0,397	0,066	62,436	0,118
Variační koeficient	33,711	16,423	7,755	70,716	0,000	70,711	28,587	98,563	-8,840	141,42
Medián	3,276	112,992	42,999	2,818	5,000	5,000	1,444	0,044	-704,857	0,000
IS	1,440	19,425	3,688	1,514	0,000	0,000	0,449	0,075	70,652	0,133
Horní mez	5,215	123,953	45,709	3,406	5,000	3,333	1,836	0,142	-635,619	0,217
Dolní mez	2,335	85,102	38,334	0,378	5,000	3,333	0,939	-0,008	-776,923	-0,050

Tabulka 30: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Nano/Ba

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
Nano/Ba 1	2,996	7,301	14,5374	18,8322	20	20	2,5889	1,9114	18,0063	0,176
Nano/Ba 2	3,931	10,764	23,4214	69,0034	20	20	2,0192	1,5261	53,9763	0,3233
Nano/Ba 3	4,774	8,05	29,7637	37,0238	20	25	2,580	2,6939	-34,3062	0,2337
průměr	3,900	8,705	22,574	41,620	20	22	2,396	2,044	12,559	0,244
Rozptyl	0,527	2,213	38,999	430,086	0,000	5,556	0,071	0,236	1313,804	0,004
Směrodatná odchylka	0,726	1,488	6,245	20,739	0,000	2,357	0,267	0,486	36,246	0,061
Variační koeficient	18,619	17,090	27,664	49,829	0,000	10,879	11,123	23,772	288,614	24,803
Medián	3,931	8,050	23,421	37,024	20,000	20,000	2,580	1,911	18,006	0,234
IS	0,822	1,683	7,067	23,467	0,000	0,000	0,302	0,550	41,016	0,069
Horní mez	4,722	10,388	29,641	65,087	20,000	21,667	2,698	2,594	53,575	0,313
Dolní mez	3,079	7,022	15,508	18,152	20,000	21,667	2,094	1,494	-28,457	0,176

Tabulka 31: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Nano/Cool

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
Nano/Cool 1	3,557	4,305	62,2341	74,5087	25	20	3,7655	3,6061	118,148	0,5832
Nano/Cool 2	2,808	6,926	54,2462	95,1237	20	20	3,1399	2,8089	153,4379	0,6132
Nano/Cool 3	3,126	8,453	68,098	70,653	25	20	3,865	3,098	149,2	0,509
průměr	3,164	6,561	61,526	80,095	23	20	3,590	3,171	140,262	0,568
Rozptyl	0,094	2,934	32,229	115,407	5,556	0,000	0,103	0,109	247,507	0,002
Směrodatná odchylka	0,307	1,713	5,677	10,743	2,357	0,000	0,321	0,330	15,732	0,044
Variační koeficient	9,702	26,106	9,227	13,412	10,102	0,000	8,940	10,392	11,216	7,704
Medián	3,126	6,926	62,234	74,509	25,000	20,000	3,766	3,098	149,200	0,583
IS	0,347	1,938	6,424	12,156	0,000	0,000	0,363	0,373	17,803	0,050
Horní mez	3,511	8,500	67,950	92,251	23,333	20,000	3,953	3,544	158,064	0,618
Dolní mez	2,816	4,623	55,102	67,939	23,333	20,000	3,227	2,798	122,459	0,519

Tabulka 32: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Nano/ThermCool

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
Nano/ThermCool 1	3,182	7,02	61,0516	102,5672	20	20	3,6323	3,8727	170,8223	0,7347
Nano/ThermCool 2	3,931	5,896	70,3385	91,324	20	20	3,6997	4,1257	127,9526	0,6736
Nano/ThermCool 3	2,98	7,46	68,008	98,767	20	20	3,566	4,022	143,48776	0,699
průměr	3,364	6,792	66,466	97,553	20	20	3,633	4,007	147,421	0,702
Rozptyl	0,167	0,434	15,563	21,805	0	0	0,003	0,011	314,037	0,001
Směrodatná odchylka	0,409	0,659	3,945	4,670	0	0	0,055	0,104	17,721	0,025
Variační koeficient	12,160	9,696	5,935	4,787	0,000	0,000	1,503	2,592	12,021	3,568
Medián	3,182	7,020	68,008	98,767	20,000	20,000	3,632	4,022	143,488	0,699
IS	0,463	0,745	4,464	5,284	0,000	0,000	0,062	0,118	20,053	0,028
Horní mez	3,827	7,537	70,930	102,837	20,000	20,000	3,694	4,124	167,474	0,731
Dolní mez	2,901	6,047	62,002	92,269	20,000	20,000	3,571	3,889	127,368	0,674

Tabulka 33: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/jednolíc

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
Vyp/jednolíc 1	7,3	11,98	26,8793	63,6738	20	20	1,7988	1,3372	137,9034	0,386
Vyp/jednolíc 2	17,972	15,538	30,7159	80,2676	20	20	1,8391	1,0259	149,4699	0,419
Vyp/jednolíc 3	2,152	2,059	53,8124	56,384	25	20	4,441	4,188	23,8292	0,4609
průměr	9,141	9,859	37,136	66,775	22	20	2,693	2,184	103,734	0,422
Rozptyl	43,407	32,530	141,507	99,880	6	0	1,527	2,025	3214,699	0,001
Směrodatná odchylka	6,588	5,703	11,896	9,994	2	0	1,236	1,423	56,698	0,031
Variační koeficient	0,152	0,175	0,084	0,100	0	0	0,809	0,703	0,018	32,627
Medián	7,300	11,980	30,716	63,674	20,000	20,000	1,839	1,337	137,903	0,419
IS	7,455	6,454	13,461	11,309	0,000	0,000	1,399	1,610	64,159	0,035
Horní mez	16,597	16,313	50,597	78,084	21,667	20,000	4,091	3,794	167,893	0,457
Dolní mez	1,686	3,405	23,675	55,466	21,667	20,000	1,294	0,574	39,575	0,387

Tabulka 34: Tabulka 21: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/oboulic

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
Vyp/oboulic 1	10,203	2,153	26,7634	45,6349	25	25	1,7323	3,1684	416,3586	0,7797
Vyp/oboulic 2	11,045	9,641	31,5865	88,059	20	20	1,2215	1,1807	127,2511	0,4288
Vyp/oboulic 3	21,622	4,868	25,0093	63,7997	15	15	0,624	1,2108	319,9711	0,5781
průměr	14,290	5,554	27,786	65,831	20	20	1,192	1,853	287,860	0,596
Rozptyl	26,997	9,580	7,733	302,031	17	17	0,205	0,865	14446,077	0,021
Směrodatná odchylka	5,196	3,095	2,781	17,379	4	4	0,453	0,930	120,192	0,144
Variační koeficient	0,192	0,323	0,360	0,058	0	0	2,207	1,075	0,008	6,955
Medián	11,045	4,868	26,763	63,800	20,000	20,000	1,222	1,211	319,971	0,578
IS	5,880	3,502	3,147	19,666	0,000	0,000	0,513	1,052	136,007	0,163
Horní mez	20,170	9,056	30,933	85,497	20,000	20,000	1,705	2,906	423,868	0,758
Dolní mez	8,410	2,052	24,640	46,165	20,000	20,000	0,680	0,801	151,853	0,433

Tabulka 35: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/žebro

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
Vyp/žebro 1	16,661	6,552	33,5332	69,6081	20	15	1,0488	1,1497	249,8798	0,5113
Vyp/žebro 2	9,921	1,404	36,7764	49,1006	30	30	3,3068	4,875	331,485	0,7825
Vyp/žebro 3	11,513	1,966	42,2666	62,5022	30	30	3,004	4,0235	233,1155	0,7104
průměr	12,698	3,307	37,525	60,404	27	25	2,453	3,349	271,493	0,668
Rozptyl	8,274	5,317	12,993	72,295	22	50	1,002	2,540	1846,334	0,013
Směrodatná odchylka	2,876	2,306	3,605	8,503	5	7	1,001	1,594	42,969	0,115
Variační koeficient	22,652	69,717	9,606	14,076	17,678	28,284	40,793	47,584	15,827	17,168
Medián	11,513	1,966	36,776	62,502	30,000	30,000	3,004	4,024	249,880	0,710
IS	3,255	2,609	4,079	9,621	0,000	0,000	1,132	1,804	48,623	0,130
Horní mez	15,953	5,917	41,604	70,025	26,667	25,000	3,586	5,153	320,117	0,798
Dolní mez	9,443	0,698	33,447	50,782	26,667	25,000	1,321	1,546	222,870	0,538

Tabulka 36: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/chyt

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
Vyp/chyt 1	4,305	8,798	38,7369	79,8315	20	20	2,4053	2,5724	123,2734	0,5175
Vyp/chyt 2	7,956	11,607	31,9226	82,9802	15	20	1,2576	1,6548	239,758	0,5792
Vyp/chyt 3	4,071	4,539	61,287	69,979	20	25	3,520	3,553	27,3463	0,4653
průměr	5,444	8,315	43,982	77,597	18	22	2,394	2,593	130,126	0,521
Rozptyl	3,164	8,443	157,468	30,669	6	6	0,853	0,601	7543,267	0,002
Směrodatná odchylka	1,779	2,906	12,549	5,538	2	2	0,924	0,775	86,852	0,047
Variační koeficient	32,675	34,946	28,531	7,137	12,856	10,879	38,580	29,887	66,745	8,941
Medián	4,305	8,798	38,737	79,832	20,000	20,000	2,405	2,572	123,273	0,518
IS	2,013	3,288	14,200	6,267	0,000	0,000	1,045	0,877	98,280	0,053
Horní mez	7,457	11,603	58,182	83,864	18,333	21,667	3,440	3,470	228,406	0,573
Dolní mez	3,431	5,027	29,782	71,330	18,333	21,667	1,349	1,716	31,845	0,468

Tabulka 37: : Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/1p

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
Vyp/1p 1	34,554	7,113	21,9973	73,9184	15	15	0,8493	0,8834	515,4957	0,6776
Vyp/1p 2	20,686	7,956	27,4652	61,3725	30	30	1,5436	1,47	328,0396	0,6019
Vyp/1p 3	27,752	5,85	22,9348	32,803	25	25	0,950	1,3957	441,7855	0,5963
průměr	27,664	6,973	24,132	56,031	23	23	1,114	1,250	428,440	0,625
Rozptyl	32,057	0,749	5,700	296,010	39	39	0,094	0,068	5945,679	0,001
Směrodatná odchylka	5,662	0,865	2,387	17,205	6	6	0,306	0,261	77,108	0,037
Variační koeficient	20,467	12,411	9,893	30,706	26,726	26,726	27,491	20,868	17,997	5,930
Medián	27,752	7,113	22,935	61,373	25,000	25,000	0,950	1,396	441,786	0,602
IS	6,407	0,979	2,702	19,469	0,000	0,000	0,347	0,295	87,255	0,042
Horní mez	34,071	7,952	26,834	75,500	23,333	23,333	1,461	1,545	515,695	0,667
Dolní mez	21,257	5,994	21,431	36,562	23,333	23,333	0,768	0,955	341,186	0,583

Tabulka 38: Hodnoty naměřené přístrojem MMT u vzorku Vyp/2p

	Doba navlhčení (s)		Savost (%/sec)		Max. rádius navlhčení (mm)		Rychlost šíření navlhčení (mm/s)		Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti	OMMC
	rub	líc	rub	líc	rub	líc	rub	líc		
Vyp/2p 1	38,844	5,148	26,7474	67,0809	10	10	0,9631	1,5248	928,7869	0,6606
Vyp/2p 2	29,031	7,581	12,1341	79,5455	15	15	1,4962	1,2231	697,4288	0,6932
Vyp/2p 3	14,508	6,926	26,6372	48,1491	30	30	2,046	1,9833	278,4597	0,5779
průměr	27,461	6,552	21,840	64,925	18	18	1,502	1,577	634,892	0,644
Rozptyl	99,939	1,057	47,100	166,613	72	72	0,195	0,098	72443,016	0,002
Směrodatná odchylka	9,997	1,028	6,863	12,908	8	8	0,442	0,313	269,152	0,049
Variační koeficient	36,404	15,690	31,424	19,881	46,355	46,355	29,435	19,818	42,393	7,537
Medián	29,031	6,926	26,637	67,081	15,000	15,000	1,496	1,525	697,429	0,661
IS	41,194	17,754	35,559	22,497	0,000	0,000	0,500	0,354	47,972	8,529
Horní mez	141,134	18,811	82,659	189,110	72,222	72,222	0,696	0,451	72490,988	8,531
Dolní mez	58,745	-16,698	11,541	144,115	72,222	72,222	-0,305	-0,256	72395,044	-8,526

Příloha č. 5 – Hodnoty naměřené přístrojem Permetest

Tabulka 39: Hodnoty vzorků od firmy Canard naměřené přístrojem Permetest

Vzorky	počet měření	Relativní paropropustnost suchých vzorků[%]	Relativní paropropustnost navlhčených vzorků [%]	Výparný odpor suchých vzorků [Pa m ² W ⁻¹]	Výparný odpor navlhčených vzorků [Pa m ² W ⁻¹]
C/PES	1	74,3	86,4	2,3	1
	2	76,2	86,8	2,1	1
	3	75,8	84,5	2,1	1,2
	4	75,3	86,1	2,1	1,2
	5	74,9	85,7	2,2	1,2
průměr		75,3	85,9	2,16	1,12
procentuelní nárůst/pokles		14,07702523		-48,14814815	
Rozptyl		0,444	0,620	0,006	0,010
Směrodatná odchylka		0,666	0,787	0,080	0,098
Variační koeficient		0,885	0,917	3,704	8,748
Medián		75,300	86,100	2,100	1,200
95% IS		0,584	0,690	0,070	0,086
Horní mez		75,884	86,590	2,230	1,206
Dolní mez		74,716	85,210	2,090	1,034
C/Merino	1	62,9	72,7	3,9	2,5
	2	63,3	71,1	3,9	2,6
	3	63,8	72,7	3,6	2,6
	4	66,2	72,2	3,5	2,4
	5	64,3	71,8	3,7	2,5
průměr		64,1	72,1	3,72	2,52
procentuelní nárůst/pokles		12,48049922		-32,25806452	
Rozptyl		1,324	0,364	0,026	0,006
Směrodatná odchylka		1,151	0,603	0,160	0,075
Variační koeficient		1,795	0,837	4,301	2,970
Medián		63,800	72,200	3,700	2,500
95% IS		1,009	0,529	0,140	0,066
Horní mez		65,109	72,629	3,860	2,586
Dolní mez		63,091	71,571	3,580	2,454
C/Zeb	1	68,2	74,7	3,1	2,3
	2	66,9	75,9	3,2	2,3
	3	67	74,8	3,2	2,2
	4	67,8	73,7	3,2	2,4
	5	66,9	74,3	3,1	2,4
průměr		67,36	74,68	3,16	2,32
procentuelní nárůst/pokles		10,86698337		-26,58227848	
Rozptyl		0,290	0,522	0,002	0,006
Směrodatná odchylka		0,539	0,722	0,049	0,075
Variační koeficient		0,800	0,967	1,550	3,226
Medián		67,000	74,700	3,200	2,300
95% IS		0,472	0,633	0,043	0,066
Horní mez		67,832	75,313	3,203	2,386
Dolní mez		66,888	74,047	3,117	2,254
C/Cool	1	66,9	72	3,3	2,5
	2	65,2	71,2	3,5	2,6
	3	66,2	71,6	3,3	2,6
	4	66,4	71,9	3,3	2,5
	5	65,8	71,4	3,4	2,5
průměr		66,1	71,62	3,36	2,54
procentuelní nárůst/pokles		8,350983359		-24,4047619	
Rozptyl		0,328	0,090	0,006	0,002
Směrodatná odchylka		0,573	0,299	0,080	0,049
Variační koeficient		0,866	0,418	2,381	1,929
Medián		66,200	71,600	3,300	2,500
95% IS		0,502	0,262	0,070	0,043
Horní mez		66,602	71,882	3,430	2,583
Dolní mez		65,598	71,358	3,290	2,497

Tabulka 40: Hodnoty vzorků od firmy NanoTrade naměřené přístrojem Permetest

Nano/Ba	1	78,9	86,1	1,9	1,1
	2	78	86,1	1,9	1,1
	3	77,3	85,5	2	1,1
	4	79,8	86,4	2	1,1
	5	79,5	85,5	2	1,2
průměr		78,7	85,92	1,96	1,12
procentuelní nárůst/pokles		9,17407878		-42,85714286	
Rozptyl		0,868	0,130	0,002	0,002
Směrodatná odchylka		0,932	0,360	0,049	0,040
Variační koeficient		1,184	0,419	2,499	3,571
Medián		78,900	86,100	2,000	1,100
95% IS		0,817	0,316	0,043	0,035
Horní mez		79,517	86,236	2,003	1,155
Dolní mez		77,883	85,604	1,917	1,085
Nano/Cool	1	78,4	92,4	1,8	0,5
	2	77,7	96,3	1,9	0,4
	3	78,9	95,6	1,9	0,3
	4	78,5	95,4	1,8	0,4
	5	78,1	94,8	1,8	0,4
průměr		78,32	94,9	1,84	0,4
procentuelní nárůst/pokles		21,16956078		-78,26086957	
Rozptyl		0,162	1,792	0,002	0,004
Směrodatná odchylka		0,402	1,339	0,049	0,063
Variační koeficient		0,513	1,411	2,662	15,811
Medián		78,400	95,400	1,800	0,400
95% IS		0,352	1,173	0,043	0,055
Horní mez		78,672	96,073	1,883	0,455
Dolní mez		77,968	93,727	1,797	0,345
Nano/ThermCool	1	71,8	77,2	2,6	2
	2	70,6	76,3	2,9	2,3
	3	70,5	79,6	2,7	1,8
	4	69,7	78,9	2,8	2,1
	5	69,7	78,6	2,8	2,1
průměr		70,46	78,12	2,76	2,06
procentuelní nárůst/pokles		10,87141641		-25,36231884	
Rozptyl		0,594	1,438	0,010	0,026
Směrodatná odchylka		0,771	1,199	0,102	0,162
Variační koeficient		1,094	1,535	3,695	7,887
Medián		70,500	78,600	2,800	2,100
95% IS		0,676	1,051	0,089	0,142
Horní mez		71,136	79,171	2,849	2,202
Dolní mez		69,784	77,069	2,671	1,918

Tabulka 41: Hodnoty naměřené přístrojem Permetest u vzorků vypletených na plochém pletacím stroji

Vzorky	počet měření	Relativní paropropustnost[%]	Relativní paropropustnost navlhčených vzorků [%]	Výparný odpor suchých vzorků [Pa m ² W ⁻¹]	Výparný odpor navlhčených vzorků [Pa m ² W ⁻¹]
Vyp/jednolic	1	77,1	85,5	2	1,1
	2	77,3	85,3	1,9	1,1
	3	76,1	85,4	2,1	1,1
	4	76,8	85,4	2	1
	5	76,4	85,2	2,1	1,1
průměr		76,74	85,36	2,02	1,08
procentuelní nárůst/pokles		11,23273391		-46,53465347	
Rozptyl		0,1944	0,0104	0,0056	0,0016
Směrodatná odchylka		0,441	0,102	0,075	0,040
Variační koeficient		0,575	0,119	3,705	3,704
Medián		76,800	85,400	2,000	1,100
95% IS		0,386	0,089	0,066	0,035
Horní mez		77,126	85,449	2,086	1,115
Dolní mez		76,354	85,271	1,954	1,045
Vyp/oboulic	1	67,5	78	3,2	1,8
	2	67,5	79,6	3,2	1,7
	3	68,6	79,9	3	1,7
	4	68,2	79,1	3,1	1,7
	5	68,1	79,5	3,1	1,7
průměr		67,98	79,22	3,12	1,72
procentuelní nárůst/pokles		16,53427479		-44,87179487	
Rozptyl		0,182	0,438	0,006	0,002
Směrodatná odchylka		0,426	0,662	0,075	0,040
Variační koeficient		0,627	0,835	2,398	2,326
Medián		68,100	79,500	3,100	1,700
95% IS		0,374	0,580	0,066	0,035
Horní mez		68,354	79,800	3,186	1,755
Dolní mez		67,606	78,640	3,054	1,685
Vyp/žebro	1	69,4	79,6	2,9	1,6
	2	70,6	79,1	2,7	1,7
	3	69,4	79,4	2,9	1,7
	4	69,8	79,5	2,8	1,7
	5	69,8	79,6	2,8	1,6
průměr		69,8	79,44	2,82	1,66
procentuelní nárůst/pokles		13,81088825		-41,13475177	
Rozptyl		0,192	0,0344	0,0056	0,0024
Směrodatná odchylka		0,438	0,185	0,075	0,049
Variační koeficient		0,628	0,233	2,654	2,951
Medián		69,800	79,500	2,800	1,700
95% IS		0,384	0,163	0,066	0,043
Horní mez		70,184	79,603	2,886	1,703
Dolní mez		69,416	79,277	2,754	1,617
Vyp/chyt	1	70,9	81,8	2,7	1,5
	2	71	81,2	2,7	1,5
	3	73	81	2,5	1,5
	4	71,3	81,5	2,7	1,5
	5	71,8	81,9	2,7	1,4
průměr		71,6	81,48	2,66	1,48
procentuelní nárůst/pokles		13,79888268		-44,36090226	
Rozptyl		0,59	0,12	0,01	0,00
Směrodatná odchylka		0,77	0,34	0,08	0,04
Variační koeficient		1,07	0,42	3,01	2,70
Medián		71,30	81,50	2,70	1,50
95% IS		0,67	0,30	0,07	0,04
Horní mez		72,27	81,78	2,73	1,52
Dolní mez		70,93	81,18	2,59	1,44

Tabulka 42: Hodnoty naměřené přístrojem Permetest u vzorků vypletených na okrouhlém pletacím stroji

Vzorky	počet měření	Relativní paropropustnost[%]	Relativní paropropustnost navlhčených vzorků [%]	Výparný odpor suchých vzorků [Pa m ² W ⁻¹]	Výparný odpor navlhčených vzorků [Pa m ² W ⁻¹]
Vyp/1p	1	80,2	89,9	1,6	0,8
	2	79	89,6	1,7	0,8
	3	79	88,7	1,7	0,9
	4	79,8	89	1,6	0,8
	5	79,2	89,5	1,7	0,8
průměr		79,44	89,34	1,66	0,82
procentuelní nárůst/pokles		12,46223565		-50,60240964	
Rozptyl		0,230	0,186	0,002	0,002
Směrodatná odchylka		0,480	0,432	0,049	0,040
Variační koeficient		0,604	0,483	2,951	4,878
Medián		79,200	89,500	1,700	0,800
95% IS		0,421	0,378	0,043	0,035
Horní mez		79,861	89,718	1,703	0,855
Dolní mez		79,019	88,962	1,617	0,785
Vyp/2p	1	73,8	88,1	2,3	0,9
	2	75	87,6	2,2	0,9
	3	74,2	88,9	2,2	0,9
	4	73,9	87,9	2,3	0,9
	5	74,2	88,4	2,2	0,8
průměr		74,22	88,18	2,24	0,88
procentuelní nárůst/pokles		18,80894638		-60,71428571	
Rozptyl		0,178	0,198	0,002	0,002
Směrodatná odchylka		0,421	0,445	0,049	0,040
Variační koeficient		0,568	0,504	2,187	4,545
Medián		74,200	88,100	2,200	0,900
95% IS		0,369	0,390	0,043	0,035
Horní mez		74,589	88,570	2,283	0,915
Dolní mez		73,851	87,790	2,197	0,845