

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

**VLIV TECHNOLOGIE SUBLIMAČNÍHO TISKU NA VYBRANÉ
VLASTNOSTI PLETENIN PRO VOLNOČASOVÉ ODĚVY**

**INFLUENCE OF SUBLIMATION PRINTING TECHNOLOGY
ON SELECTED PROPERTIES OF KNITTED FABRICS
FOR FREE-TIME CLOTHING**

LIBEREC 2013

PETRA SÝKOROVÁ

Zadání diplomové práce

Název tématu: Vliv technologie sublimačního tisku na vybrané vlastnosti pletenin pro volnočasové oděvy

Jméno a příjmení: Bc. Petra Sýkorová

Studijní program: N3106 Textilní inženýrství

Studijní obor: Textilní a oděvní technologie

Zadávající katedra: Katedra oděvnictví

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jana Drašarová, Ph.D.

Zásady pro vypracování:

1. Shrňte požadavky kladené na oděvní komfort pletenin, které jsou používány pro termoizolační vrstvu oděvů pro volný čas.
2. Vytipujte klíčové faktory, které ovlivňují propustnost pleteniny při finálních úpravách v technologii sublimačního tisku.
3. Zhodnoťte, jaký mají vybrané faktory reálný vliv na vybrané uživatelské vlastnosti (navrhněte a proved'te experiment).
4. Navrhněte případné využití zjištěných skutečností pro zvýšení komfortu daného typu oděvu.

Seznam odborné literatury:

1. HES, Luboš a Petr SLUKA. *Úvod do komfortu textilií*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005, 109 s. ISBN 80-708-3926-0.
2. RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. *Oděvní materiály*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003, 221 s. ISBN 80-7083-682-2.
3. DELLJOVÁ, Roza Andrejevna, Rallema Fjodorovna AFANASJEVOVÁ a Zora Stěpanovna ČUBAROVOVÁ. *Hygiena odívání*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1984, 144 s. 04-844-84.
4. MILES, Leslie W. C. (Ed.) *Textile printing*. 2. vyd. Bradford: Society of Dyers and Colourists, 2003, 339 s. ISBN 09-019-5679-1.

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 vedoucí diplomové práce.

V Liberci, dne 20. 5. 2013

Podpis:

Poděkování

Děkuji vedoucí diplomové práce Ing. Janě Drašarové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a věnovaný čas. Děkuji také firmě Direct Alpine s.r.o. za spolupráci, vstřícný přístup, konzultace a poskytnutí materiálů pro experimentální a praktickou část práce. Mé poděkování patří katedře oděvnictví, katedře designu, katedře materiálového inženýrství a katedře hodnocení textilií za poskytnuté rady a možnost využití laboratorní techniky.

Konečně děkuji svým rodičům a přátelům za psychickou a materiální podporu, kterou mi poskytovali po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá vlivem technologie sublimačního tisku na vybrané termofyziologické vlastnosti pletenin určených pro výrobu tepelně-izolační vrstvy sportovního volnočasového oděvu. Rešeršní část diplomové práce je věnována oděvnímu komfortu, termoregulaci organismu a mechanismům pro udržování stálé tělesné teploty. Shrnuje parametry a strukturu textilie, která je vhodná pro výrobu tepelně-izolační vrstvy oděvu a poznatky o sublimačním tisku. Vlastní experiment se zabývá zjištěním rozdílů ve vlastnostech textilie (tloušťka, prodyšnost, termofyzikální parametry) před úpravou pleteniny a po úpravě pleteniny pomocí sublimačního tisku. Praktická část diplomové práce se zabývá návrhem potisku na konkrétní výrobek s využitím zjištěných změn ve vlastnostech zkoumané textilie. Návrh vzoru si klade za cíl zatraktivnit výrobek pro zákazníka. Potištění částí výrobku podle zón produkce potu má za úkol zvýšit psychologický a termofyziologický oděvní komfort.

Abstract

This thesis deals with the influence of sublimation printing technology on selected thermo-physiological properties of knitted fabrics intended for the production of thermal insulating layer of sport free-time clothing. The first part of the thesis is devoted to clothing comfort, thermoregulation and mechanisms to maintain a constant body temperature. It summarizes characteristics and structure of the fabric, which is suitable for producing thermal-insulating layer of clothing and it summarizes knowledge in sublimation printing. The experiment deals with the finding of differences in the properties of textile material (thickness of fabric, air permeability, thermo-physical parameters) before and after the treatment of knitted fabric by sublimation printing technology. The practical part of the thesis deals with the design of printing on a specific product using the observed changes in the properties of the investigated fabric. Design of the pattern aims to become the product more attractive to the customer. Printing of some parts of the product according to sweating zones aims to increase psychological and thermo-physiological clothing comfort.

Klíčová slova

oděvní komfort

pletenina

prodyšnost

přenosový sublimační tisk

tepelná izolace

termoregulace

volnočasový (outdoorový) oděv

Key words

clothing comfort

knitted fabric

air permeability

transfer sublimation printing

thermal insulation

thermoregulation

free-time (outdoor) clothing

Obsah

Úvod	11
<i>Rešeršní část</i>	13
1. Fyziologie odívání	13
1.1 Fyziologie a hygiena odívání.....	13
1.2 Oděv.....	14
2. Oděvní komfort	15
2.1 Termofyziologický oděvní komfort.....	15
2.1.1 Pocity tepla.....	16
2.1.2 Pocity chladu.....	17
2.2 Psychologický oděvní komfort.....	17
2.3 Senzorický oděvní komfort.....	19
2.4 Patofyziologický oděvní komfort.....	19
2.5 Ergonomický oděvní komfort.....	20
3. Vrstvení oděvu	21
3.1 Tepelně-izolační vrstva.....	22
4. Termoregulace organismu	25
4.1 Tělesná teplota.....	25
4.2 Termoregulační systém.....	25
4.2.1 Chemická tepelná regulace.....	26
4.2.2 Fyzikální tepelná regulace.....	26
4.2.2.1 Přenos tepla vedením.....	28
4.2.2.2 Přenos tepla prouděním.....	29
4.2.2.3 Přenos tepla sáláním.....	30
4.2.2.4 Přenos tepla odpařováním.....	31
4.2.2.5 Přenos tepla dýcháním.....	32
4.2.3 Tepelná rovnováha.....	32
4.3 Transport vlhkosti.....	33
4.4 Rozdíly v produkci potu na různých částech těla.....	33
5. Propustnosti	36
5.1 Propustnost vzduchu.....	36
5.2 Propustnost tepla.....	37
6. Přenosový tisk	38
6.1 Výhody a nevýhody přenosového tisku.....	38
6.2 Mokrý postupy.....	39
6.3 Suché postupy.....	39
6.3.1 Sublimační přenosový tisk.....	39
6.3.1.1 Přenosový nosič.....	40
6.3.1.2 Disperzní barviva.....	40
6.3.1.3 Metody tisku na přenosový papír.....	41
6.3.1.4 Podmínky přenosu.....	41
6.3.1.5 Strojní zařízení pro přenos.....	43

<i>Experimentální část</i>	45
7. Experiment	45
7.1 Charakteristika použitých vzorků	45
7.2 Úprava vzorků pletenin potištěním	46
7.3 Provedená měření.....	49
7.4 Základní parametry	51
7.4.1 Ověření materiálového složení	51
7.4.2 Hustota pleteniny	53
7.4.3 Plošná hmotnost textilie	53
7.4.4 Tloušťka textilie	54
7.5 Vliv technologie sublimačního tisku	55
7.5.1 Vliv technologie sublimačního tisku na tloušťku textilie.....	55
7.5.2 Vliv technologie sublimačního tisku na prodyšnost textilie	56
7.5.3 Vliv technologie sublimačního tisku na termofyzikální parametry textilie	61
7.5.3.1 Měrná tepelná vodivost	63
7.5.3.2 Plošný odpor vedení tepla	64
7.5.3.3 Měrná teplotní vodivost	64
7.5.3.4 Tepelná jímavost.....	65
7.5.3.5 Tepelný tok	66
7.6 Vliv podmínek technologie sublimačního tisku	67
7.6.1 Vliv podmínek technologie sublimačního tisku na tloušťku textilie	67
7.6.2 Vliv podmínek technologie sublimačního tisku na prodyšnost textilie	69
7.6.3 Vliv podmínek technologie sublimačního tisku na termofyzikální parametry textilie.....	70
7.6.3.1 Měrná tepelná vodivost	71
7.6.3.2 Plošný odpor vedení tepla	72
7.6.3.3 Měrná teplotní vodivost	73
7.6.3.4 Tepelná jímavost.....	74
7.6.3.5 Tepelný tok	75
7.7 Souhrn poznatků	76
 <i>Praktická část</i>	 78
8. Návrh oděvu s využitím zjištěných změn	78
8.1 Inspirace pro vzor.....	79
8.2 Výtvarný návrh – základní motiv.....	79
8.3 Vyznačení zón produkce potu	80
8.4 Návrh vzoru potisku dle zón produkce potu.....	80
 Závěr	 82
Seznam použité literatury	84
Seznam příloh	86
PŘÍLOHA A.....	87
PŘÍLOHA B.....	90
PŘÍLOHA C.....	101
PŘÍLOHA D.....	110

Seznam symbolů a zkratek

a	$[\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$	měrná teplotní vodivost
A	$[\text{cm}^2]$	zkoušená plocha textilie
b	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{K}^{-1}]$	tepelná jímavost
h	$[\text{mm}]$	tloušťka
h_{svo}	$[\text{m}]$	tloušťka soustavy vrstev oděvu
H_c	$[\text{oč} \cdot \text{m}^{-2}]$	celková hustota pleteniny
H_s	$[\text{sl} \cdot \text{m}^{-1}]$	hustota sloupků v pletenině
H_r	$[\text{ř} \cdot \text{m}^{-1}]$	hustota řádků v pletenině
m	$[\text{g} \cdot \text{m}^{-2}]$	plošná hmotnost
m_k	$[\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Pa}^{-1}]$	permeabilita kůže
p_k	$[\text{Pa}]$	tlak páry při určité teplotě kůže v mezivrstvě
p_o	$[\text{Pa}]$	tlak okolního vzduchu
q	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$	tepelný tok
q_v	$[\text{l} \cdot \text{min}^{-1}]$	objem vzduchu
Q	$[\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$	celkové množství tepla
Q_{od}	$[\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$	množství tepla – tepelné ztráty v důsledku odpařování difúzní vlhkosti z povrchu pokožky
Q_{odc}	$[\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$	množství tepla – tepelné ztráty v důsledku odpařování vlhkosti z horních cest dýchacích
Q_{op}	$[\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$	množství tepla – tepelné ztráty odpařováním potu
Q_{ov}	$[\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$	množství tepla – tepelné ztráty na ohřev vydechaného vzduchu
Q_{pr}	$[\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$	množství tepla – tepelné ztráty prouděním
Q_s	$[\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$	množství tepla – tepelné ztráty sáláním
Q_{ved}	$[\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$	množství tepla – tepelné ztráty vedením
Q_{it}	$[\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$	množství tepla – tvorba tepla v organismu
Q_{tz}	$[\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$	množství tepla – vnější tepelné zatížení
r	$[\text{K} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}]$	plošný odpor vedení tepla
R	$[\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}]$	prodyšnost
S	$[\text{m}^2]$	plocha
S_p	$[\text{m}^2]$	povrch těla

t	[s]	čas
T_o	[K]	teplota povrchu těla – oděvu
T_v	[K]	teplota vzduchu
T_1	[K]	teplota vnitřní strany první oděvní vrstvy
T_2	[K]	teplota vnější (studené) strany poslední vrstvy oděvu
W_{ex}	[kg]	množství vodních par vdechovaných
W_a	[kg]	množství vodních par vydechovaných
α_{pr}	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	součinitel přestupu tepla
α_s	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	součinitel sálání
Δi	[J]	měrné výparné skupenské teplo
ΔQ	[J·s ⁻¹]	změna tepelného stavu organismu proti stavu tepelné pohody – deficit tepla
λ	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	součinitel tepelné vodivosti (měrná tepelná vodivost)
ϑ	[°C]	teplota
ϑ_k	[°C]	teplota kůže
ϑ_o	[°C]	teplota okolního prostředí
<i>FP</i>		fialová pletenina
<i>FP – L</i>		fialová pletenina – lisovaná
<i>FP – N</i>		fialová pletenina – nepotištěná
<i>FP – P</i>		fialová pletenina – potištěná
<i>L</i>		lisovaná pletenina
<i>L – líc</i>		lisovaná pletenina z lícové strany
<i>L – rub</i>		lisovaná pletenina z rubové strany
<i>N</i>		nepotištěná pletenina
<i>N – líc</i>		nepotištěná pletenina z lícové strany
<i>N – rub</i>		nepotištěná pletenina z rubové strany
<i>P</i>		potištěná pletenina
<i>P – líc</i>		potištěná pletenina z lícové strany
<i>P – rub</i>		potištěná pletenina z rubové strany
<i>SP</i>		šedá pletenina
<i>SP – L</i>		šedá pletenina – lisovaná
<i>SP – N</i>		šedá pletenina – nepotištěná
<i>SP – P</i>		šedá pletenina – potištěná

Úvod

Diplomová práce řeší problém inspirovaný firmou, kdy byl vznesen požadavek prozkoumat, zda a jak finální úprava určitého typu materiálu ovlivní termofyziologické vlastnosti oděvu. Konkrétním typem oděvu je mikina (tepelně-izolační vrstva oděvu), konkrétní finální úpravou je sublimační tisk. Diplomová práce je vypracována ve spolupráci s firmou Direct Alpine s.r.o., která se zabývá výrobou sportovních volnočasových (outdoorových) oděvů. Direct Alpine s.r.o. poskytla pro potřeby experimentální části diplomové práce vzorky pletenin, které jsou určeny pro výrobu tepelně-izolační vrstvy oděvu.

Termofyziologické vlastnosti, mezi něž patří mimo jiné propustnost vzduchu (prodyšnost) a tepla (tepelně-izolační vlastnosti), jsou pro sportovní oděvy velmi důležité. Využitím zušlechťovacích technologií se ovšem mohou změnit vlastnosti výrobku, které jsou pro jeho užívání významné. Tzv. užité vlastnosti jsou v posledních letech výrobci i zákazníky pozorně sledovány. Obzvlášť ve sportovním odvětví, kdy je třeba lidskému organismu zajistit vynikající podmínky při fyzické aktivitě a zabezpečit tak termoregulaci organismu k udržení stálé tělesné teploty, je nutné zajistit vhodné užité vlastnosti, které budou odpovídat účelu použití oděvního výrobku.

Diplomová práce je dělena do souvislých celků a obsahuje rešeršní, experimentální a praktickou část.

Rešeršní část diplomové práce se zaměřuje na faktory a podmínky, které ovlivňují oděvní komfort. Rekapituluje termoregulaci organismu a mechanismy pro udržování stálé tělesné teploty. Shrnuje parametry a strukturu textilie, která je vhodná pro výrobu tepelně-izolační vrstvy oděvu. Pojednává o vlastnostech důležitých v této oděvní vrstvě. Rešeršní část se věnuje také literárnímu průzkumu přenosového tisku, resp. jedné z jeho metod: již zmiňovanému sublimačnímu tisku.

V experimentální části diplomové práce jsou zkoumány vlastnosti pleteniny určené pro výrobu tepelně-izolační vrstvy oděvu. V úvodní části je uvedena charakteristika použitých textilií a vytyčena struktura celého experimentu. Vzorky textilie jsou za pomoci přenosového sublimačního tisku vzhledově upraveny za účelem zjištění rozdílu ve vlastnostech textilie (tloušťka, prodyšnost, termofyzikální parametry) před úpravou textilie (tedy neupravenou textilií) a po úpravě textilie potištěním. V experimentální části práce jsou stručně popsány postupy experimentálního měření, zkušební podmínky

a přístroje, na nichž měření probíhala. Výsledky tohoto experimentálního měření, zpracované do tabulek a grafických vyjádření, jsou diskutovány.

Praktická část diplomové práce se zabývá návrhem potisku na konkrétní výrobek s využitím zjištěných změn ve vlastnostech zkoumané textilie. Návrh je řešen s ohledem na zóny produkce potu lidského organismu a využívá poznatky získané v rešeršní části práce. Inspirace pro návrh potisku je zvolena tak, aby souvisela s již zmiňovaným sportovním odvětvím. Návrh vzoru si klade za cíl zatraktivnit výrobek pro zákazníka. Potištění částí výrobku podle zón produkce potu má za úkol zvýšit psychologický a termofyziologický oděvní komfort.

Podrobné výsledky experimentálního měření a detailní praktické výstupy jsou zdokumentovány v přílohách práce.

Rešeršní část

1. Fyziologie odívání

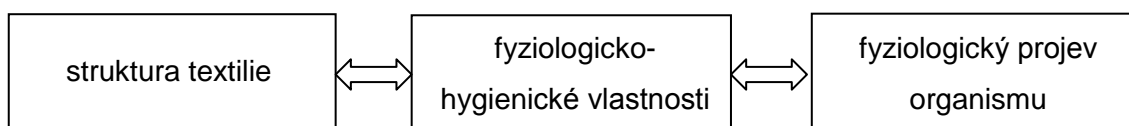
Fyziologie je vědou biologickou, vědou, která se zabývá životem. Fyziologie popisuje činnost živých organismů, životní projevy a jednotlivé životní děje, přitom vychází z anatomických poznatků. Vysvětluje vzájemné souvislosti a zkoumá závislosti mezi činnostmi živých organismů a vnitřním a vnějším prostředím.

Chování všech živých organismů studuje fyziologie obecná, živočišnými organismy se zabývá fyziologie živočišná. Částí této fyziologie je fyziologie člověka. Prvotně sice vychází ze studia činnosti u zvířat, tyto poznatky však nelze aplikovat u lidského organismu, jelikož životní procesy u člověka jsou dosti odlišné [1].

1.1 Fyziologie a hygiena odívání

Fyziologie a hygiena odívání si všímá vztahů mezi lidským organismem, oděvem a okolním prostředím. Výzkum se zabývá studiem teoretických základů fyziologie a hygieny odívání, což zahrnuje fyziologické reakce lidského organismu při nošení oděvu za určité fyzické zátěže v určitých klimatických podmínkách, fyziologický komfort, termoregulaci organismu a oděvní mikroklima. Fyziologie a hygiena odívání studuje fyziologicko-hygienické vlastnosti, zejména propustnosti rozlišené podle druhu prostupujícího média (vzduch, vodní pára, voda, teplo) a soustředí se na nové experimentální metody. Zaobírá se fyziologicko-hygienickým hodnocením textilií. V neposlední řadě se zabývá modifikací metodiky fyziologického experimentu, která se využije v extrémních klimatických podmínkách.

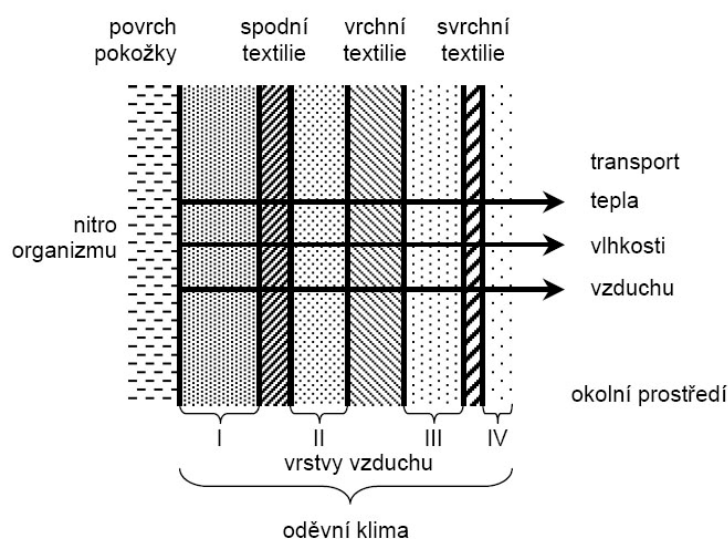
Výzkum fyziologie a hygieny odívání souvisí s výzkumem struktury textilie a jejích vlastností. Vztah mezi strukturou textilie, fyziologicko-hygienickými vlastnostmi a fyziologickým projevem organismu je uveden na obrázku 1 [2].



Obr. 1 Vztah mezi strukturou textilie, fyziologicko-hygienickými vlastnostmi a fyziologickým projevem organismu [2]

1.2 Oděv

Oděv k životu člověka nedílně patří. Je tvořen vrstvou – ochranným systémem, kde se přenáší teplo, vzduch a vlhkost. Zásadou konstrukce materiálu, konstrukce oděvu a dalších faktorů je přenos ztěžován nebo usnadňován. Oděv napomáhá ve chvíli, kdy organismus není schopen se sám regulovat [3, 4]. Oděvní systém v soustavě organismus – oděv – okolní prostředí (na obrázku 2) sestává z oděvních mezivrstev. Jednu vrstvu lze podle [3] uvažovat jako základní jednotku skládající se z vrstvy textilního materiálu, vrstvy vzduchu v něm uzavřené a vrstvy volného vzduchu. Vzhledem k tomu, že se všechny tři vrstvy podílí na přenosu tepla, vzduchu a vlhkosti, není možné brát v úvahu jednu vrstvu samostatně.



Obr. 2 Soustava organismus – oděv – okolní prostředí [2]

Halasová [2] charakterizuje mikroklima, které se nachází mezi pokožkou a první oděvní vrstvou nebo mezi jednotlivými oděvními vrstvami u oděvu složeného z více vrstev, jako prostor vyplněný vzduchem. Podle Růžičkové [4] mikroklima závisí na klimatických podmínkách okolního prostředí, na úrovni tepla v organismu a na vlastnostech oděvu. Relativní vlhkost vzduchu pod oděvem při stavu tepelného komfortu je asi 35 – 60 %, teplota vzduchu v trupové zóně se pohybuje okolo 30 – 32 °C. Halasová [2] tloušťku mikroklimatu udává jako závislou na volnosti oděvu. Při použití vysoce funkčního spodního prádla má být tloušťka mikroklimatu ideálně co nejmenší, aby oděv zabezpečoval očekávané vlastnosti, jako jsou propustnosti tepla, vzduchu a vlhkosti. Oděvní klima se vytváří mezi dvěma mezními plochami, tj. pokožka a vrstva oděvu. Vytváří se neustálým přestupem tepla, vodní páry a oxidu uhličitého. U oděvu složeného z více vrstev není oděvní klima homogenní, ale heterogenní. Jednotlivá mikroklimata jsou na sobě relativně nezávislá [2].

2. Oděvní komfort

Podle Halasové [2] je třeba co nejdůležitěji definovat jak oděvní komfort, tak všechny faktory ovlivňující oděvní komfort, jimiž jsou vlastnosti, podmínky a jejich vzájemné působení. Díky tomu je možné vytvářet výrobky, které poskytují nositelům co nejvyšší pohodlí a příjemné pocity při jejich užívání.

Bartels [5] uvádí, že oděvní komfort je důležitým kritériem kvality a také hlavním obchodním aspektem, neboť je tím nejdůležitějším, co zákazník u sportovního oděvu očekává. Dle [3] lze komfort definovat jako stav organismu, kdy se všechny fyziologické funkce organismu nachází na optimální hodnotě. Při tomto stavu organismus nevnímá svými smysly žádné nepříjemné pocity, protože okolní prostředí včetně oděvu je jednoduše nezpůsobuje. Organismus nepocituje ani teplo ani chlad a člověk se v tomto stavu vydrží dlouhodobě věnovat práci. Oděvní komfort vnímají téměř všechny smyslové orgány, jediným smyslem, který komfort nerozeznává, je chuť. Nejvíce vnímavosti je přisuzováno hmatu, následně zraku, sluchu a čichu.

Pokud se komfort nedostaví, nastává diskomfort. Organismus v takovém stavu vnímá buď pocity tepla (nastávají při větším pracovním zatížení nebo ve vlhkém a teplém klimatu) nebo pocity chladu (nastávají naopak při menším pracovním zatížení nebo v chladném klimatu) [3].

Oděvní komfort se podle [3] rozděluje na čtyři složky: termofyziologický komfort, psychologický komfort, senzorický komfort a patofyziologický komfort. Dle [5] je do rozdělení oděvního komfortu zařazena ještě pátá složka: komfort ergonomický.

2.1 Termofyziologický oděvní komfort

Lidský organismus ke svému fungování nutně potřebuje energii, aby zachoval všechny své životní funkce. Zdroj [4] uvádí jako ideální stav organismu stav bazálního metabolismu (základní látkové přeměny). Podle [6] je tento stav charakterizován množstvím energie, která je nutná pro funkci srdce, mozku, zabezpečení dýchání atd. Podmínkami pro tento stav jsou klid, hlad a přiměřená teplota okolního prostředí. Zdroj [4] k nim dodává ještě podmínku zdravého a neoblečeného organismu, který se nachází ve vodorovné poloze a necítí chlad ani teplo. Dle [6] je přibližná hodnota množství potřebné energie $300 \text{ kJ} \cdot \text{hod}^{-1}$. Stav bazálního metabolismu, jak uvádí [4], je ovšem idealizovaný, protože lidský organismus vytváří větší množství tepla a ani podmínky okolního prostředí nejsou ideální.

Termofyziologický komfort, důležitý aspekt oděvního komfortu, přímo ovlivňuje termoregulaci člověka [5]. Pro to, aby nastal, je nutné docílit jistých optimálních podmínek. Při pociťování komfortu se teplota lidské pokožky pohybuje v rozmezí od 33 – 35 °C, relativní vlhkost vzduchu je $50 \pm 10 \%$, rychlost proudění vzduchu dosahuje $25 \pm 10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$, obsah oxidu uhličitého je 0,07 % a na pokožce se nenachází žádná voda. Oděv musí mít tedy nastaveny konstrukční a jiné parametry tak, aby jeho schopnost přenést teplo, plynnou a kapalnou vlhkost zabezpečovala při nošení tyto hodnoty. Nachází-li se lidský organismus v takovýchto ideálních podmínkách, pak se nemusí do činnosti zapojovat termoregulační mechanismy a k termoregulaci vůbec nedochází. Nedostavuje se pocit chladu a ani nedochází k pocení. Tento stav je možné charakterizovat jako harmonii mezi člověkem a okolním prostředím [3]. Nejsou-li optimální hodnoty dodrženy, dochází k termofyziologickému diskomfortu. Nekomfortně se člověk cítí, pokud je 25 % jeho pokožky zvlhčeno potem, pokud cítí teplo nebo chlad [7].

2.1.1 Pocity tepla

Pocity tepla nastávají ve vlhkém nebo teplém klimatu a při větším fyzickém a pracovním zatížení během nošení oděvu, který nesplňuje požadavky na optimální fyziologické vlastnosti [3]. Při pociťování *mírného tepla* se zvýší teplota periferních částí těla (chodidla, dlaně, čelo). Tyto periferní části se začnou potit. Člověk oblečený v oděvu, jež vyvolává takové pocity, může nepřetržitě pracovat, protože jeho oděv je vhodný pro dané použití a splňuje fyziologicko-hygienické požadavky [3, 4]. Při pociťování *tepla* se v člověku rozlévají pocity tepla již po celém těle. Pot se objevuje i na hrudníku a na zádech. Za současného působení oděvu je odveden z povrchu pokožky. Oděv způsobující při nošení tyto pocity kolísá mezi tím, zda vyhovuje nebo nevyhovuje. Člověk se v tomto stavu zvládne věnovat práci krátkodobě a s přestávkami [3]. *Horko* se projeví při přehřátí lidského organismu. Člověk se silně potí a těžce se mu dýchá. Oděv nedokáže pohlcovat stékající pot, který se nestihl z pokožky odpařit. Pokud oděv způsobuje tyto pocity, pak je nevyhovující pro dané použití, protože má nedostačující hodnoty propustnosti tepla, vzduchu a vodních par [3, 4]. Zde se jasně jedná o projevy diskomfortu, který je popsán v kapitole 2.1. Při pociťování tepla se dostavuje pocení, vazodilatace, produkuje se méně hormonů štítné žlázy, zvyšuje se intenzita dýchání, člověk omezí svou fyzickou aktivitu, vyhledává studené nápoje a snaží se ukrýt na chladnější místo ve stínu [8].

2.1.2 Pocity chladu

Naopak pocity chladu jsou vyvolávány při nízké teplotě okolního prostředí nebo při konání pracovní aktivity s malým úsilím v oděvu s nedostačujícími tepelně-izolačními vlastnostmi [4]. *Mírné chladno* způsobuje pouze proudění okolního vzduchu nebo nízká pracovní aktivita až nečinnost po předešlé práci a zapocení. Mírné chladno lze charakterizovat pocity mrazení pouze místního rázu na těch částech těla, které jsou odkryté nebo jen málo zakryté. Vyskytuje se tzv. husí kůže. Člověk oblečený v oděvu, jež vyvolává takové pocity, může stále pracovat, protože jeho oděv je vhodný pro dané použití a splňuje fyziologicko-hygienické požadavky [3]. O *zimu* už se jedná, pokud člověk pociťuje po celém těle mrazení. Pokožka je smršťována, nastává svalový třes [3, 4]. V prostředí s teplotou pod bodem mrazu mrznou periferní části těla jako prsty u rukou i nohou a ušní boltce a tváře. Oděv způsobující při nošení tyto pocity kolísá mezi tím, zda vyhovuje nebo nevyhovuje. Člověk se v tomto stavu zvládne věnovat práci krátkodobě a s přestávkami [3]. Při velkém prochlazení – podchlazení, díky kterému už je znemožněn pohyb končetin, nastává *tuhnutí* [3, 4]. Ztuhnutí se projeví u rukou i nohou, nastat může i šok z chladu. Pokud oděv způsobuje takový stav organismu, pak je nevyhovující pro dané použití, protože má nedostačující tepelně-izolační vlastnosti [3]. Zde se opět jasně jedná o projevy diskomfortu, který je popsán v kapitole 2.1. Setrvání lidského organismu ve stavu, kdy dochází k tuhnutí, může vyvolat i smrt [4]. Při pociťování chladu nastává vazokonstrikce, svalový třes, zintenzívní se svalový tonus a metabolismus a člověk se uchýlí do schoulené polohy [8].

2.2 Psychologický oděvní komfort

Psychologický komfort je ovlivněn módou, stylem, ideologií, kulturou, společností, osobními preferencemi, barvou, konstrukčním řešením oděvu atd. Ukazuje na individualitu nositele oděvu [4, 5]. Fischer-Mirkin [9] představuje oděv jako nositele informací o člověku, který jej obléká. Přitom některé informace člověk zamýšlí vysílat a jiné si neuvědomuje. Oděvem může člověk vystihnout svou kreativitu, serióznost, smysl pro humor, přitažlivost. Zároveň oděv vypovídá o tom, jak člověk vidí sám sebe a vyjadřuje jeho osobnost.

Psychologické hledisko komfortu by nemělo být podceňováno: málokdo se bude cítit dobře v oděvu té barvy, kterou nemá rád [5]. Barva má v módě velkou moc. Dokáže předat zprávu o tom, jakým dojmem člověk momentálně v daném oděvu působí. Barva

vyvolává pocity sklíčenosti i oživení, dovede lákat i odrazovat. Oznamuje, zda je člověk otevřený či uzavřený, sděluje jeho rysy, nálady a nejistoty. Poskytuje nositeli oděvu autoritu a může ovlivňovat ostatní. Reakce na jednotlivé barvy jsou u lidí odlišné. Je to způsobeno částečně kulturou, výchovou a prostředím, ve kterém žijí. Odlišně se barva může jevit v různých kulturách: např. červená barva se v asijských zemích používá na svatební oděv, protože se věří v její účinek na vyhnání démonů. V naší společnosti reprezentuje krev, nebezpečí, vztek anebo vášeň. Ve středověku byla symbolem šlechtického a královského postavení [9].

Podle [3] se psychologický komfort rozděluje z několika hledisek: jsou to hlediska ekonomická, klimatická, kulturní, historická, sociální a skupinová a individuální.

K ekonomickým hlediskům patří přírodní podmínky obživy, politický systém, úroveň technologie, výrobní prostředky apod.

Z hledisek klimatických je důležité, aby oděv pro denní nošení respektoval tepelně-klimatické podmínky dané geografické oblasti. Díky podmínkám v tropických oblastech se jako přirozená ochrana před UV zářením vytvořil kožní pigment. Oděv vyhovující daným klimatickým podmínkám se stává nutností i pravidlem.

Kulturní hlediska zahrnují tradice, zvyklosti, náboženství, obřady atd.

Historická hlediska se dají vysvětlit tak, že lidé tíhnou k výrobkům z přírodních materiálů nebo k výrobkům, které přírodu alespoň napodobují. Tento aspekt dává vzniknout tradici v životním stylu.

Sociální hlediska zahrnují sociální postavení, věk, vzdělání, kvalifikaci. Pokud je komfort termofyziologický na nízké úrovni, pak ho komfort psychologický může vyvážit nebo i nahradit. Může se tak stát díky vysokému sociálnímu postavení člověka nosícího odlišující se oděv viditelně ukazující na nadřazenost (jako je tomu např. u vojenských uniforem).

Skupinová a individuální hlediska čerpají z oděvního návrhářství a projevují se v módních vlivech a stylech, zahrnují např. oblíbenost barev, střídání módních trendů a osobní preference [3].

Móda má na člověka velký vliv. Módní a společenské nároky často diktují směr a poučují společnost o její nedokonalosti. Harmonický vzhled, alespoň předstíraný, je dnešní společností žádaný. Člověk, který má vkus, dokáže s módou držet krok a přitom

se nestat jejím otrokem. Stane-li se, že módní trendy získají převahu nad soudností nebo vkusem, pak se člověk stane obětí módy. Pro takovou oběť je pak nevýznamné, zda se v oděvu cítí pohodlně a zda má vhodný a přiměřený vzhled. Vkus se formuje vlivy, které pochází ze společnosti – např. kontakt s uměním, hudbou a okolním světem pomáhá nalézat smysl pro estetiku. Pravidlem by měl být oděv odpovídající věku, postavě, pleti dotyčné osoby a odpovídající příležitosti, ke které byl zvolen [9].

Psychologický komfort může převládnout nad ostatními složkami komfortu, a to v případě oděvu na denní nošení. Vzhledem k tomu, že se jedná o individuální aspekt oděvu, může být psychologický komfort hodnocen pouze subjektivně [4, 5].

2.3 Senzorický oděvní komfort

Senzorický oděvní komfort charakterizuje pocity a vjemy člověka, které oděv způsobuje při přímém kontaktu s pokožkou. Tyto vjemy a pocity mohou být příjemné. Jako takové bývají pociťovány např. hladkost a měkkost. Na druhou stranu lze ovšem rozeznávat i nepříjemné a nežádoucí pocity jako škrábání, kousání, svědění, dráždění, lepení se k potem zvlhčené pokožce nebo přílišnou tuhost materiálu [5]. Vznikající pocity dosti souvisí se zkušeností člověka a kvalitou jeho sensorických orgánů [4].

Senzorický komfort je určen povrchovými a tepelnými vlastnostmi textilie, stlačitelností textilie, splývavostí textilie, počtem kontaktních míst textilie s pokožkou, velikostí oděvu a také jeho konstrukcí a hmotností. Pocity tepla nebo chladu jsou důležité v momentě zkoušení oděvu zákazníkem předtím, než si oděv koupí [2, 4].

Senzorický komfort je možné rozdělit na omak a na komfort nošení. Komfort nošení obsahuje vybrané mechanické vlastnosti, které ovlivňují rozložení tlaků a sil v oděvním systému, povrchovou strukturu materiálu a schopnost materiálu absorbovat a transportovat kapalnou nebo plynnou vlhkost s vlivem na své kontaktní vlastnosti. Zde se sensorický oděvní komfort prolíná s termofyziologickým komfortem.

Omak je veličinou velice individuální. Je vnímán pomocí dlaně a prstů. Je možné ho zjednodušeně popsat tuhostí, objemností, hladkostí a tepelně-kontaktním vjemem [3].

2.4 Patofyziologický oděvní komfort

Patofyziologický komfort ovlivňují patofyziologicko-toxické vlivy. Patofyziologie se zabývá studiem vzájemného působení v systému oděv – lidský organismus. Zkoumá působení chemických látek, které jsou obsaženy v oděvním materiálu a působení

mikroorganismů přítomných na lidské pokožce. To, jak je člověk odolný, resp. jak je odolná jeho pokožka proti působení chemických látek v oděvním materiálu, ovlivňuje působení patofyziologický vlivů. Patofyziologické vlivy závisí také na podmínkách růstu kultur mikroorganismů, které se nachází v prostoru mikroklimatu mezi povrchem lidské kůže a oděvem. Při patofyziologickém diskomfortu se může objevit dermatóza (kožní onemocnění). Dermatóza vzniká drážděním nebo alergií. Pro patofyziologický komfort je třeba, aby byl oděv zhotovován z materiálů, které minimálně dráždí pokožku a zároveň mají maximální antimikrobiální účinek [3].

2.5 Ergonomický oděvní komfort

Ergonomický oděvní komfort se týká správného padnutí oděvu a volnosti, která umožňuje volný a neomezující pohyb. Je závislý především na střihu oděvu a pružnosti materiálu, z kterého je oděv zhotoven [5]. Při pohybových aktivitách se má oděv přizpůsobit tvarům lidského těla. Vzhledem k tomu, že ergonomický komfort ovlivňuje také celková hmotnost systému oděvu, usiluje se o dosažení co nejmenší hmotnosti. Je třeba ovšem zachovat ostatní požadavky zajišťující oděvní komfort, jedná se především o tepelně-izolační vlastnosti oděvu [2].

3. Vrstvení oděvu

Sportovní oděv pro člověka vykonávajícího sport nebo turistiku je konstruován tak, aby mu zabezpečoval optimální komfort. Materiál i konstrukce výrobku ho nesmí omezovat v pohybu a tlumit jeho výkon [10].

Outdoorové oděvy (*outdoor* = určený pro venkovní prostředí) jsou takové oděvy, které umožňují použití v různých klimatických podmínkách. Aktivita v přírodě lze rozdělit podle [10] na rodinnou turistiku, cykloturistiku, turistiku, vysokohorskou turistiku a horolezecké expedice.

Neexistuje textilie, která by dokázala zajistit zároveň transport vlhkosti, stálou tělesnou teplotu, tepelnou izolaci a ochranu před vlivy počasí. Vrstvení má zajistit koordinaci přenosu tepla a vlhkosti a zamezit nepříjemným pocitům, které se mohou objevit v chladném nebo vlhkém prostředí. Každá vrstva v oděvním systému musí být propustná pro vodní páry. Účinnější je použít dvě slabší vrstvy než jednu silnou. V takovém případě se vrstvy, pokud mají odpovídající vlastnosti, dobře doplňují. Při špatném zvolení jedné nefunkční vrstvy se stává celý vrstvený oděvní systém nefunkčním [11].

Jak je uvedeno v [11], základní systém vrstvení zahrnuje tři vrstvy: transportní, izolační a ochrannou.

Transportní (první) vrstva zabezpečuje rychlý odvod vlhkosti od těla do okolního prostředí a má za úkol ustálit tělesnou teplotu, tedy zamezit organismu, aby se přehřál nebo prochládl a udržovat pocit sucha. Transportní vrstva musí naléhat přímo na pokožku těla. Dalšími požadavky na tuto spodní vrstvu jsou příjemný omak, tepelná izolace a nevyvolávání alergických reakcí. Materiály, které se volí pro tyto výrobky, se vyrábí jako jednosložkové nebo integrované pleteniny. Jednosložkové pleteniny z hydrofobních vláken (polyester, polyamid, polypropylen) pomocí vzduchových kanálků na straně pleteniny přiléhající k tělu odvádí vlhkost od pokožky a předávají ji další vrstvě v oděvním systému nebo ji přímo odvádí do okolního prostředí. Integrované pleteniny sestávají z více složek – jedna složka z hydrofobních vláken přiléhající k tělu odvádí vlhkost od pokožky a předává ji druhé složce z hydrofilních vláken (bavlna, viskóza, vlna), která vlhkost pohlcuje a následně se tato vlhkost odpaří do okolního prostředí [11]. Jedná se o nátláčky s dlouhým nebo krátkým rukávem a krátké nebo dlouhé spodky [10].

Úkolem izolační (druhé) vrstvy je zajišťovat tepelnou izolaci. Materiál musí být lehký, hřejivý, na omak příjemný a nesmí zadržovat vlhkost. Využívají se různé druhy tepelně-izolačních vláken (vlákna jsou nekonečná a upravují se kroucením) a textilií. Obvykle se jedná o zátažné jedolící pleteniny s vazbami jako plyšová, výplňková nebo hladká, které jsou navíc intenzivně počesané. Pleteniny jsou nejčastěji polyesterové nebo polyamidové. Výrobně se jedná o různé mikiny, bundičky, vesty o plošné hmotnosti od 100 do 300 g·m⁻² [10, 11].

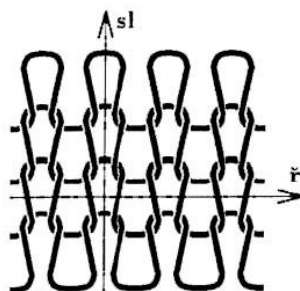
Ochranná (třetí) vrstva chrání organismus před vlivy počasí. Chrání proti pronikání kapalné vody, proti větru, před nízkými teplotami nebo před UV zářením. Dosáhnout takové ochrany a zároveň umožnit prostup vlhkosti od organismu je možné použitím hustě tkaných materiálů s vysokou dostavou, použitím membránových materiálů nebo aplikací zátěrů [11].

Zdroj [3] uvádí, že by vrstvený oděv měl mít nejméně pět vrstev. Výhodou takového oděvu pak je to, že si člověk sám reguluje vlastní tělesnou teplotu – vlastní pocit komfortu. Jednotlivé vrstvy může svlékat nebo oblékat podle svých pocitů a nemusí se spoléhat pouze na jednu tepelně-izolační vrstvu. V oděvu, který má více vrstev, je také uzavřeno větší množství vzduchu. Vzduch v klidu vede k lepšímu tepelnému odporu oděvu. Mezi první a druhou vrstvu (viz výše) základního třívrstvého systému oděvu je vložena vrstva, která má podobné vlastnosti jako první vrstva. Musí dobře odvádět vlhkost od těla a udržovat pocit sucha. Tato vrstva má také funkci estetickou a člověk se s ní prezentuje při svlečení vrchních vrstev oděvu. Jedná se většinou o košile a roláky [10]. Mezi druhou a třetí vrstvu (viz výše) základního třívrstvého systému oděvu může být vložena vrstva, která má ochránit člověka před působením vnějších vlivů, ale nepožaduje se od ní úplná nepromokavost, slouží do počasí bez deště [3, 10].

3.1 Tepelně-izolační vrstva

Tato práce se věnuje cíleně struktuře a vlastnostem tepelně-izolační vrstvy oděvu. K tomu, aby tato vrstva zajišťovala tepelnou izolaci, je třeba vytvořit strukturu s odpovídajícími vlastnostmi.

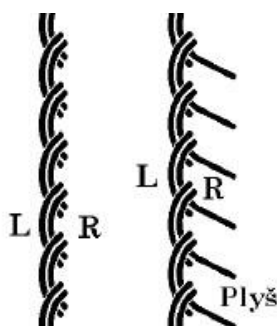
Pro tepelně-izolační vrstvu se využívají zátažné jedolící pleteniny. Pletenina může být hladká. Zátažná jedolící hladká pletenina obsahuje očka pouze jedné orientace, jak lze vidět na obrázku 3 [12].



Obr. 3 Schéma zátažné jednolící hladké pleteniny z líčové strany [12]

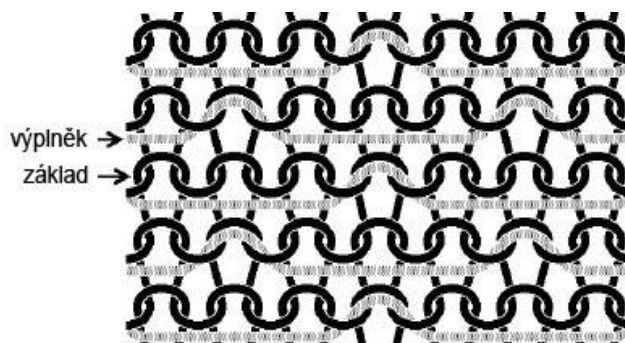
Ve velké míře se používají také vazby s doplňkovými nitěmi. K základní struktuře těchto vazeb se dodávají další nitě, jež nejsou potřebné pro to, aby pletenina byla pleteninou, ale zásadně mění její vlastnosti. Spojení doplňkových nití se základní strukturou může být vytvořeno očky, chytovými klíčkami, případně jiným způsobem.

U kryté pleteniny je každé oko vytvořeno ze dvou nebo více stejně provazujících nití. Krycí nit leží na líčnické straně pleteniny a krytá nit na rubní straně pleteniny (viz obr. 4 vlevo). Pokud se krytá nit bude v pletenině zatahovat jako značně delší, pak její platinové obloučky budou na rubní straně pleteniny vytvářet klíčkový plyšový povrch (viz obr. 4 vpravo). Povrch lze vytvořit klíčkami nitě, lze jej ovšem i postříhovat [13]. Plyšovou vazbu lze podle [14] rozdělit na klíčkový a řezaný plyš, hladký a vzorový plyš, jednostranný a oboustranný plyš.



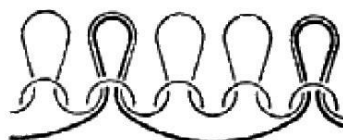
Obr. 4 Schéma zátažné jednolící pleteniny s doplňkovými nitěmi: vlevo krytá vazba, vpravo plyšová vazba [13]

Díky kombinaci podložených a chytových klíčků může vzniknout výplňková vazba. Jak lze pozorovat na obrázku 5, základní strukturou zátažné jednolící pleteniny je ve směru řádků vedena výplňková nit, která leží na rubové straně pleteniny a z líčové strany si jí téměř nelze všimnout. Je možné volit silnější výplňkovou nit, neboť nevytváří očka.



Obr. 5 Schéma zátažné jednolící pleteniny s doplňkovými nitěmi: výplňková vazba z rubové strany [13]

V případě krytého výplněku je výplňková nit provázána pouze s jednou nití základní kryté pleteniny (viz obr. 6). K dosažení lepších tepelně-izolačních vlastností pak lze pleteninu počesat [13, 14].



Obr. 6 Schéma zátažné jednolící pleteniny s doplňkovými nitěmi: krytý výplněk z rubové strany [14]

Počesáním se kromě změněného vzhledu vlasového povrchu, dosáhne tepelně-izolačních vlastností a plného, měkkého a vlněného omaku pleteniny. [15].

4. Termoregulace organismu

Oděv svému nositeli zajišťuje mimo jiné tepelnou pohodu, díky které je člověk schopen vykonávat životní činnosti. Lidský organismus se dokáže sám regulovat. Zajišťuje si tak rovnováhu mezi množstvím tepla, které vytvoří, a tepla, které předá okolnímu prostředí. Organismus je schopen udržovat stálou tělesnou teplotu [16].

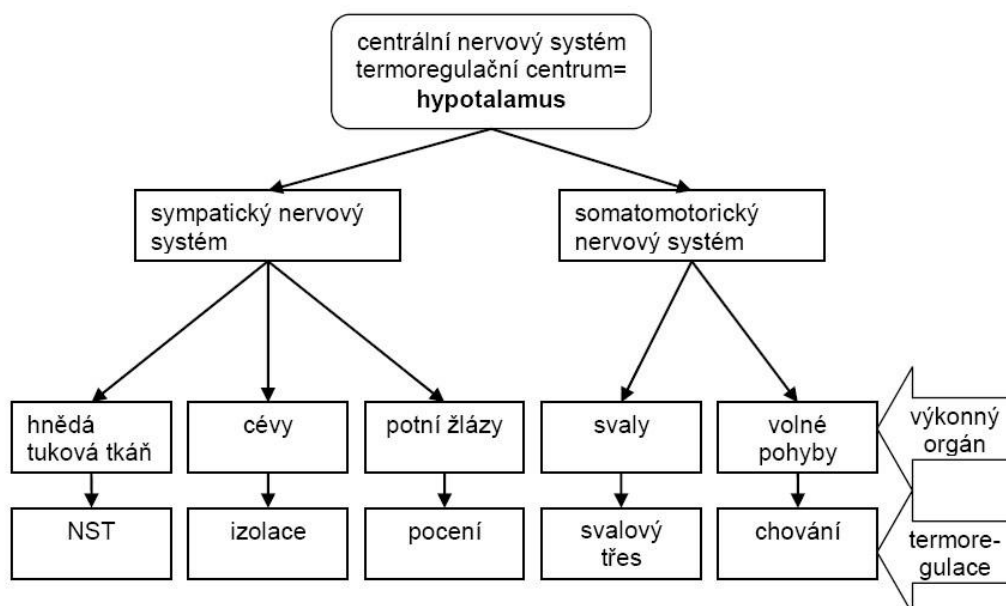
4.1 Tělesná teplota

Tělesná teplota během dne kolísá. Okolo 4. hodiny ranní je nejnižší, naopak nejvyšší je okolo 16. hodiny odpolední. Děje se tak bez ohledu na příjem potravy, tělesnou aktivitu atd. Za fyziologických okolností se tělesná teplota může měnit díky vlivu teploty prostředí, ve kterém se člověk nachází. Tyto výkyvy se vyrovnávají termoregulačními mechanismy. Tělesnou teplotu organismu také zvyšuje tělesná práce a přijetí energeticky hodnotné potravy [8, 16].

Na různých částech těla není teplota rovnoměrná. Hypotalamus – zvláštní oddíl v mozku – je regulátorem tělesné teploty, řídicím centrem termoregulace. Teplota jádra dosahuje cca 37 °C [3]. Nejteplejší jsou vnitřní orgány těla a svaly, méně teplejší už je podkoží. Lidské tělo ztrácí teplo jeho povrchem, a proto je nejstudenější částí těla kůže. Ani na povrchu těla však není teplota na všech místech stejná [8]. Části těla, které jsou dobře prokrvené, mají teplotu 35 – 36 °C. Na končetinách dosahuje teplota 29 – 31 °C. Špičky prstů, špička nosu a ušní lalůčky jsou nejstudenější. Teplota na těchto částech těla dosahuje 23 – 28 °C [3]. Pokud je člověk oblečen, naměří se na trupové části těla teplota přibližně 33 °C [8].

4.2 Termoregulační systém

Termoregulační systém lidského těla znázorněný na obrázku 7 podporuje zvětšení přestupu tepla při přehřátí organismu účinkem vnějšího tepla nebo při zvýšení uvolňování tepla v organismu. Podněcuje zmenšení přestupu tepla do okolního prostředí a zvýšení tvorby tepla v organismu při ochlazení organismu [16].



Obr. 7 Termoregulační systém lidského těla [3]

Tepelná regulace (termoregulace) se rozděluje na chemickou a fyzikální. [16]

4.2.1 Chemická tepelná regulace

Chemická tepelná regulace zabezpečuje zvýšení tvorby tepla v organismu. Uskutečňuje se zejména zvýšením svalového napětí a chvění, jejichž zásluhou se tvoří v organismu teplo [16]. K tvorbě tepla dochází při chemických přeměnách v organismu (zejména v játrech a ve svalech). V klidovém stavu organismu vnitřní orgány vytváří 50 % tepla. Svaly se zapojují při fyzické aktivitě, kdy vytvoří 90 % tepla. Třesová termogeneze neboli svalový třes produkuje velké množství tepla. Netřesová termogeneze uplatňující se v novorozeneckém období dítěte využívá tzv. hnědého tuku. Jedná se o tukové těleso na obou stranách páteře, které udržuje tělesnou teplotu [8].

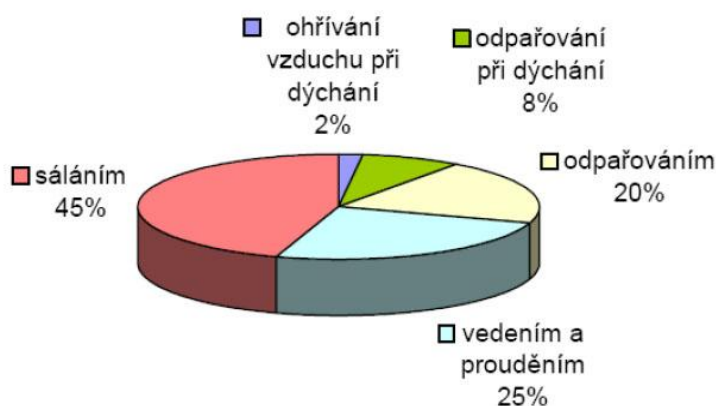
4.2.2 Fyzikální tepelná regulace

K fyzikální tepelné regulaci přispívá rozšiřování (vazodilatace) a zužování (vazokonstrikce) cév v pokožce. Čím více krve proudí kůží, tím více se lidský organismus ochlazuje. Při vazodilataci nastávající během pociťování tepla se přenos tepla do okolního prostředí zvyšuje, protože tepelná vodivost tkání organismu, teplota pokožky a tepelný spád vzrůstá a více se odpařuje voda. V důsledku vazodilatace se zvýší prokrvení kůže [8]. Naopak při vazokonstrikci, nastávající během pociťování chladu, se přenos tepla do okolního prostředí zmenšuje, protože tepelná vodivost tkání

organismu a tepelný spád se snižují [16]. V důsledku vazokonstrikce se sníží prokrvení kůže [8].

Přechod tepla mezi okolním prostředím a organismem (může probíhat oběma směry) závisí na tepelném spádu mezi okolím a povrchem těla. Fyzikální tepelná regulace obstarává zmenšení nebo zvětšení přestupu tepla do okolního prostředí. Teplo do okolního prostředí přechází, pokud je chladnější než povrch těla [8]. Základním předpokladem pro přestup tepla je tedy teplotní gradient [7]. Tzv. suchý výdej tepla se uskutečňuje vedením, prouděním a sáláním. Tzv. vlhký výdej tepla se děje odpařováním a dýcháním [8].

Podle [3, 8, 16] je podíl tepelných ztrát vedením v běžných podmínkách nízký, dle [3] se jedná o ztrátu tepla do 5 % celkových ztrát. Je zajímavé, že zdroj [8] uvádí, že se prouděním normálně přenáší velmi málo tepla. Zdroj [16] hovoří o značném podílu přenosu tepla prouděním (25 až 30 %) a podle [3] je konvekce nejvýznamnějším způsobem přenosu tepla. Tepelné ztráty způsobené sáláním mohou být velké, podle [16] hodnota ztrát činí 43,8 – 59,1 %. Zdroj [8] uvádí ztráty sáláním větší než polovinu celkových ztrát. Procentuálně rozdělené způsoby sdílení tepla podle [7] jsou uvedeny na obrázku 8. Porovnání tepelných ztrát prouděním, sáláním a vypařováním je doloženo v tabulce 1, údaje jsou převzaty z [16].



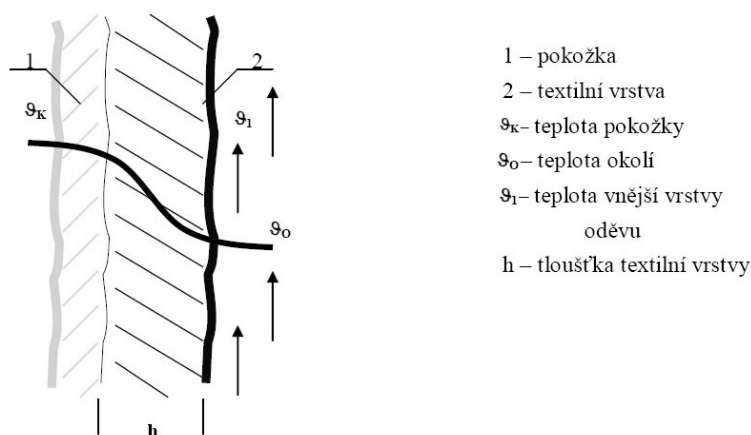
Obr. 8 Procentuální zastoupení způsobů sdílení tepla podle [7]

Tab. 1 Sdílení tepla z lidského organismu za normálních podmínek – tepelné ztráty [16]

Tepelné ztráty	Autor údajů							
	M. Rubner 1896		E. A. Dubois, I. D. Hardy 1938		A. A. Letavet, A. E. Matyševová 1941		N. K. Vitte 1941	
Q	[J·s ⁻¹]	[%]	[J·s ⁻¹]	[%]	[J·s ⁻¹]	[%]	[J·s ⁻¹]	[%]
Prouděním	40,3	32,4	12,7	14,2	13,3	15,3	43,2	33,1
Sáláním	57,0	45,9	53,1	59,1	48,4	55,6	57,2	43,8
Vypařováním	27,0	21,7	23,9	26,7	25,3	29,1	30,0	23,1
Celkem	124,5	100,0	89,8	100,0	87,2	100,0	130,4	100,0

4.2.2.1 Přenos tepla vedením

Ke ztrátám tepla vedením (kondukcí) dochází, pokud je kůže v kontaktu s chladnějším prostředím. K tomuto způsobu přenosu tepla dojde např. při sezení či spánku, při chůzi. Uplatňuje se také v tenkých vrstvách oděvních systémů. Princip přenosu tepla vedením je uveden na obrázku 9 [3].



Obr. 9 Přenos tepla vedením [3]

Přenos tepla vedením popisuje Fourierův zákon:

$$Q_{ved} = \lambda \frac{T_1 - T_2}{h_{svo}} S \cdot t \quad (1)$$

Kde Q_{ved} [J·s⁻¹] jsou tepelné ztráty vedením, λ [W·m⁻¹·K⁻¹] je součinitel tepelné vodivosti, T_1 [K] je teplota vnitřní strany první oděvní vrstvy, T_2 [K] je teplota vnější (studené) strany poslední vrstvy oděvu, S [m²] je plocha, t [s] je čas, h_{svo} [m] je tloušťka soustavy vrstev oděvu.

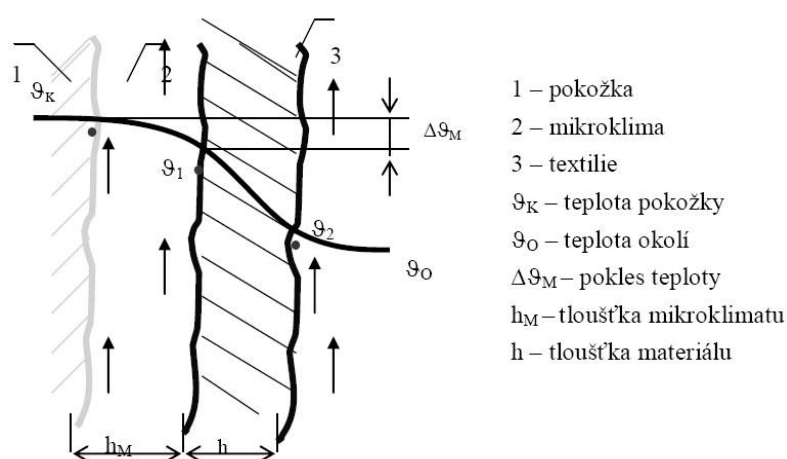
Z výše uvedeného vztahu vyplývá, že čím nižší je teplota objektu, kterého se člověk dotýká, čím větší je styčná plocha a čím menší je tloušťka soustavy vrstev oděvu, tím větší je sdílení tepla vedením [16].

Součinitel tepelné vodivosti polymerů je nízký: od $0,2$ do $0,4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, tepelná vodivost vody dosahuje $0,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Oproti vodě je hodnota tepelné vodivosti klidného vzduchu při teplotě $20 \text{ }^\circ\text{C}$ pouze $0,026 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ [3]. V běžném životě proto tento způsob sdílení tepla není významný [16].

Teplo však vedením nemusí být jen ztráceno. Povrch lidského těla při kontaktu s teplejšími předměty vedením teplo také přijímá, a to za předpokladu, že se organismus nachází v horkém prostředí s nevyhovujícími okolními podmínkami [8].

4.2.2.2 Přenos tepla prouděním

Sdílení tepla prouděním (konvekcí) se děje prostřednictvím pohybu (proudění) částic [16] a je závislé na rychlosti, jakou se pohybuje okolní vzduch. Za normálních okolností je na povrchu kůže asi $4\text{-}8 \text{ mm}$ silná vrstvička vzduchu, která se ohřívá od těla. Pokud je vrstvička vzduchu nahrazována chladnějším vzduchem, dochází ke ztrátám tepla prouděním. Tyto ztráty se ještě více zvýší při větrných podmínkách, protože se vrstvička vzduchu ztenčuje [8]. Sdílení tepla prouděním se rozděluje na volné (způsobené teplotním rozdílem vzduchu a tělesa, při malých rychlostech pohybu vzduchu) a nucené, které způsobuje pohyb vzduchu při vyšších rychlostech [16]. Sdílení tepla prouděním je znázorněno na obrázku 10.



Obr. 10 Přenos tepla prouděním [3]

Sdílení tepla prouděním vyjadřuje Newtonův zákon o ochlazování těles:

$$Q_{pr} = \alpha_{pr} S_p (T_o - T_v) \quad (2)$$

Kde Q_{pr} [$\text{J}\cdot\text{s}^{-1}$] značí tepelné ztráty prouděním, α_{pr} [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$] je součinitel přestupu tepla, S_p [m^2] je povrch těla, T_o [K] je teplota povrchu těla – oděvu, T_v [K] je teplota vzduchu.

Součinitel přestupu tepla α_{pr} je závislý na rychlosti proudění vzduchu a na tvaru lidského těla [16].

Ani prouděním však teplo nemusí být jen ztráceno. Povrch lidského těla prouděním teplo také přijímá, a to za předpokladu, že se organismus nachází v horkém prostředí s nevyhovujícími okolními podmínkami. Prouděním lidský organismus přijímá např. vzduch, který je ohřátý od horkých objektů [8].

4.2.2.3 Přenos tepla sáláním

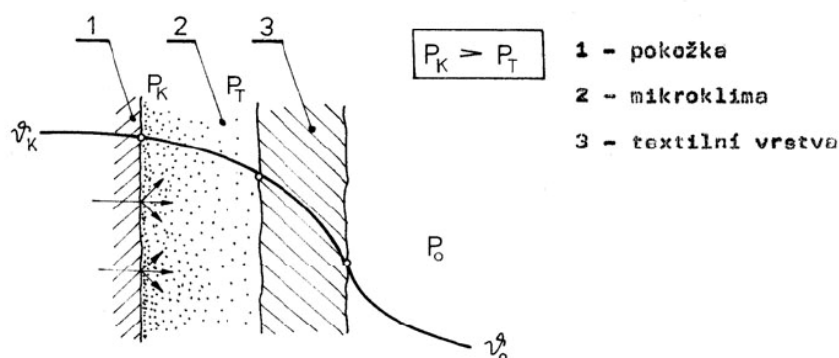
Sdílení tepla sáláním (radiací) probíhá prostřednictvím infračervených paprsků. Pokud je průměrná teplota oděvu, který má člověk na sobě, vyšší než teplota povrchu těla, pak se lidský organismus infračerveným zářením ohřívá [16]. Povrch lidského těla sáláním přijímá teplo ze slunce nebo např. od kamen [8]. Jedná se o kladnou radiační bilanci. Naopak je-li průměrná teplota oděvu, který má člověk na sobě, nižší než teplota povrchu těla, pak se lidský organismus ochladí. Jedná se o zápornou radiační bilanci. Vzhledem k tomu, že se v okolním prostředí mnohdy nachází chladnější objekty než povrchová teplota kůže člověka, mohou být ztráty tepla způsobené radiací velké [16]. Ztráta tepla tímto způsobem je závislá na vlhkosti okolního prostředí a na jeho teplotě. Důležitá je také míra odhalení kůže člověka [4]. Množství tepla, které je ztráceno radiací, je přímo úměrné rozdílu čtvrtých mocnin absolutních teplot povrchů objektů [16]. Teplo se přenáší podle Stefan – Boltzmannova zákona [4]:

$$Q_s = \alpha_s \cdot S \cdot \left[\left(\frac{273 - \vartheta_k}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + \vartheta_o}{100} \right)^4 \right] \quad (3)$$

Kde Q_s [$\text{J}\cdot\text{s}^{-1}$] jsou tepelné ztráty sáláním, α_s [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$] je součinitel sálání, S [m^2] je plocha, ϑ_k [$^{\circ}\text{C}$] je teplota kůže, ϑ_o [$^{\circ}\text{C}$] je teplota okolního prostředí.

4.2.2.4 Přenos tepla odpařováním

Při namáhavé tělesné aktivitě nebo ve vlhkém horku může lidský organismus chránit před přehřátím odpařování (evaporace). V horkém klimatu je odvod tepla z organismu možný pouze pocením [8]. Odparné teplo tj. teplo, které se ztrácí z povrchu kůže nezatelným pocením je závislé zejména na rozdílu parciálních tlaků vodních par a na měrném skupenském výparném teple [4]. Podle [8] se díky vypaření 1 litru potu ztratí z organismu 2428 kJ tepla, tj. 1/3 tvorby tepla v klidovém stavu za 1 den. Z těla se neodpařuje pouze pot, ale i voda prostupující z tkáňového moku na povrch kůže. Odpaří se cca 600 až 800 ml vody za den. Princip přestupu tepla odpařováním je znázorněn na obrázku 11.



Obr. 11 Přenos tepla odpařováním [4]

Rovnice přestupu tepla odpařováním je pak zapsána takto:

$$Q_{od} = \Delta i \cdot m_k \cdot S \cdot (p_k - p_o) \quad (4)$$

Kde Q_{od} [$\text{J} \cdot \text{s}^{-1}$] jsou tepelné ztráty v důsledku odpařování difúzní vlhkosti z povrchu pokožky, Δi [J] je měrné výparné skupenské teplo, m_k [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Pa}^{-1}$] je permeabilita kůže, S [m^2] je plocha, p_k [Pa] je tlak páry při určité teplotě kůže v mezivrstvě, p_o [Pa] je tlak okolního vzduchu.

Přičemž musí platit, že:

$$p_k > p_o \quad (5)$$

Ztráty tepla odpařováním jsou nejvyšší u neoblečeného člověka, protože pod oděvem není rozdíl parciálních tlaků příliš znatelný. Tento rozdíl je závislý na transportních a sorpčních vlastnostech každé vrstvy textilie v oděvním systému [4].

4.2.2.5 Přenos tepla dýcháním

Teplu ztracené dýcháním – respirací (ohřevem vdechovaného vzduchu) není nijak zvlášť významné. Představuje malý podíl celkových tepelných ztrát. Při zvýšené fyzické aktivitě a s ní spojeným větším energetickým výdajem a za snížení teploty vzduchu v okolním prostředí ztráty stoupají [16].

Množství tepelných ztrát dýcháním je závislé na rozdílu množství vodních par, které organismus vdechne a které vydechne. Přestup tepla dýcháním je dán rovnicí [4]:

$$Q_{odc} = \Delta i \cdot (W_{ex} - W_a) \cdot \frac{1}{t} \quad (6)$$

Kde Q_{odc} [$J \cdot s^{-1}$] značí tepelné ztráty v důsledku odpařování vlhkosti z horních cest dýchacích, Δi [J] je měrné výparné skupenské teplo, W_{ex} [kg] je množství vodních par vdechovaných, W_a [kg] je množství vodních par vydechovaných, t [s] je čas.

4.2.3 Tepelná rovnováha

Lidský organismus vytváří vlastní teplo, odvádí teplo do okolního prostředí a teplo z okolního prostředí také přijímá [3]. Tepelná rovnováha vyjadřuje rovnost mezi vytvořeným a přijatým teplem a odevzdaným teplem. Tepelná rovnováha se získává souladem pochodů, které se zaměřují na produkci tepla a přestup tepla. Tepelná rovnováha organismu lze popsat následující rovnicí [16]:

$$Q_{tt} + Q_{tz} = Q_s + Q_{pr} + Q_{ved} + Q_{od} + Q_{odc} + Q_{op} + Q_{ov} \pm \Delta Q \quad (7)$$

Kde Q_{tt} [$J \cdot s^{-1}$] značí tvorbu tepla v organismu, Q_{tz} [$J \cdot s^{-1}$] je vnější tepelné zatížení (např. sluneční záření), Q_s [$J \cdot s^{-1}$] jsou tepelné ztráty sáláním, Q_{pr} [$J \cdot s^{-1}$] jsou tepelné ztráty prouděním, Q_{ved} [$J \cdot s^{-1}$] jsou tepelné ztráty vedením, Q_{od} [$J \cdot s^{-1}$] jsou tepelné ztráty v důsledku odpařování difúzní vlhkosti z povrchu pokožky, Q_{odc} [$J \cdot s^{-1}$] jsou tepelné ztráty v důsledku odpařování vlhkosti z horních cest dýchacích, Q_{op} [$J \cdot s^{-1}$] jsou tepelné ztráty odpařováním potu, Q_{ov} [$J \cdot s^{-1}$] jsou tepelné ztráty na ohřev vydechovaného vzduchu, ΔQ [$J \cdot s^{-1}$] je změna tepelného stavu organismu proti stavu tepelné pohody – deficit tepla.

4.3 Transport vlhkosti

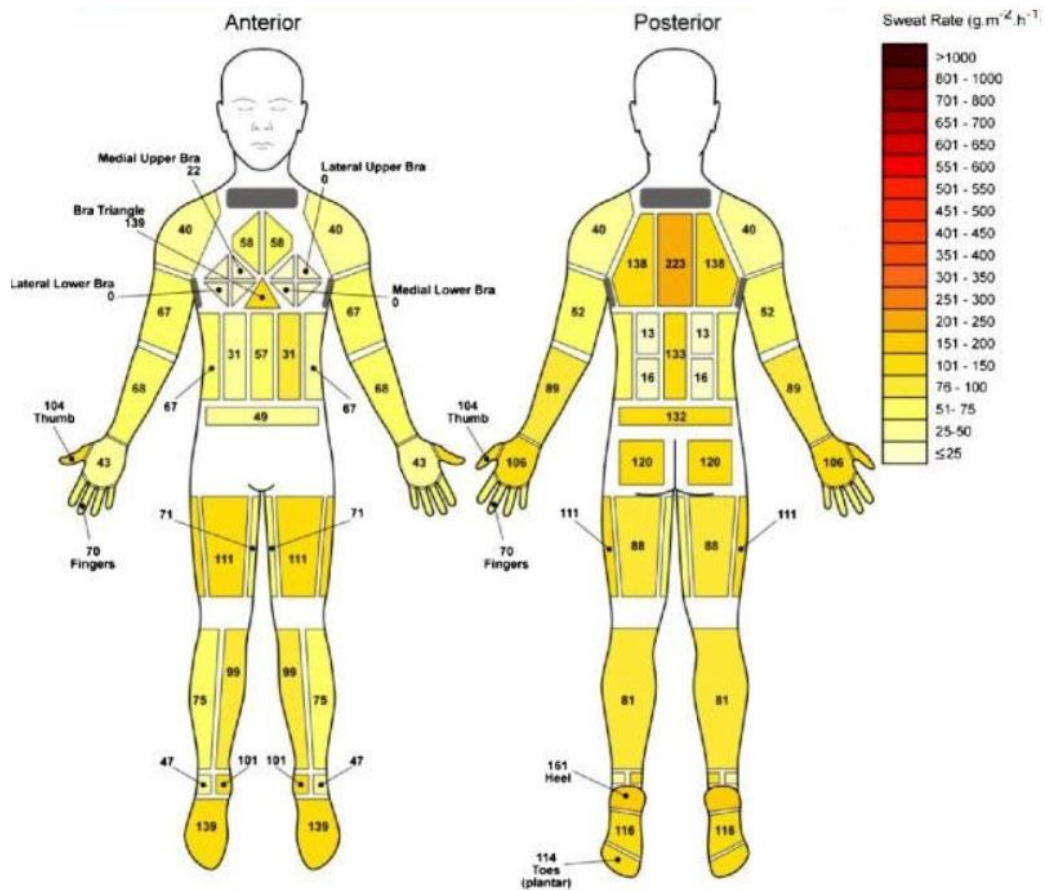
Ztráty tepla z lidského organismu jsou doprovázeny pocením. Velká fyzická zátěž organismu může vést k situaci, kdy se pro zabezpečení tepelné rovnováhy stane odpařování potu významnější než jiné způsoby přenosu tepla. Pro to, aby okolní prostředí mohlo vodní páru přijmout, je nutné, aby rozdíl parciálních tlaků byl v ideálním případě co nejvyšší. Rychlost, jakou bude vlhkost odvedena, závisí právě na rozdílu parciálních tlaků. U oblečeného člověka je vlhkost z pokožky odvedena následujícími způsoby: kapilárně, migračně, sorpčně a difuzí [4]. Transport vlhkosti je popsán v dostupné české i zahraniční literatuře, např. [3, 4, 5, 17].

4.4 Rozdíly v produkci potu na různých částech těla

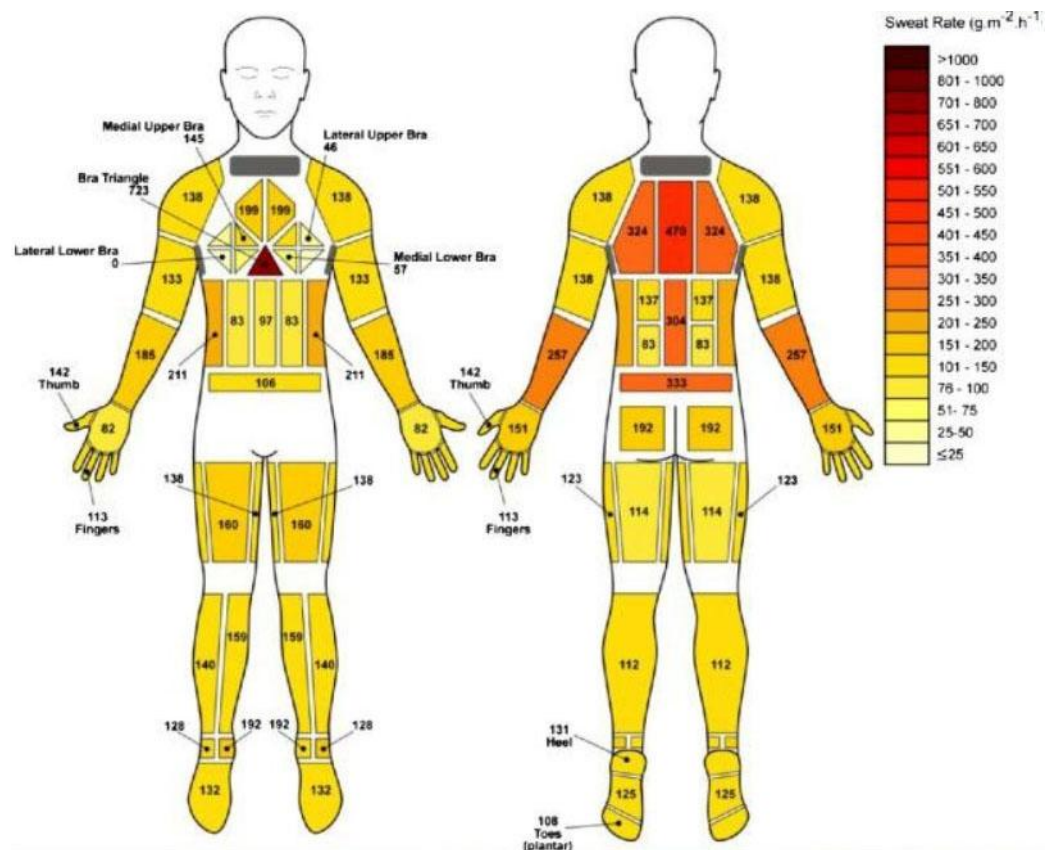
Pocení je způsobeno sekreční činností potních žláz, která nastává při teplotě kůže nad 29 °C. Pot se skládá z vody, chloridu sodného, močoviny, kyseliny mléčné, mastných kyselin a jiných látek. Každý člověk má přibližně 2,5 milionu potních žláz. Potní žlázy nejsou v kůži rozmístěny rovnoměrně [8]. Nejvíce je jich umístěno v obličeji, na čele, v dlaních, na chodidlech, v podpaží a na přední ploše hrudníku. Potní žlázy se nachází ve škáře, kde začínají stočenými klubíčky a vedou směrem k povrchu kůže [1].

Havenith a Smith se ve svém výzkumu [18] zabývají mapováním pocení na různých částech těla s porovnáním rozdílů mezi pocením u mužů a u žen. Produkce potu byla sledována při dvou intenzitách cvičení (I1 a I2) u třinácti žen v mírně teplých podmínkách (teplota vzduchu 25 °C, relativní vlhkost vzduchu 45 %, rychlost proudění vzduchu 2 m·s⁻¹). Produkce potu u žen byla srovnávána s produkcí potu u devíti mužů, sledovaných za stejných podmínek.

Bylo zjištěno, že při nižší intenzitě cvičení je pot u žen produkován nejvíce v horní části zad, na patách, v zadní části nohou a mezi prsy. Nejnižší hodnoty byly naměřeny v oblasti přes prsa a ve střední a dolní vnější části zad. Na obrázku 12 jsou tyto hodnoty graficky znázorněny. Při vyšší intenzitě cvičení (obr. 13) byla zjištěna nejvyšší produkce potu v oblasti centrální horní části zad, v dolní části zad a v oblasti trojúhelníku mezi prsy. Oblasti na prsou a dlaních vykazovaly nejnižší produkci potu při vyšší intenzitě cvičení.

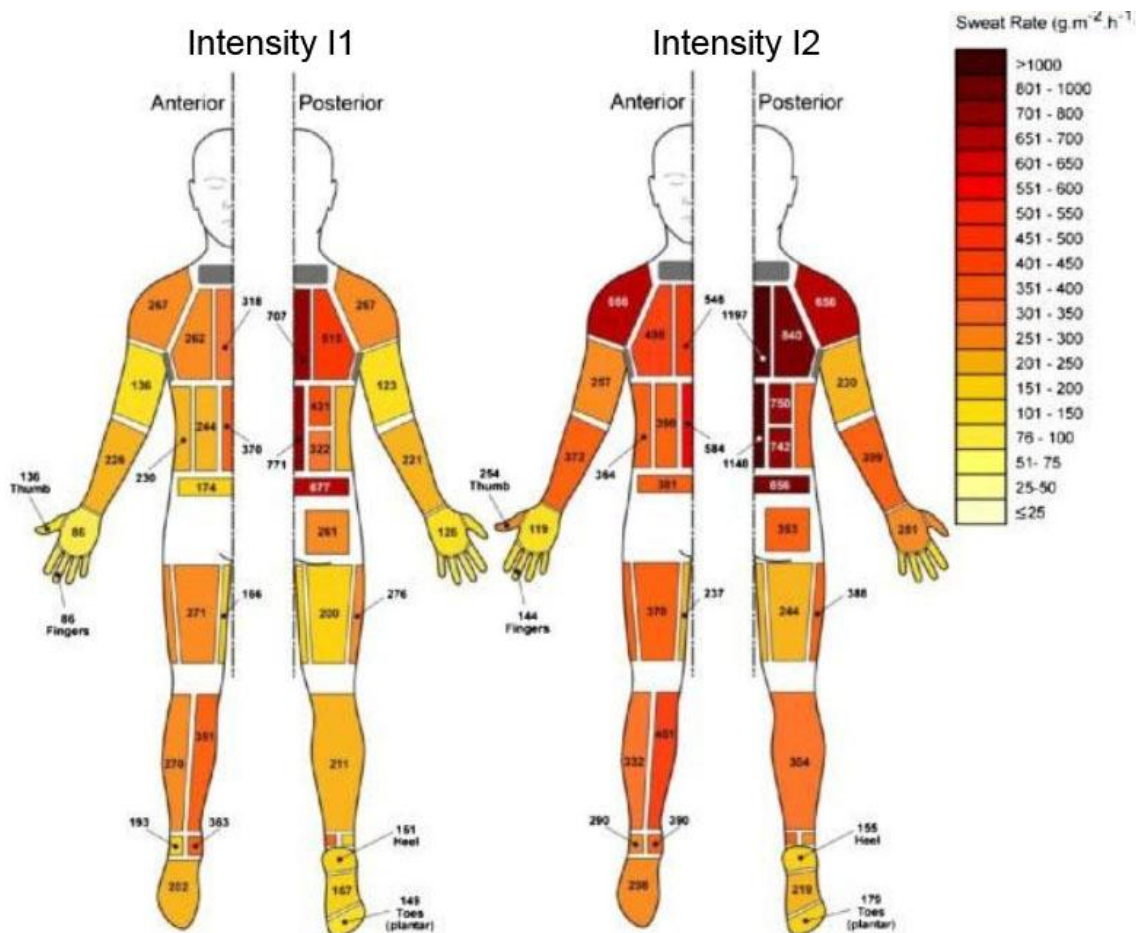


Obr. 12 Zóny produkce potu u žen při nižší intenzitě cvičení [18]



Obr. 13 Zóny produkce potu u žen při vyšší intenzitě cvičení [18]

U mužů byla pozorována výrazně vyšší celková produkce potu než u žen při obou intenzitách cvičení (viz obr. 14).



Obr. 14 Zóny produkce potu u mužů při intenzitě cvičení I1 a I2 [18]

I přes některé rozdíly v distribuci potu vykazují ženy i muži nejvyšší produkci potu na centrální horní části zad a nejnižší produkci potu směrem ke končetinám. Nebyla pozorována žádná korelace mezi lokální kožní teplotou a produkcí potu.

5. Propustnosti

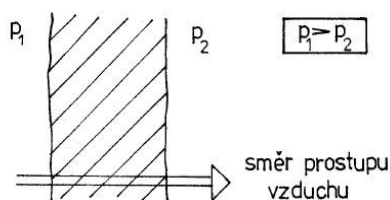
Pokud se plošná textilie nachází ve fyzikálním prostředí, které je rozdílné na její rubové a lícové straně, dojde k proniknutí média (vzduch, teplo, vodní pára, voda). Prostupy se dějí v obou směrech, většinou převažuje směr prostupu od lidského organismu do vnějšího prostředí. Propustnosti se rozdělují na propustnost vzduchu, propustnost tepla, propustnost vodní páry a propustnost vody [4, 17].

Vzhledem k zaměření experimentální části diplomové práce jsou zde popsány pouze vlastnosti v ní zkoumané. Jedná se o propustnost vzduchu a o propustnost tepla.

5.1 Propustnost vzduchu

Velkou část tepla je možné z oděvního systému při tělesné aktivitě předat ventilací. Vzduch v okolním prostředí musí být chladnější než vzduch pod oděvem a oděv musí být dobře prodyšný. Prodyšnost může být žádoucí i nežádoucí. Žádaná je hlavně u sportovních oděvů – dresů. Naopak u oděvu určeného pro vysokohorskou turistiku nebo u zimního oděvu je vysoká prodyšnost nežádoucí kvůli studenému okolnímu vzduchu, který má chladicí účinek [3].

Prostup vzduchu textilií nastane, pokud na obou stranách textilie není stejný barometrický tlak. Rychlost prostupu vzduchu závisí na rozdílném tlakovém spádu (obr. 15). Textilie musí mít nenulovou hodnotu pórovitosti [17].



Obr. 15 Prostup vzduchu na základě rozdílného barometrického tlaku [4]

Zjišťování propustnosti textilie pro vzduch lze provést na přístroji, který umožní nastavení rozdílného tlaku [17].

Hodnota prodyšnosti se vypočte z následujícího vztahu [4]:

$$R = \frac{q_v}{A} \cdot 167 \quad (1)$$

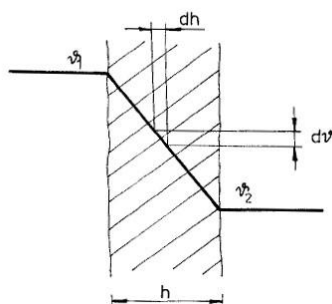
Kde R [$\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$] značí prodyšnost, q_v [$\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$] je objem vzduchu, A [cm^2] je zkoušená plocha textilie, 167 je přepočítávací faktor z [$\text{l} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$] na [$\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$].

5.2 Propustnost tepla

Tepelně-izolační vlastnost plošné textilie vytváří vzduch, který je staticky uzavřený ve struktuře textilie a neprojevuje se u něj téměř žádné proudění [17]. Jedná-li se o celý systém oděvu, pak se k tomuto vzduchu připojují ještě oděvní mezivrstvy, v nichž je také uzavřen vzduch. Každá z oděvních vrstev se vyznačuje jinými hodnotami odvodu tepla. Oděvní textilie je vhodné posuzovat v systému pokožka – oděv – okolní prostředí.

Pro zjišťování tepelně-izolačních vlastností jednotlivých vrstev byly rozvinuty metody, jež se podle prostupu tepla rozdělují na stacionární a nestacionární podmínky. Časový průběh tepelného toku je často nestacionární, protože současně působí vlhkost a tepelná topografie pokožky není po celém jejím povrchu stejná v čase. Stacionární podmínky se objevují jen ojediněle.

Rychlost prostupu tepla určuje hodnota tepelného spádu – gradient teploty (viz obr. 16). Pro zjištění množství tepla, které projde plošnou textilií, se využívá poznatku šíření tepla homogenní vrstvou.



Obr. 16 Prostup tepla [4]

Teplu se šíří směrem záporného gradientu. Tepelný tok je vyjádřen vztahem [4]:

$$q = -\lambda \cdot \text{grad} \vartheta \quad (2)$$

Kde q [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$] je tepelný tok, λ [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$] je součinitel tepelné vodivosti, ϑ [$^{\circ}\text{C}$] je teplota.

Celkové množství prošlého tepla textilií o ploše S pak je [4]:

$$Q = q \cdot S \cdot t \quad (3)$$

Kde Q [$\text{J} \cdot \text{s}^{-1}$] je celkové množství tepla, q [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$] je tepelný tok, S [m^2] je plocha, t [s] je čas.

6. Přenosový tisk

Textilní tisk je důležitou zušlechťovací technologií, neboť při něm dochází ke změně vzhledu textilního (oděvního) výrobku. Vzhled výrobku ve velké míře ovlivňuje jeho prodejnost. Vytvořením výrobku s atraktivním vzhledem lze dosáhnout zvýšeného zájmu zákazníků a potažmo zvýšení prodejnosti výrobku.

Pro tisk textilií vyrobených ze syntetických vláken byla vynalezena nekonvenční metoda tisku – přenosový tisk. Ve velice krátké době po jeho objevu byl uveden do praxe v takovém rozsahu, že se o něm začalo uvažovat jako o perspektivní metodě tisku [19].

Přenosový tisk je termín užitý k popisu tiskacího procesu, který je specifický svým speciálním pracovním postupem. Nejprve je potištěn netextilní substrát (podložka, nejčastěji papír) a poté je z tohoto substrátu tisk přenesen samostatným procesem na textilií [19, 20].

6.1 Výhody a nevýhody přenosového tisku

Důvody, proč volit tak spletitou cestu k dosažení finálního potisku, když je možné na textilií tisknout přímo, jsou převážně ekonomické, někdy i technické. Rattee [20] a Pivec [19] uvádí výhody obecně pro přenosový tisk: vzory mohou být tištěny a skladovány na relativně levném a neobjemném substrátu jako je papír a poté přeneseny na mnohem dražší textilie s rychlou reakcí na požadavky trhu [20]. Pokud dojde k vadnému tisku, vyřadí se rovnou tisk na papíře a nepřenáší se dál na textilií [19]. Produkci malosériových zřídka opakovaných zakázek je jednodušší realizovat přenosovým procesem, než k tomu využívat přímý tisk. Designy mohou být aplikovány na textilií s relativně nízkým požadavkem na odbornost tiskařů a s malým množstvím odpadu. Objem skladování a skladovací náklady jsou nižší, pokud jsou designy skladovány na papíru než na tištěných textiliích. Určitých vzorů a efektů lze dosáhnout pouze použitím přenosového tisku. Mnoho složitých vzorů může být realizováno jednodušeji a přesněji na papír než na textilií. Většina přenosových procesů umožňuje textilnímu tisku, aby byl uskutečněn pomocí jednoduchého, relativně levného vybavení se skromným požadavkem na prostor a bez produkce odpadní vody [20], protože barvivo je dobře fixováno v textilií a není třeba textilií po tisku prát a sušit [19].

Navzdory těmto výhodám má technologie tisku přenosem i nedostatky. Žádná z metod přenosového tisku není všestranně použitelná pro široký okruh textilních vláken [20].

Technologie je použitelná hlavně pro syntetická vlákna, v první řadě pro polyesterová vlákna [19], dále pro triacetátová vlákna, polyamidová vlákna a polyakrylonitrilová vlákna [21].

6.2 Mokrý postupy

Pro mokré postupy je charakteristické fixování barviva na textilii ve vodném prostředí [19]. Metoda mokrého přenosu využívá ve vodě rozpustná barviva, jež jsou součástí tiskacího inkoustu, který se používá ke zhotovení vzoru na papíru. Design je přenesen na zvlhčenou textilii za použití pečlivě regulovaného kontaktního přitlaku. Barvivo je přeneseno difúzí skrz vodní médium [20]. Pro odstranění nefixovaného barviva je následně po fixaci nutné textilii vyprat [19]. Tato metoda v současnosti není příliš rozšířena [20].

6.3 Suché postupy

Suché postupy jsou od mokrých postupů odlišné hlavně tím, že se při přenosu vzoru současně fixuje barvivo. Fixace je v tomto případě vynikající, a proto není nutné textilii následně prát [19].

6.3.1 Sublimační přenosový tisk

Tato metoda je komerčně nejvýznamnější z přenosových metod [20]. Při sublimačním přenosovém tisku (systém Sublistatic) disperzní barvivo natištěné na papíru přejde za působení tepla do plynného stavu a přímo podle vzoru kondenzuje na chladnějším povrchu textilie. Textilie pod tlakem přiléhá k přenosovému papíru a barvivo pak vstupuje hlouběji do vnitřní struktury syntetického vlákna a vytváří tuhý roztok. Disperzní barvivo tvoří na papíru jemnou disperzi, pro kterou jsou typické nevýrazné a tupé odstíny, protože k papíru nebo jiné podložce nemá afinitu. Barvivo se po přenosu do textilie dostane do brilantních a svítivých odstínů. Stálosti tisku jsou závislé na výběru barviv, papíru (podložky) a na podmínkách při tisku. Teplota při přenosu narůstá a v závislosti na ní narůstá teplota papíru s aplikovaným disperzním barvivem. Proces přenosu lze shrnout následujícími fázemi: nejprve disperzní barvivo sublimuje z pevného stavu a nastává adsorpce par na povrch papíru. Následuje rychlá difúze barviva v plynném stavu na povrch syntetického vlákna. Na jeho povrchu se vytvoří vysoký koncentrační gradient a velmi pomalu proběhne difúzní proces z povrchu vlákna do jeho vnitřní struktury [19].

Výhodou sublimačního přenosového tisku je jeho možnost využití široké škály barev a různých efektů. Umožňuje reprodukovat na textilií např. fotografii. Vzory mohou být tištěny okamžitě, což je ideální pro stále rostoucí tempo módního průmyslu, kde myšlenky potřebují být bezodkladně realizovány. V současné době jsou disperzní barviva dostupná jako náplň pro velkoformátové a stolní tiskárny. Tisk je ve velkém rozsahu používán v marketingové propagaci. V textilním průmyslu se sublimační tisk ve velké míře využívá na potisk sportovních oděvů a plavek [22].

6.3.1.1 Přenosový nosič

Na stavu a kvalitě podložky, která nese barvivo, závisí finální výsledek tisku. Požadavkem na podložku je zajišťovat egalitu tisku a nebránit barvivo v přestupu do vlákna [19]. Disperzní barvivo se musí uložit na povrchu podložky a nepronikat do její struktury. Pokud je pro přenos zvolen papír, pak musí splňovat kritéria dostačující pevnosti, stability a odolnosti vůči teple. Při tisku vzoru a při jeho přenosu na textilií se nesmí deformovat [19, 20]. Nejvíce vyhovujícím je hladký papír, jehož povrch je vhodný pro jemné prokreslení vzoru. Hrubší papír by vyžadoval silnější vrstvu naneseného barviva, aby byly zaplněny nerovnosti papíru. Papír je upravován hlazením, klížením a plnidly. Klížení nebo povrchové lakování znemožňuje barvivo sublimovat dovnitř papíru, barvivo musí difundovat pouze do textilie. Papír by měl mít co nejnižší plošnou hmotnost, aby nedocházelo vlivem jeho izolačních vlastností k prodloužení doby zahřátí a tedy i celkové přenosové doby. Papír může být nahrazen podložkou z hliníkové fólie [19].

6.3.1.2 Disperzní barviva

Kolorování polyesterových vláken se zakládá na rozpuštění barviva ve vlákně. V průběhu výroby polyesterového vlákna dochází k dloužení a molekuly ve vlákně se orientují podél osy vlákna. Podélná orientace vede ke zlepšení mechanických vlastností, nicméně narůstá podíl krystalických částí na úkor amorfních částí, které jsou pro potisk vláken významné [23].

Je nutné, aby disperzní barvivo mělo malou a jednoduchou molekulu [19]. Pouze barvivo s malou molekulou se dostane do struktury vlákna, barviva s velkou molekulou by se připevnila jen na povrch [23]. Molekula disperzního barviva musí být dobře rozpustitelná v polymeru hydrofobních vláken [21]. Důležitý je stupeň disperze barviva, který rozhoduje o vydatnosti tisku [23]. Z barviv se musí volit taková, která budou

poskytovat po tisku dobré stálosti. Disperzními barvivy lze potisknout polyesterová vlákna, triacetátová vlákna, polyamidová vlákna a polyakrylonitrilová vlákna [19]. Disperzní barviva se vyznačují dobrou vybarvovatelností syntetických vláken [21]. Nejlepší výsledek se získává u polyesteru a triacetátu. Polyamid vykazuje horší stálosti ve vodě a v potu [19]. Přenosový tisk na celulósová vlákna prozatím nedocílil velkého rozšíření. Disperzní barviva totiž nemají afinitu k celulósovým vláknům. Je nutné afinitu těchto vláken k disperzním barvivům upravit např. použitím pryskyřic [21].

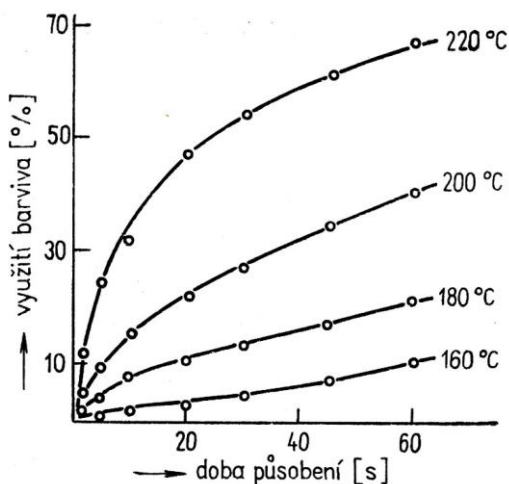
Obvykle jsou disperzní barviva dodávána ve formě pasty nebo prášku obsahující dispergátory a další rozpouštědla, která se často ukazují jako nevhodná pro začlenění do tiskařské barvy. Proto jsou barviva pro sublimační inkousty produkována ve slisované formě ještě předtím, než se přidají další rozpouštědla. Inkoust pro sublimační tisk také obsahuje pojídlo, které drží barvivo na papíře. Inkousty jsou běžně připravovány mletím, aby se zmenšily velikosti částic na vhodnou úroveň [20].

6.3.1.3 Metody tisku na přenosový papír

K tisku přenosových papírů se používá téměř jakákoliv z komerčních metod využívaných v polygrafickém průmyslu. Kontinuální výroba se ovšem účinně omezuje na hlubotisk, gumotisk a rotační sítotisk, zatímco plochý sítotisk a litografický tisk jsou využívány pro výrobu přenosových archů [20].

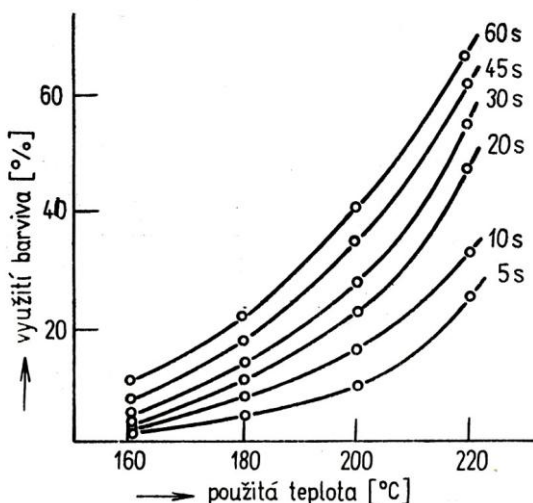
6.3.1.4 Podmínky přenosu

Podmínky přenosu a fixace barviva ve vláknech musí harmonizovat s podmínkami, které jsou vhodné pro barvivo na přenosovém nosiči [19]. Podmínky musí být stanoveny tak, aby došlo k rychlé sublimaci barviva a jeho difúzi do vlákna. Mezera mezi textilíí a přenosovým nosičem musí být co nejmenší. Proces přenosu musí vést k vytvoření potištěné textilie s podstatně nezměněnými vlastnostmi [20]. Mělo by se dosáhnout co nejvyššího využití barviva. S ohledem na výtěžnost barviv je dobré provádět proces při co nejvyšší teplotě, ale teplota přenosu by měla být přinejmenším o 30 °C nižší, než je teplota tání vlákna. Na obrázku 17 lze pozorovat závislost využití barviva [%] na době působení při teplotách od 160 do 220 °C.



Obr. 17 Využití barviva v závislosti na době působení při různých teplotách [19]

Na obrázku 18 je zobrazena závislost využití barviva na použité teplotě při době působení od 5 do 60 s. Doba působení kratší než 20 s je nevhodná, poněvadž i při vysokých teplotách se dosahuje nízkého využití barviva.



Obr. 18 Využití barviva v závislosti na teplotě při různých dobách působení [19]

Barvivo, které se uvolní z přenosového nosiče, musí vniknout do textilie v bezprostřední blízkosti a nedostávat se do stran. Je nutné textilii a přenosový nosič přitisknout k sobě a společně zahřát na určitou teplotu a také společně zafixovat proti posunutí. Po dokončení přenosu se musí textilie mírně zchladit a musí být odstraněn přenosový nosič.

Kvalita finálního tisku závisí na třech proměnných: teplotě, tlaku a době působení.

Teplota při přenosu se volí podle druhu syntetického vlákna, většinou v rozmezí od 160 do 230 °C. Při nastavení nižší teploty by se barvivo na textiliu nepřenese a nezafixovalo. Při nastavení vyšší teploty už většina syntetických vláken měkne a docházelo by k deformacím [19]. Proto musí být teplota zvolena tak, aby textilie jejím působením nebyla poškozena nebo zdeformována [20]. Rattee [20] udává jako typickou přenosovou teplotu 200 °C a zcela uspokojující výsledky přenosu při teplotě v rozsahu od 190 do 210 °C (pro polyesterová a polyamidová vlákna).

Přítlak při přenosu by měl být co nejmenší (přibližně od 103 do 120 kPa) a přitom by měl zabezpečit celoplošný styk textilie s přenosovým nosičem, zabránit posunu nosiče po textilii v průběhu sublimace barviva a textilii nedeformovat. Deformace by mohly nastat zejména u strukturních vazeb, u pletenin z objemované příze nebo u jinak plastického povrchu textilie [19]. Textilie vykazují deformace, zatímco jsou stlačovány a zahřívány, zejména při vyšších teplotách. Polyesterová vlákna jsou teplem pod tlakem lehce deformovatelná, pokud dosáhnou teploty měknutí, což může způsobit hladkost a lesklost textilie. Účinný tlak není vysoký, a přesto při přenosu za teploty dosahující horní hranice lze pozorovat lesk. Polyesterová vlákna měknou v rozsahu od 210 do 220 °C [20]. Militký [24] uvádí teplotu měknutí klasického polyesteru 230 °C a zdroj [25] uvádí rozsah teploty měknutí od 230 do 250 °C.

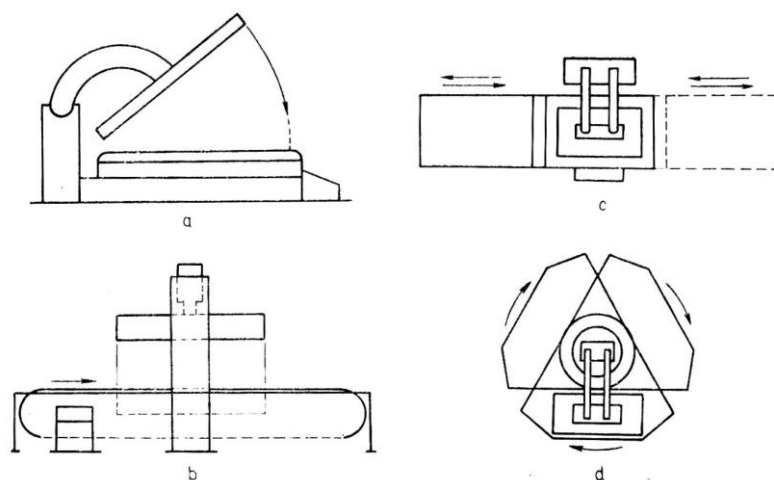
Doba působení při přenosu záleží na strojním zařízení využitém pro přenos. Závisí na tom, jak se textilie zahřívá a jak je jí teplo dodáváno, eventuálně na současném ochlazování textilie. Doba, za kterou se prohřeje textilie s papírem, závisí na typu papíru a jeho plošné hmotnosti a na textilii. U středně silné textilie a papíru s plošnou hmotností 50 g·m⁻² postačí doba působení 10 s. K této době je nutné přidat dobu potřebnou k prohřátí papíru a textilie, a to přibližně 10 – 15 s. Celková doba procesu se tedy protáhne na přibližně 30 s, u materiálů s větší plošnou hmotností pak ještě na delší dobu [19].

6.3.1.5 Strojní zařízení pro přenos

Strojní zařízení umožňuje přenést působením tepla barvivo nanesené na papírovém nosiči na textilii. Největší nárok je kladen na stabilizaci teploty u vytápěné desky lisu nebo u vyhřívání válce kalandru. Je nutné zabezpečit, aby v celé ploše desky nebo válce byla teplota regulována v rozsahu ± 1 °C. Je požadováno, aby strojní zařízení

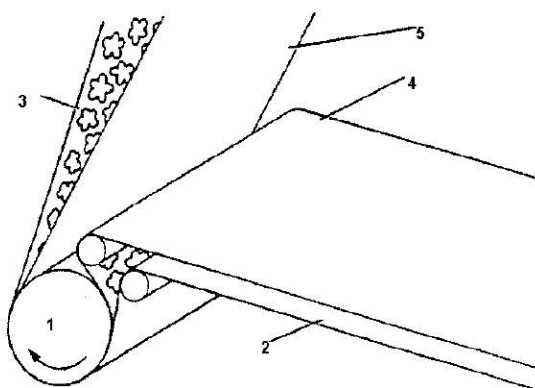
dosahovalo teploty až 250 °C. Strojní zařízení se rozdělují na diskontinuální lisy a kontinuální kalandry.

Diskontinuální lisy (obr. 19) se využívají pro potisk již hotových výrobků nebo konfekčních dílů. Lis *a* na obrázku 19 má zavírání vyřešeno jako nůžky, lis *b* je uzavírán vertikálně a jeho součástí je transportní pás sloužící jako nakládací stůl, lis *c* má dvojitý stůl a karuselový lis *d* je vybaven třemi otočnými stoly. Nastavená teplota lisu musí být udržována v určitém rozsahu. Přítlak musí být rovnoměrný po celé ploše. Deska lisu musí mít optimální rozměr a musí být nastavitelná přesná doba lisování.



Obr. 19 Schematické uspořádání diskontinuálních lisů [19]

Stroje pro kontinuální potiskování (kalandry) se používají pro potisk metrového zboží. Sestávají z vytápěného válce, na který se přitiskne textilie, na níž má být barvivo přeneseno, a přenosový papír. Princip kontinuálního přenosového tisku je znázorněn na obrázku 20 [19].



Obr. 20 Princip kontinuálního přenosového tisku: 1 – vyhříváný válec, 2 – nepotištěná textilie, 3 – potištěná textilie, 4 – přenosový papír potištěnou stranou směrem k textilií, 5 – použitý papír [21]

Experimentální část

7. Experiment

Experimentální část diplomové práce se zabývá zjištěním vlivu technologie sublimačního tisku na vybrané vlastnosti pletenin určených pro výrobu tepelně-izolační vrstvy oděvu. Výzkum sestává ze sledu experimentálních měření, jež zahrnují propustnost vzduchu, termofyzikální parametry a tloušťku textilie.

7.1 Charakteristika použitých vzorků

Pro experiment byla zvolena zátažná jednolící pletenina Tecnostretch od firmy Pontetorto. Vzorky pleteniny pro experiment poskytla firma Direct Alpine s.r.o. Výrobky z této pleteniny jsou používány jako tepelně-izolační vrstva oděvu (viz kapitola 3.1). Pletenina je v práci označována jako FP (FP = fialová pletenina). Pomocí přenosového sublimačního tisku byla tato pletenina potištěna.

V průběhu experimentu vyvstala potřeba potištění dalšího materiálu pro zjištění vlivu podmínek přenosového procesu na měřené vlastnosti. Kvůli komplikacím s nedostatkem textilie firma Direct Alpine s.r.o. nabídla stejný typ textilie Tecnostretch v jiné barvě – šedé. Tato pletenina je v práci označována jako SP (SP = šedá pletenina). Pletenina SP by měla být charakterizována stejnými parametry jako pletenina FP.

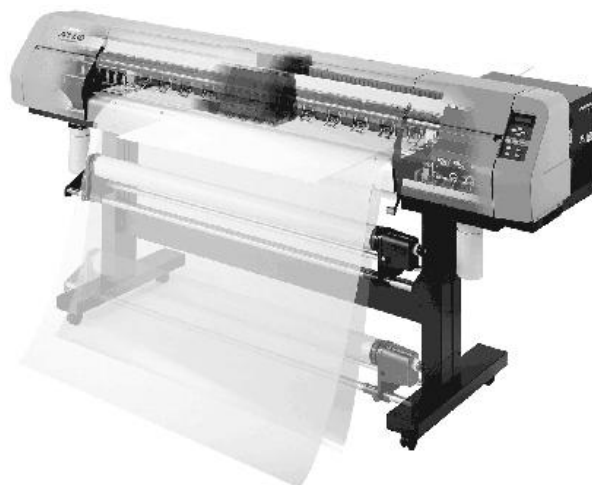
V tabulce 2 jsou uvedeny charakteristiky zvolených vzorků pletenin. Složení a plošná hmotnost pletenin jsou uvedeny dle popisu výrobce.

Tab. 2 Charakteristika pleteniny

Označení vzorku	Složení	Plošná hmotnost	Vazba	Úprava
FP	polyester 88%/elastan 12%	206 [g.m ⁻²]	zátažná jednolící	počesaná rubová strana pleteniny
SP	dtto	dtto	dtto	dtto

7.2 Úprava vzorků pletenin potištěním

Vzorky pletenin FP a SP byly z lícové strany potištěny technologií sublimačního tisku na zařízeních tiskařské dílny katedry designu Fakulty textilní Technické univerzity v Liberci. Přenosový papír byl potištěn pomocí digitální tiskárny JV4-130 firmy Mimaki (obr. 21) sublimačními inkousty. Tato digitální tiskárna umožňuje jak tisk pigmentovými inkousty přímo na textilií, tak potisk papíru inkousty sublimačními [26].



Obr. 21 Digitální tiskárna JV4-130 firmy Mimaki [26]

Disperzní barviva natištěná na přenosovém papíru byla přesublimována pomocí diskontinuálního lisu (schéma lisu viz kapitola 6.3.1.5., obr. 19 a).

Podmínky přenosu pro pleteninu FP byly nastaveny následovně:

- teplota při přenosu: 180 °C;
- doba přenosu: 57 s;
- přítlak byl regulován tak, aby zajistil celoplošný styk textilie s přenosovým papírem a zabránil posunu papíru po textilií v průběhu sublimace barviva. Použitý lis neumožňuje změnit přítlak.

Měření diskutovaná na následujících stranách se uskutečnila na třech vzorcích pleteniny FP:

- nepotištěná pletenina (označena N);
- potištěná pletenina (označena P);
- nepotištěná pletenina po působení tepla a tlaku (lisovaná, bez barviva) – v textu dále jako lisovaná pletenina (označena L).

Podmínky přenosu pro pleteninu SP byly pro zjištění **vlivu teploty** nastaveny následovně:

- teplota při přenosu: 180 °C, 190 °C, 200 °C, 210 °C a 220 °C. (rozsah teplot byl zvolen na základě typické přenosové teploty, kterou uvádí Rattee [20] – viz kapitola 6.3.1.4);
- doba přenosu: 57 s;
- přítlak byl regulován tak, aby zajistil celoplošný styk textilie s přenosovým papírem a zabránil posunu papíru po textili v průběhu sublimace barviva. Použitý lis neumožňuje změřit přítlak. Pro všechny vzorky byl nastaven konstantní přítlak.

Podmínky přenosu pro pleteninu SP byly pro zjištění **vlivu přítlaku** nastaveny následovně:

- teplota při přenosu: 190 °C;
- doba přenosu: 57 s;
- použitý lis neumožňuje změřit přítlak, proto byly pro potřeby diplomové práce zavedeny termíny „*vysoký přítlak*“ a „*nízký přítlak*“.

Měření diskutovaná na následujících stranách se uskutečnila na osmi vzorcích pleteniny SP:

- nepotištěná pletenina (označena N);
- potištěná pletenina, teplota při přenosu barviva: 180 °C (označena P 180 °C);
- potištěná pletenina, teplota při přenosu barviva: 190 °C (označena P 190 °C);
- potištěná pletenina, teplota při přenosu barviva: 200 °C (označena P 200 °C);
- potištěná pletenina, teplota při přenosu barviva: 210 °C (označena P 210 °C);
- potištěná pletenina, teplota při přenosu barviva: 220 °C (označena P 220 °C);
- nepotištěná pletenina po působení tepla a tlaku (lisovaná, bez barviva) – v textu dále jako lisovaná pletenina, přítlak při přenosu barviva: „*nízký*“ (označena L – nízký přítlak);
- nepotištěná pletenina po působení tepla a tlaku (lisovaná, bez barviva) – v textu dále jako lisovaná pletenina, přítlak při přenosu barviva: „*vysoký*“ (označena L – vysoký přítlak).

Náhledy vybraných vzorků jsou zobrazeny na obrázku 22.



Obr. 22 Náhledy vzorků FP a SP

7.3 Provedená měření

Vlastní experiment je pro přehlednost rozdělen do tří částí. První část se zabývá zjištěním, zda se vzorky FP a SP shodují v základních parametrech. Druhá část se věnuje vlivu technologie sublimačního tisku na měřené vlastnosti. Třetí část zkoumá vliv podmínek při procesu přenosu barviva na měřené vlastnosti. V tabulkách 3 - 5 je systematicky znázorněn průběh experimentu a provedená měření.

Tab. 3 Základní parametry vzorků

Označení vzorku	Charakteristika vzorku	Provedená měření			
		Ověření materiálového složení	Hustota pleteniny	Plošná hmotnost	Tloušťka
FP	N	✓	✓	✓	✓
SP		✓	✓	✓	✓

Tab. 4 Vliv technologie sublimačního tisku

Označení vzorku	Charakteristika vzorku		Provedená měření		
			Prodyšnost	Termofyzikální parametry	Tloušťka
FP	N	Líc	✓	✓	✓
		Rub	✓	✓	✓
	P	Líc	✓	✓	✓
		Rub	✓	✓	✓
	L	Líc	✓	✓	✓
		Rub	✓	✓	✓
	N – vypraný	Líc	✓	✗	✗
		Rub	✓	✗	✗
	P – vypraný	Líc	✓	✗	✗
		Rub	✓	✗	✗
	L – vypraný	Líc	✓	✗	✗
		Rub	✓	✗	✗

Pozn.: ✓ měření provedeno, ✗ měření neprovedeno, FP – fialová pletenina, SP – šedá pletenina, N – nepotištěná pletenina, P – potištěná pletenina, L – lisovaná pletenina

Tab. 5 Vliv podmínek technologie sublimačního tisku

Označení vzorku	Charakteristika vzorku		Podmínky přenosového procesu			Provedená měření		
			Teplota lisování [°C]	Přítlak*	Doba přenosu [s]	Prodyšnost	Termofyzikální parametry	Tloušťka
SP	N	Líc	-	-	-	✓	✓	✓
		Rub				✓	✓	✓
	P	Líc	180	Konstantní	Konstantní	✓	✓	✓
		Rub				✓	✓	✓
		Líc	190			✓	✓	✓
		Rub				✓	✓	✓
		Líc	200			✓	✓	✓
		Rub				✓	✓	✓
		Líc	210			✓	✓	✓
		Rub				✓	✓	✓
		Líc	220			✓	✓	✓
		Rub				✓	✓	✓
	L	Líc	Konstantní	Nízký	Konstantní	✓	✓	✓
		Rub				✓	✓	✓
Líc		Vysoký		✓		✓	✓	
Rub				✓		✓	✓	

*pro potřeby diplomové práce byly zavedeny termíny „nízký přítlak“ a „vysoký přítlak“

Pozn.: ✓ měření provedeno, SP – šedá pletenina, N – nepotištěná pletenina, P – potištěná pletenina, L – lisovaná pletenina

Všechna měření byla provedena s maximálním počtem měření 10, proto bylo prováděno hodnocení pro malé výběry. Odhad střední hodnoty byl prováděn aritmetickým průměrem, spolehlivost měření byla hodnocena 95% intervalem spolehlivosti.

7.4 Základní parametry

V průběhu experimentu se ukázala potřeba navýšit počet měření a zkoumat vliv dalších parametrů. Firma Direct Alpine s.r.o. poskytla postupně dvě různé šarže plošné textilie – pleteniny, které výrobce označil jako stejný materiál. Na úvod byly ověřeny základní parametry: materiálové složení, hustota pleteniny, plošná hmotnost a tloušťka.

7.4.1 Ověření materiálového složení

Pro ověření materiálového složení obou vzorků FP a SP byla využita metoda termické analýzy.

Popis přístroje DSC 6

Metodou diferenční skenovací kalorimetrie (DSC) na přístroji DSC 6 (Diferenční skenovací kalorimetr, na obrázku 23) byly vzorky lineárně zahřívány. Byla souvisle měřena rychlost tepelného toku ve vzorcích. Tato rychlost je úměrná okamžitému měrnému teplu. Dvě stejné nádobky uvnitř přístroje slouží jako nosiče dvou vzorků – měřeného a referenčního. Je měřena teplotní diference mezi oběma nosiči vzorků. Tato diference se vyrovnává na nulovou hodnotu zjišťováním tepelného proudu. Tedy teplota měřeného vzorku se udržuje izotermní s referenčním vzorkem tím, že se do referenčního vzorku dodává teplo. Množství tepla, nutné k udržení izotermních podmínek, se zaznamenává v závislosti na čase nebo na teplotě. [27].



Obr. 23 Diferenční skenovací kalorimetr DSC 6 [28]

Postup měření

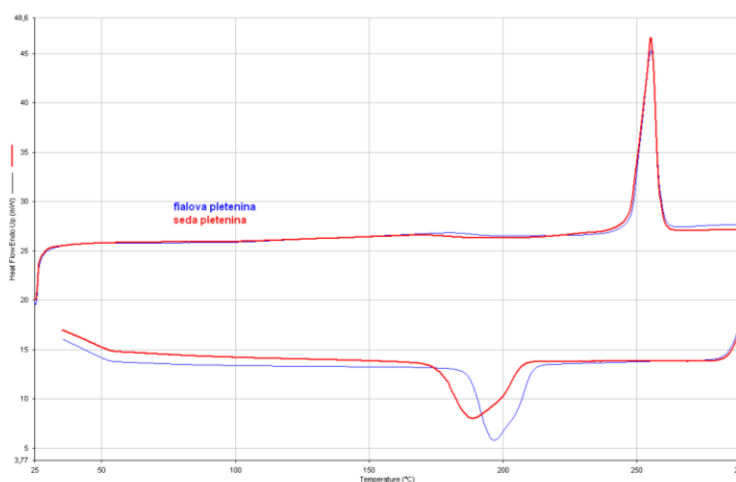
Pro termickou analýzu byly ze vzorků FP a SP vyseknuty malé kruhové vzorky. Pro zjištění, zda mají vzorky předepsanou nízkou hmotnost (cca 10 mg), byly zváženy. Následně byly vzorky slisovány do hliníkového obalu a vloženy na příslušné místo přístroje.

Zkušební podmínky

Pro měření byl nastaven následující program: teplota byla po dobu 1 minuty udržována na 25 °C, dále bylo provedeno zahřívání z teploty 25 °C až na teplotu 290 °C při rychlosti 15 °C·min⁻¹. Ochlazování materiálu z 290 °C na 25 °C opět proběhlo při rychlosti 15 °C·min⁻¹.

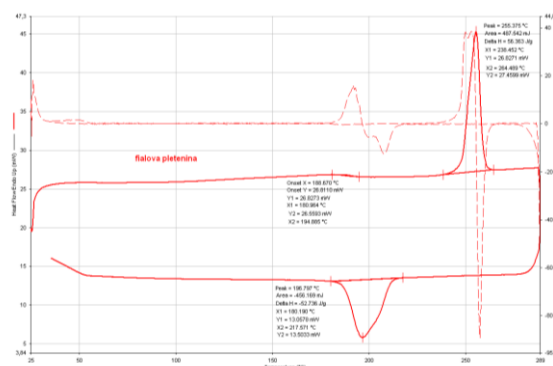
Výsledky a diskuze

Z porovnání křivek DSC vzorků FP a SP (obr. 24) lze zjistit, že se jedná o materiály stejného složení. Průběh křivek ukazuje na složení materiálů, v obou případech se jedná o polyester.

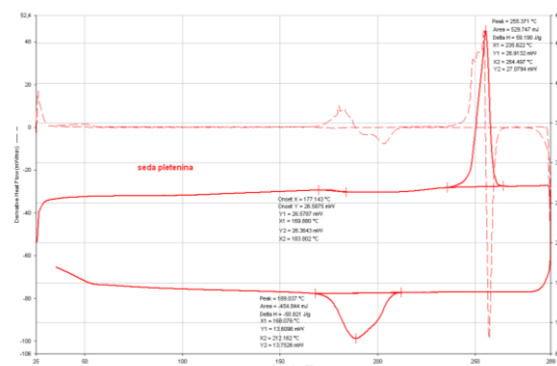


Obr. 24 Porovnání křivek DSC vzorků FP a SP

Po derivaci funkce se zjistí její extrémny. Z obrázku 25 lze vypočítat, že u vzorku FP dochází k tání v rozmezí teplot 238,5 – 264,5 °C. Materiál byl fixován při teplotě 181,0 °C. Z obrázku 26 lze vyčíst, že k tání vzorku SP dochází v rozsahu teplot 235,6 – 264,5 °C. K fixaci materiálu došlo při teplotě 169,9 °C. Větší obrázky jsou přiloženy v příloze A (obr. A.1 a obr. A.2).



Obr. 25 Křivka DSC pro vzorek FP



Obr. 26 Křivka DSC pro vzorek SP

Rozdíl mezi oběma zkoumanými vzorky je tedy pouze v teplotě, při které byly fixovány, což ovšem nemá vliv na zkoumané termofyziologické vlastnosti.

7.4.2 Hustota pleteniny

Hustota sloupků a hustota řádků je analogickým parametrem k dostavě tkaniny. Udává se počet sloupků a počet řádků na 1 m a plošná hustota (celková hustota), tedy počet oček na 1 m² [13].

Postup měření

Byl zjištěn počet sloupků a počet řádků na 1 cm, následně zjištěn počet sloupků a řádků na 1 m. Hustota sloupků H_s a hustota řádků H_r byla zjištěna jako aritmetický průměr z pěti měření.

Výsledky a diskuze

U obou vzorků FP a SP byla naměřena shodná hustota sloupků, shodná hustota řádků a tedy i shodná hustota celková (viz tab. 6).

Tab. 6 Hustota pletenin

Označení vzorku	H_s [sl·m ⁻¹]	H_r [ř·m ⁻¹]	H_c [oč·m ⁻²]
FP	1 500	2 000	3 000 000
SP	1 500	2 000	3 000 000

7.4.3 Plošná hmotnost textilie

Plošná hmotnost je dle normy [29] definována jako hmotnost textilie o známé ploše, která je vztažena na tuto plochu. Vyjadřuje se v [g·m⁻²].

Postup měření

Vzorky textilie o ploše 100 cm² byly přesně vystřiženy, zváženy na digitálních vahách a byly vypočítány hodnoty plošné hmotnosti.

Výsledky a diskuze

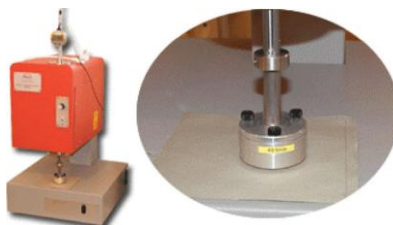
Plošná hmotnost vzorku FP je $225,2 \pm 1,9$ g·m⁻². Plošná hmotnost vzorku SP je $231,9 \pm 1,4$ g·m⁻². Hodnoty plošné hmotnosti vzorku FP a vzorku SP se mírně liší (cca o 3 %). Jedná se nicméně o orientační měření z pěti vzorků. V příloze A je uvedena tabulka naměřených hodnot spolu se statistickým vyhodnocením (tab. A.1) a grafickým vyjádřením (obr. A.3).

7.4.4 Tloušťka textilie

Tloušťka textilie je podle normy [30] definována jako kolmá vzdálenost mezi základní deskou, na které je umístěn vzorek materiálu a deskou, která na textilií působí definovaným přitlakem.

Popis přístroje SDL M034A

Tloušťka textilie byla měřena pomocí přístroje SDL M034A (obr. 27). Přístroj je vybaven přitlačným kotoučem o ploše 20 cm² a 100 cm². Je možné použít sílu od 0,1 do 200 N. Součástí přístroje je počítačový software a tiskárna. [31]. Další možnost měření tloušťky textilie poskytuje přístroj Alambeta. Na tomto přístroji bylo v rámci měření termofyzikálních parametrů provedeno dodatečné měření tloušťky textilie v kapitole 7.5.1, kde je provedena i následná diskuze.



Obr. 27 Digitální tloušťkoměr SDL M034A, vpravo detail přitlačné patky [31]

Postup měření

Nejprve se nastaví jednotky pro zatížení a tloušťku. Zvolí se přitlačná plocha a velikost přitlaku. Vzorek se vloží do prostoru mezi základní deskou a přitlačnou patkou. Je nutné vynulovat hodnotu zátěže, neboť vzorek má vlastní hmotnost. Přitlačná patka se přibližuje k vzorku až do hodnoty požadovaného přitlaku, kdy je změřena tloušťka.

Zkušební podmínky – SDL M034A

Vzhledem k úpravě textilie – počesání – byl zvolen alternativní přitlak 100 Pa a plocha přitlačné patky 100 cm². Měření probíhalo za běžných klimatických podmínek.

Výsledky a diskuze

Tloušťka vzorku FP je $2,32 \pm 0,03$ mm. Tloušťka vzorku SP je $2,19 \pm 0,03$ mm. Vzorek FP vykazuje hodnotu tloušťky textilie o 6 % větší, než vzorek SP. Tabulky naměřených hodnot a grafické vyjádření výsledků jsou zobrazeny v příloze A (tab. A.2, tab. A.3 a obr. A.4). Tloušťka textilie významně ovlivňuje prodyšnost textilie a její tepelně-izolační vlastnosti. V textilií o větší tloušťce je uzavřeno větší množství vzduchu, klidný vzduch má vynikající tepelně izolační vlastnosti. Hodnoty prodyšnosti textilie a termofyzikální parametry zkoumané v následující části experimentu se proto u vzorku FP a SP budou pravděpodobně lišit.

7.5 Vliv technologie sublimačního tisku

Druhá část experimentu se věnuje vlivu technologie sublimačního tisku na měřené vlastnosti, kterými jsou prodyšnost a termofyzikální parametry. Jako doplňující měření bylo provedeno měření tloušťky textilie. Tato část experimentu je provedena jednak pro porovnání dvou šarží stejného typu materiálu (FP a SP) a jednak pro zjištění dalších vlivů. Další vlivy jsou diskutovány jen pro vzorek označený FP.

7.5.1 Vliv technologie sublimačního tisku na tloušťku textilie

Tloušťka textilie byla měřena v rámci měření termofyzikálních parametrů na přístroji Alambeta (popis přístroje a postup měření viz kapitola 7.5.3). Vzhledem k úpravě rubové strany textilie – počesání – je vhodné zvolit nižší přítlak, proto byla tloušťka měřena též na přístroji SDL M034A (popis přístroje a postup měření viz kapitola 7.4.4).

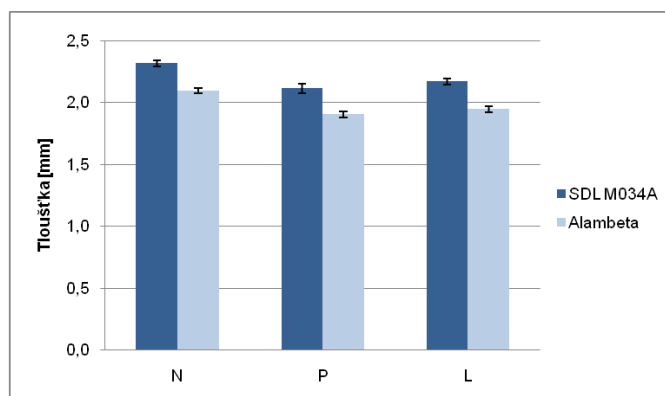
Zkušební podmínky

Na přístroji Alambeta byl po celou dobu měření termofyzikálních parametrů nastaven přítlak 250 Pa. Měření probíhalo v klimatizované laboratoři. Na přístroji SDL M034A byl vzhledem k úpravě textilie – počesání – zvolen alternativní přítlak 100 Pa a plocha přítlačné patky 100 cm². Měření probíhalo za běžných klimatických podmínek.

Výsledky a diskuze

Výsledky měření jsou obsaženy v příloze A (tab. A.2 a tab. A.4). Lze konstatovat, že:

- Hodnoty tloušťky měřené na přístroji Alambeta a měřené na přístroji SDL M034A se mírně liší, a to o cca 10 %. Rozdíl je způsoben rozdílným přítlakem.
- Při nižším i vyšším přítlaku lze konstatovat stejný trend, a to, že nepotištěná textilie vykazuje větší tloušťku než potištěná a lisovaná textilie, a to o cca 9 %.
- Mezi potištěnou a lisovanou textilí v hodnotě tloušťky není statisticky významný rozdíl (obr. 28).



Obr. 28 Tloušťka textilie (vzorek FP)

7.5.2 Vliv technologie sublimačního tisku na prodyšnost textilie

Propustnost vzduchu (prodyšnost) je podle normy [32] definována jako rychlost proudu vzduchu, který prostupuje kolmo plochou vzorku. Jsou stanoveny určité podmínky pro zkušební plochu, dobu a tlakový spád.

Popis přístrojů SDL M021S a METEFEM FF 12/A

Pro zjišťování prodyšnosti byly využity přístroje SDL M021S (obr. 29 vlevo) a METEFEM FF 12/A (obr. 29 vpravo). Přístroje pro zjišťování prodyšnosti pracují na následujícím principu: ventilátor přístroje nasává vzduch z okolního prostředí přes vzorek textilie. Množství vzduchu prošlého textilií se měří plovákovým průtokoměrem a lze jej odečíst na stupnici průtokoměru. Podtlak se reguluje pomocí ventilu a měří se manometrem. Z přístroje se získá objem vzduchu, který textilie propustila [4].



Obr. 29 Vlevo přístroj SDL M021S [33], vpravo přístroj METEFEM FF 12/A [34]

Postup měření

Textilie se upne do měřicí čelisti. Otevře se ventil průtokoměru a zreguluje se tlakový spád na požadovanou hodnotu. Po ustálení se na stupnici průtokoměru odečte rychlost průtoku vzduchu.

Zkušební podmínky SDL M021S

Zkušební podmínky byly následující: plocha upínací čelisti: 20 cm², tlakový spád: 40 Pa, 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa. Měření probíhalo v klimatizované laboratoři.

Zkušební podmínky METEFEM FF 12/A

Zkušební podmínky byly následující: plocha upínací čelisti: 20 cm², tlakový spád: 40 Pa, 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa. Měření probíhalo za běžných klimatických podmínek.

Výsledky měření a jejich statistická vyhodnocení jsou zdokumentovány v příloze B. V průběhu provádění experimentu se vyskytly jisté problémy, kdy bylo třeba upravit metodiku, případně hodnocení. Experiment měření a hodnocení prodyšnosti je dělen do následujících částí:

- **porovnání dvou šarží stejného typu materiálu (vzorky FP a SP);**
- **porovnání přístrojů na měření prodyšnosti (vzorek FP);**
- **vliv tlakového spádu na prodyšnost (vzorek FP);**
- **vliv lícové/rubové strany textilie (vzorek FP);**
- **vliv finální úpravy – potištění, lisování (vzorek FP);**
- **vliv vyprání textilie (vzorek FP).**

Výsledky a diskuze – porovnání dvou šarží stejného typu materiálu

Výsledky měření jsou uvedeny v příloze B (tab. B.2 až tab. B.5 a tab. B.10 až tab. B.13) a graficky znázorněny tamtéž na obrázku B.1. Lze konstatovat společné základní trendy:

- Hodnoty prodyšnosti z lícové strany textilie jsou vyšší než hodnoty prodyšnosti z rubové strany textilie u obou vzorků FP a SP.
- Při nejnižším tlakovém spádu 40 Pa není statisticky významný rozdíl v prodyšnosti mezi FP a SP.

Rozdíl byl zaznamenán:

- Textilie FP vykazuje při tlakových spádech 50 – 150 Pa vyšší hodnoty prodyšnosti než textilie SP ve směru prostupu vzduchu textilií z lícové i rubové strany. Důvodem je patrně větší tloušťka a nižší plošná hmotnost naměřená u vzorku FP. Procentuální rozdíl v prodyšnosti mezi vzorky FP a SP je uveden v příloze B (tab. B.14).

V tomto experimentu nelze porovnat potištěnou FP (FP – P) s potištěnou SP (SP – P) a lisovanou FP (FP – L) s lisovanou SP (SP – L), protože není jisté, zda přenos disperzního barviva probíhal za stejného přitlaku. Přitlak na použitém diskontinuálním lisu nelze změřit. Pro zkoumání dalších trendů je použita pouze jedna šarže materiálu: vzorek FP.

Výsledky a diskuze – porovnání přístrojů na měření prodyšnosti

Na přístroji SDL M021S byla měřena prodyšnost na nepotištěné a na potištěné textilii (vzorek FP). Tento přístroj ovšem poskytoval pro měření dané textilie pouze maximální tlakový spád 40 Pa. Přístroj METEFEM FF 12/A dovoľoval nastavení vyšších tlakových spádů, a proto bylo rozhodnuto dále provádět měření na přístroji METEFEM FF 12/A. Na tomto přístroji byly hodnoty prodyšnosti naměřeny při tlakových spádech 40 Pa (pro porovnání s měřením na přístroji SDL M021S), 50 Pa, 100 Pa a 150 Pa na nepotištěné a na potištěné textilii. Kvůli zjištění rozdílu v hodnotách prodyšnosti a za účelem posouzení, zda tento rozdíl způsobuje barvivo nebo podmínky lisování, bylo

přístupeno k měření prodyšnosti na části textilie, která se účastnila lisování. Na této části textilie ovšem nebylo přeneseno žádné barvivo.

Výsledky měření jsou uvedeny v příloze B (tab. B.1 a tab. B.2), graf zobrazující porovnání měření na přístroji SDL M021S a na přístroji METEFEM FF 12/A je zobrazen tamtéž (obr. B.2). Měření na přístrojích SDL M021S a METEFEM FF 12/A se neshoduje. Příčinou této neshody je pravděpodobně neshodné nastavení. Zkoumání tohoto jevu nebylo náplní práce, větší důraz byl kladen na vystižení relativních změn ve struktuře textilie během finální úpravy potištění pomocí technologie sublimačního tisku.

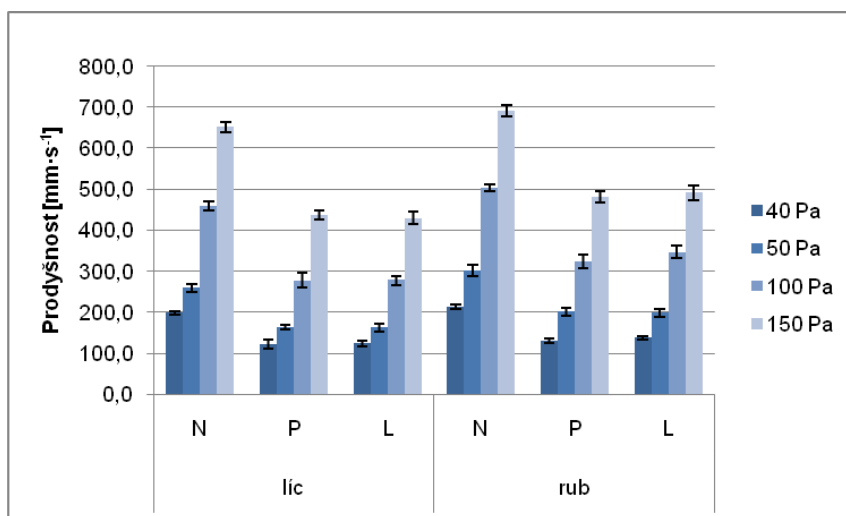
V následujícím textu jsou zjištěné trendy zobrazeny na stejných datech v odlišném uspořádání. Tento formát je zvolen pro větší názornost.

Výsledky a diskuze – vliv tlakového spádu na prodyšnost

Tlakový spád byl zregulován na 40 Pa, 50 Pa, 100 Pa a 150 Pa. Výsledky měření jsou uvedeny v příloze B (tab. B.2 až tab. B.5).

Lze konstatovat, že:

- Se stoupajícím tlakovým spádem prodyšnost textilie vzrůstá u všech vzorků textilie (obr. 30).



Obr. 30 Vliv tlakového spádu na prodyšnost (vzorek FP)

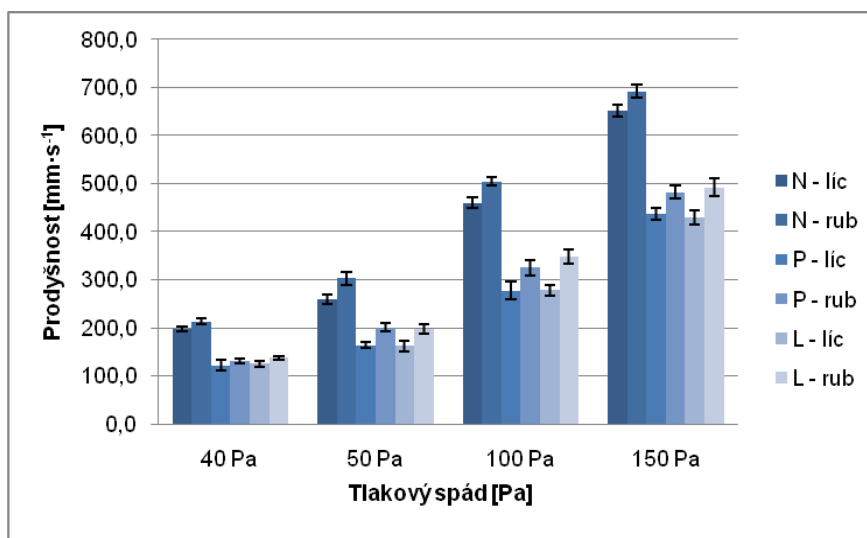
Výsledky a diskuze – vliv lícové/rubové strany textilie

Rubová strana textilie je na rozdíl od lícové strany textilie počesaná. Výsledky měření jsou uvedeny v příloze B (tab. B.2 až tab. B.5).

Lze konstatovat, že:

- Při tlakovém spádu 40 Pa není statisticky významný rozdíl v prodyšnosti v závislosti na směru prostupu vzduchu textilií. U vyšších tlakových spádů

(50 - 150 Pa) dochází k diferenciaci a prodyšnost z rubové strany textilie je statisticky významně vyšší, u tlakového spádu 50 Pa o cca 14 %, u tlakového spádu 100 Pa o cca 9 % a u tlakového spádu 150 Pa o cca 6 % (obr. 31).

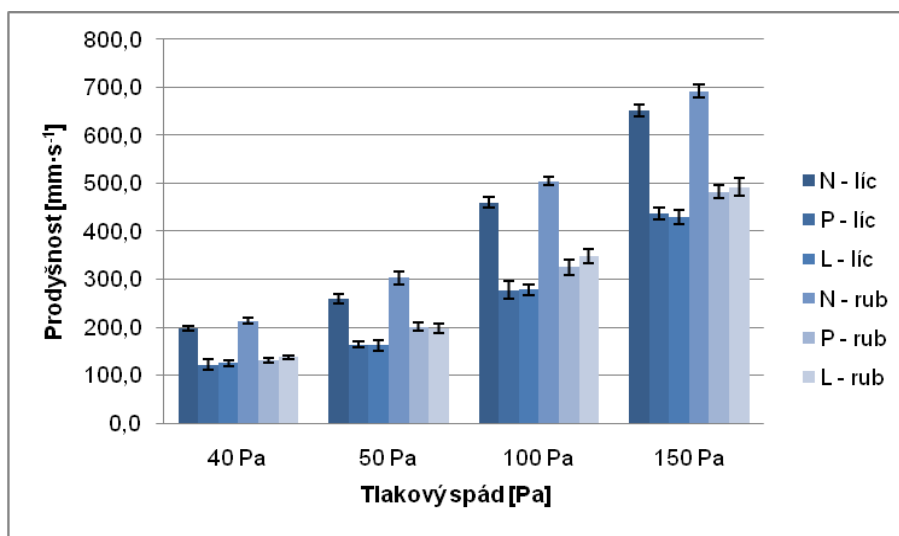


Obr. 31 Vliv lícové/rubové strany textilie (vzorek FP)

Výsledky a diskuze – vliv finální úpravy – potištění, lisování

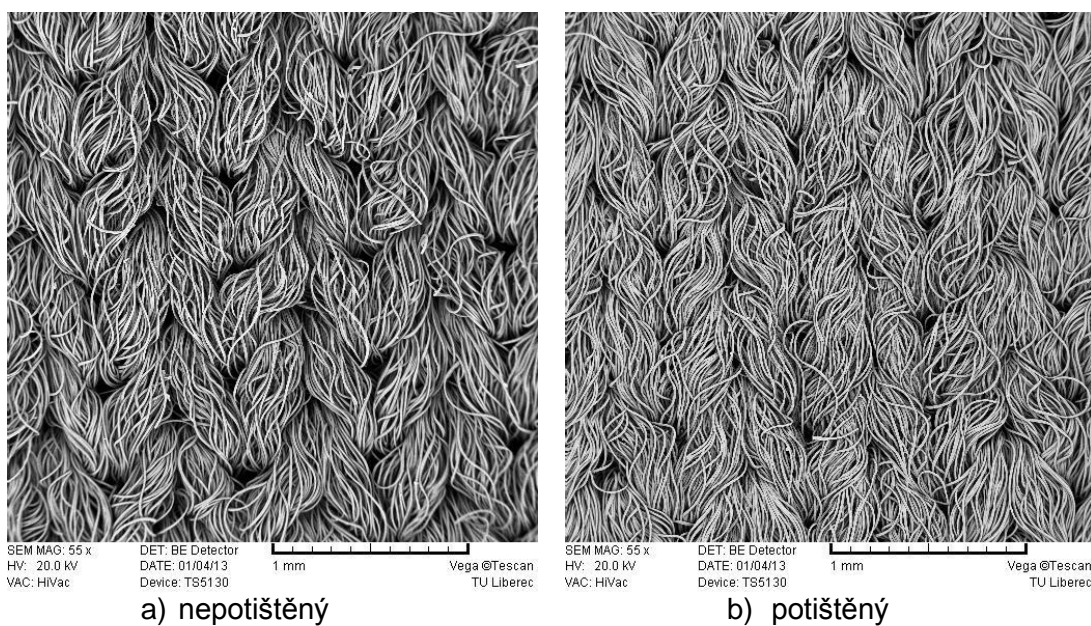
Výsledky měření jsou uvedeny v příloze B (tab. B.2 až tab. B.5). Lze konstatovat, že:

- Nepotištěná textilie vykazuje nejvyšší prodyšnost ve směru prostupu vzduchu z lícové i rubové strany.
- Potištěná textilie a lisovaná textilie mají ve směru prostupu vzduchu z lícové i rubové strany stejnou hodnotu prodyšnosti (obr. 32), která je statisticky významně nižší než u původních nepotištěných vzorků. Přehled procentuálních hodnot, na které klesly původní hodnoty prodyšnosti nepotištěné textilie, je uveden v příloze B (tab. B.15).

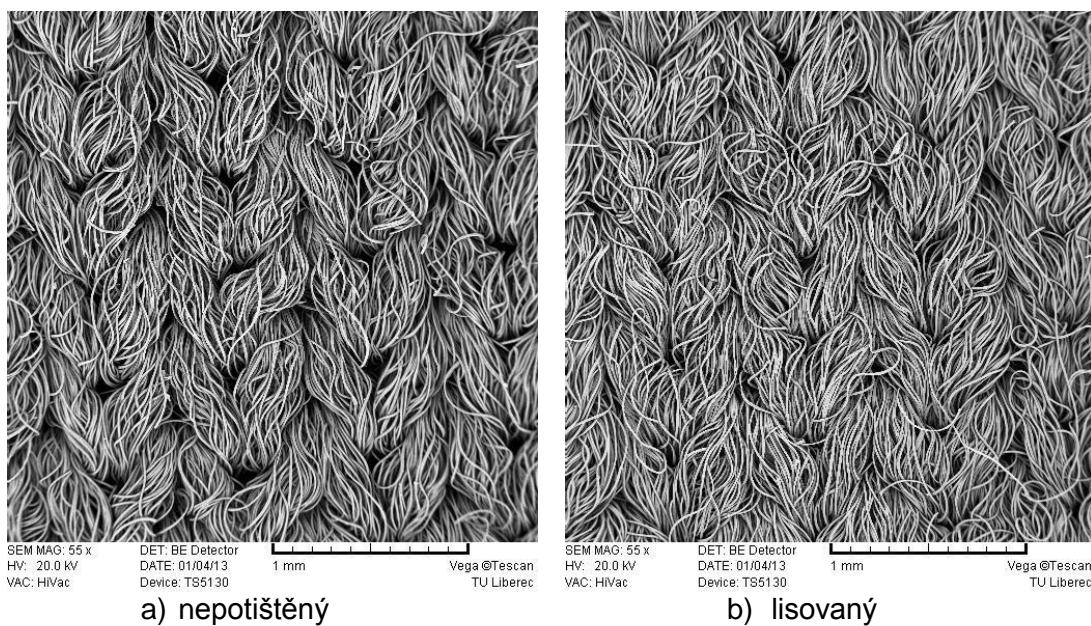


Obr. 32 Vliv finální úpravy – potištění, lisování (vzorek FP)

Dochází tedy ke změně hodnoty prodyšnosti mezi vzorky neupravenými a vzorky po finální úpravě. Z tohoto poznatku lze vyvodit, že změna prodyšnosti je ovlivněna změnou struktury textilie vlivem podmínek lisování při procesu přenosu barviva z přenosového papíru na textilii za působení tepla a přítlaku. Změna struktury textilie je zřejmá jak z obrázku 33, tak z obrázku 34. Jedná se o obrazy získané pomocí skenovacího elektronového mikroskopu. Jak je možno vidět, vlákenná struktura byla při procesu potištění resp. lisování slisována. Došlo ke zmenšení mezivláknových a mezinitných pórů, a byla tak snížena porozita pleteniny.

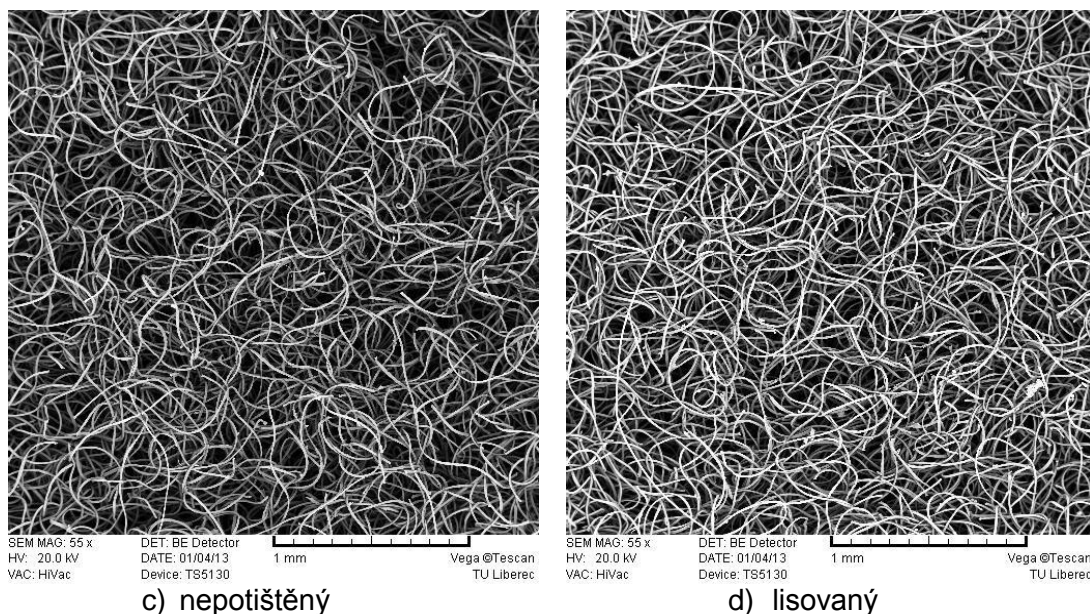


Obr. 33 Vzorek FP z lícové strany



Obr. 34 Vzorek FP z lícové strany

Na obrázku 35 jsou zobrazeny počesané rubové strany nepotištěného a lisovaného vzorku textilie.



c) nepotištěný

d) lisovaný

Obr. 35 Vzorek FP z rubové strany

Výsledky a diskuze - prodyšnost po vyprání textilie

Pro zjištění, zda se změní hodnoty prodyšnosti po vyprání vzorku textilie, byl vzorek FP vyprán podle doporučené údržby výrobce při teplotě 30 °C. Hodnoty prodyšnosti po vyprání textilie se statisticky významně nezměnily. Byl tak potvrzen předpoklad, že fixace struktury textilie v průběhu procesu přenosu barviva na textilií je trvalá (viz kapitola 6.3). Tabulky zjištěných hodnot prodyšnosti vyprané textilie spolu s grafickým vyjádřením jsou zdokumentovány v příloze B (tab. B.6 až tab. B.9, obr. B.3). Porovnání textilie před vypráním a po vyprání je taktéž k nahlédnutí v příloze B (obr. B.4).

7.5.3 Vliv technologie sublimačního tisku na termofyzikální parametry textilie

Tepelně-izolační vlastnost plošné textilie vytváří vzduch, který je staticky uzavřený ve struktuře textilie a neprojevuje se u něj téměř žádné proudění [17]. Každá z oděvních vrstev se vyznačuje jinými hodnotami odvodu tepla. [4]. Termofyzikální parametry textilie, kterými jsou měrná tepelná vodivost, měrná teplotní vodivost, tepelná jímavost, plošný odpor vedení tepla a tepelný tok, byly měřeny na přístroji Alambeta. Pro určování těchto parametrů jsou na FT TUL k dispozici i další přístroje: např. přístroj Togmeter SDL M259 (KOD), ale pro rychlost měření byl zvolen právě přístroj Alambeta.

Popis přístroje Alambeta

Podle [3] je výhodou přístroje nedestruktivní měření. Přístroj je poloautomatický, řízený počítačem a umožňuje současně vyhodnotit statistické hodnoty naměřených dat. Zahrnuje také autodiagnostický program, který zamezuje chybným operacím přístroje. Měřicí hlavice se ohřívá na teplotu odpovídající průměrné teplotě lidské pokožky, a to na 32 °C. Simulují se tak skutečné podmínky při hodnocení tepelného omaku. Měřený vzorek textilie se udržuje na teplotě 22 °C. Taktéž časová konstanta systému na zjišťování tepelného toku má nastavenou podobnou hodnotu jako lidská pokožka, a to 0,07 s [3]. Přístroj Alambeta je uveden na obrázku 36.



Obr. 36 Přístroj Alambeta [36]

Postup měření

Princip měření spočívá v přímém měření tepelného toku. Snímač tepelného toku je připevněn ke kovovému bloku s konstantní teplotou lišící se od teploty vzorku. Vzorek je položen na základně přístroje pod měřicí hlavici. Po spuštění měření sjede hlavice s měřícím systémem směrem k vzorku a dotkne se jeho povrchu. V momentě doteku se povrchová teplota vzorku změní a průběh tepelného toku se zaznamená. Zároveň se pomocí fotoelektrického senzoru změří tloušťka vzorku [3, 4].

Zkušební podmínky

Přítlak byl po celou dobu měření termofyzikálních parametrů nastaven na 250 Pa. Měření probíhalo v klimatizované laboratoři.

V následující tabulce 7 jsou uvedeny veličiny, které byly naměřeny na přístroji Alambeta [3].

Tab. 7 Veličiny naměřené na přístroji Alambeta [3]

Značení	Veličina	Jednotka
λ	měrná tepelná vodivost	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
a	měrná teplotní vodivost	$[m^2 \cdot s^{-1}]$
b	tepelná jímavost	$[W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}]$
r	plošný odpor vedení tepla	$[K \cdot m^2 \cdot W^{-1}]$
h	tloušťka	$[mm]$
q	tepelný tok	$[W \cdot m^{-2}]$

Výsledky měření a jejich statistická vyhodnocení jsou zdokumentovány v příloze C. V průběhu provádění experimentu se vyskytly jisté problémy, kdy bylo třeba upravit metodiku, případně hodnocení. Experiment měření a hodnocení je dělen do následujících částí:

- **porovnání dvou šarží stejného typu materiálu (vzorky FP a SP);**

Výsledky a diskuze - porovnání dvou šarží stejného typu materiálu

Termofyzikální parametry vzorků FP a SP se statisticky významně liší. Naměřené hodnoty spolu s grafickým vyjádřením měrné tepelné vodivosti, měrné teplotní vodivosti, tepelné jímavosti, plošného odporu vedení tepla a tepelného toku jsou přiloženy v příloze C (obr. C.1 až obr. C.5). Důvodem odlišností hodnot je patrně již konstatovaná odlišnost v hodnotách tloušťky a plošné hmotnosti. Pro zkoumání dalších trendů je použita pouze jedna šarže materiálu: vzorek FP.

- **vliv lícové/rubové strany textilie (vzorek FP);**
- **vliv finální úpravy – potištění, lisování (vzorek FP).**

7.5.3.1 Měrná tepelná vodivost

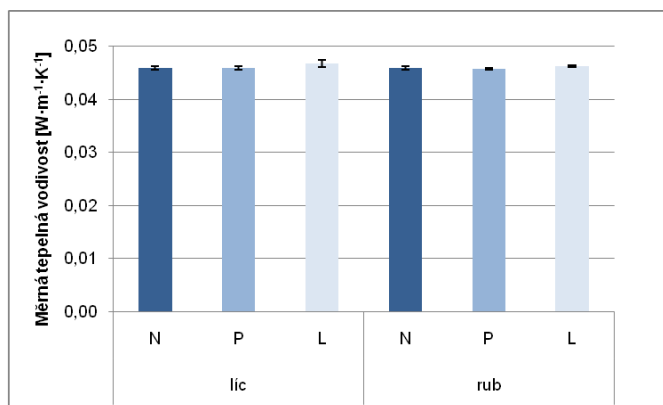
Podle normy [36] součinitel měrné tepelné vodivosti λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$] představuje množství tepla, které za určitou jednotku času proteče jednotkou délky a vytvoří teplotní rozdíl 1 K.

Výsledky a diskuze

Naměřené hodnoty jsou přiloženy v příloze C (tab. C.1). Lze konstatovat, že není statisticky významný rozdíl v hodnotách měrné tepelné vodivosti:

- mezi rubovou a lícovou stranou textilie;
- mezi nepotištěnými, potištěnými a lisovanými vzorky (obr. 37).

Schopnost vzorků vést teplo se potištěním textilie nemění.



Obr. 37 Měrná tepelná vodivost vzorku FP

7.5.3.2 Plošný odpor vedení tepla

Podle normy [36] je plošný odpor vedení tepla r [$\text{K}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$] určen poměrem tloušťky materiálu k měrné tepelné vodivosti. Plošný odpor vedení tepla je tím vyšší, čím je nižší tepelná vodivost.

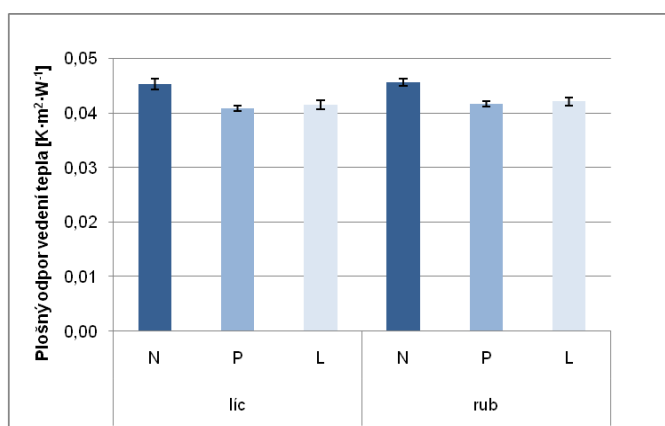
Výsledky a diskuze

Naměřené hodnoty jsou přiloženy v příloze C (tab. C.2). Hodnoty plošného odporu vedení tepla byly vypočteny z hodnot měrné tepelné vodivosti a hodnot tloušťky vzorku aktuálně změřených v témže měřícím kroku (hodnoty tloušťky jsou měřeny standardně na tomto přístroji při přítlaku 250 Pa). Nepotištěná textilie vykazuje větší tloušťku než potištěná a lisovaná textilie. Mezi potištěnou a lisovanou textilií v hodnotě tloušťky textilie není statisticky významný rozdíl. Tento fakt se projeví v hodnotách plošného odporu vedení tepla.

Lze konstatovat, že:

- Mezi lícovou a rubovou stranou textilie není v hodnotách plošného odporu vedení tepla statisticky významný rozdíl.
- Nepotištěná textilie vykazuje vyšší hodnotu plošného odporu vedení tepla než potištěná a lisovaná textilie, a to o cca 10 % (obr. 38).

Nepotištěná textilie má nižší schopnost vést teplo, než textilie potištěná a lisovaná. Tloušťka textilie patrně významně ovlivňuje množství vzduchu, které je v ní uzavřeno. Větší množství uzavřeného vzduchu v textilií má lepší tepelně-izolační vlastnost.



Obr. 38 Plošný odpor vedení tepla vzorku FP

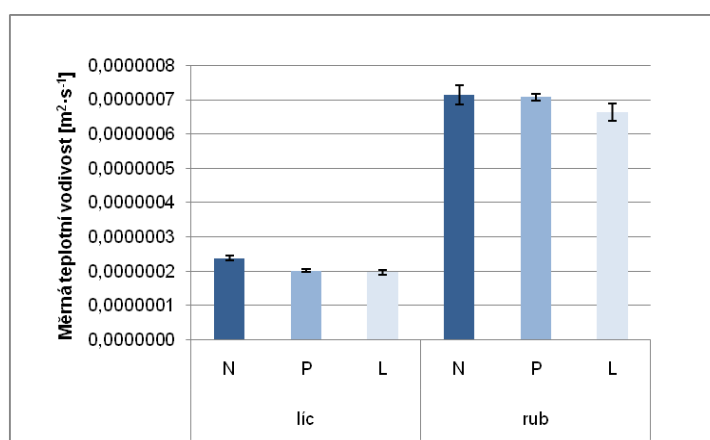
7.5.3.3 Měrná teplotní vodivost

Měrná teplotní vodivost a [$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$] udává schopnost textilie vyrovnávat teplotu. Textilie vyrovnává teplotu tím rychleji, čím je hodnota měrné teplotní vodivosti vyšší (při nestacionárním procesu) [36].

Výsledky a diskuze

Naměřené hodnoty jsou přiloženy v příloze C (tab. C.3). Lze konstatovat, že:

- Textilie vykazuje rozdíl v měrné teplotní vodivosti mezi lícovou a rubovou stranou (cca o 67 %). Rozdíl je způsoben odlišnou úpravou rubové strany textilie, která je počesaná. Počesaná rubová strana textilie vyrovnává teplotu rychleji než lícová strana textilie.
- Hodnoty měrné teplotní vodivosti jsou z lícové strany nepotištěné textilie významně statisticky vyšší (cca o 17 %) než hodnoty potištěné a lisované textilie, které vykazují stejné hodnoty (obr. 39). Lze tedy konstatovat, že z lícové strany nepotištěná textilie vyrovnává teplotu rychleji než textilie potištěná resp. lisovaná. Z rubové strany textilie tento trend není tak výrazný.



Obr. 39 Měrná teplotní vodivost vzorku FP

7.5.3.4 Tepelná jímavost

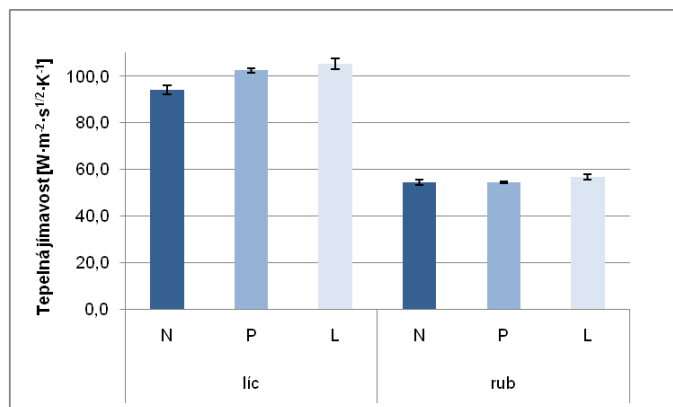
Tepelná jímavost b [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$] vyjadřuje množství tepla, které proteče za jednotku času jednotkou plochy při rozdílu teplot 1 K vlivem akumulace tepla v jednotkovém objemu. Tepelná jímavost charakterizuje tepelný omak. Textilie, která má větší absorpční schopnost (větší hodnotu parametru b), je pociťována na omak jako chladnější [36]. Tepelná jímavost je převážně povrchová vlastnost. Na její hodnotu může mít vliv finální povrchová úprava textilie, jako např. broušení, postřihování a aplikace upravněrenských prostředků [3].

Výsledky a diskuze

Naměřené hodnoty jsou přiloženy v příloze C (tab. C.4). Lze konstatovat, že:

- Textilie vykazuje v hodnotách tepelné jímavosti rozdíl mezi lícovou a rubovou stranou (cca o 42 %). Rozdíl je opět způsoben odlišnou úpravou rubové strany textilie, která je počesaná. Z lícové strany je textilie pociťována jako chladnější. Rubová strana textilie s úpravou počesání je na omak pociťována jako teplejší.

- Tepelná jímavost nepotištěné textilie z lícové strany je statisticky významně nižší (je pocíťována jako teplejší) než tepelná jímavost potištěné a lisované textilie, jejichž hodnoty z lícové strany vzrostly o cca 11 %. Rozdíly v hodnotách tepelné jímavosti z rubové strany textilie nejsou statisticky významné (obr. 40).



Obr. 40 Tepelná jímavost vzorku FP

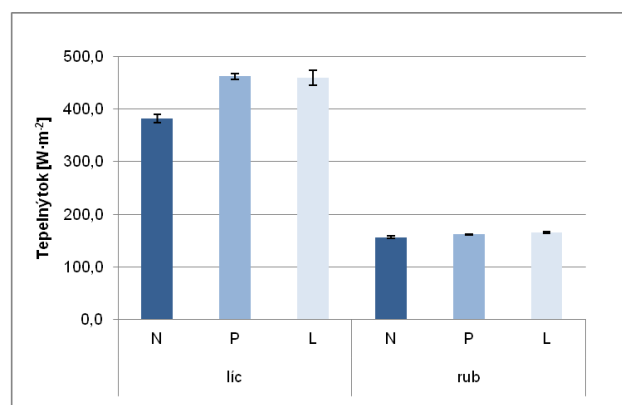
7.5.3.5 Tepelný tok

Tepelný tok q [$W \cdot m^{-2}$] udává množství tepla, které se šíří za jednotku času z hlavice přístroje o teplotě t_2 do textilie, jež má počáteční teplotu t_1 [36].

Výsledky a diskuze

Naměřené hodnoty jsou přiloženy v příloze C (tab. C.5). Lze konstatovat, že:

- Množství tepla, které proteče textilií z lícové strany, je větší, než množství tepla, které proteče textilií z rubové strany (cca o 59 %). Rozdíl v hodnotách tepelného toku je způsoben odlišnou úpravou rubové strany textilie.
- Z lícové strany textilie je tepelný tok statisticky významně nižší u nepotištěné textilie, než u textilie potištěné a lisované, a to o cca 21 %. Tepelný tok nabývá u potištěné a lisované textilie stejných hodnot. Rozdíly v hodnotách tepelného toku z rubové strany textilie mezi nepotištěnou, potištěnou a lisovanou textilií nejsou statisticky významné (obr. 41).



Obr. 41 Tepelný tok vzorku FP

7.6 Vliv podmínek technologie sublimačního tisku

Pro zjištění vlivu podmínek nastavených při procesu přenosu barviva v technologii sublimačního tisku byl zkoumán vliv teploty a přítlaku v rozsahu daném možnostmi vybavení dílen katedry designu. Doba přenosu nebyla zkoumána. Tato část experimentu nebyla původně plánována, k rozšiřování měření docházelo postupně dle dosažených výsledků, a proto jsou měření prováděna na jiné šarži vzorku – označené SP. Bylo provedeno měření prodyšnosti a termofyzikálních parametrů. Jako doplňující hodnocení bylo provedeno měření tloušťky.

Úprava textilie pro zjištění vlivu teploty

Vzorky textilie (SP) byly potisknuty při teplotě lisování 180 °C, 190 °C, 200 °C, 210 °C a 220 °C při konstantním přítlaku. Rozsah teplot byl zvolen na základě typické přenosové teploty, kterou uvádí Rattee [20] (viz kapitola 6.3.1.4).

Úprava textilie pro zjištění vlivu přítlaku

Vzorky textilie (SP) byly potisknuty při dvou odlišných přítlacích za působení konstantní teploty 190 °C. Přítlak na použitém diskontinuálním lisu nelze změřit, proto jsou pro potřeby diplomové práce zavedeny termíny „*vyšší přítlak*“ a „*nižší přítlak*“.

7.6.1 Vliv podmínek technologie sublimačního tisku na tloušťku textilie

Jako faktor, nejvíce ovlivňující termofyziologické vlastnosti textilií z polyesterových vláken, který je silně ovlivněn podmínkami technologie (teplota, přítlak) se jeví tloušťka textilie. Tloušťka textilie byla měřena v rámci měření termofyzikálních parametrů na přístroji Alambeta při přítlaku 250 Pa (popis přístroje a postup měření viz kapitola 7.5.3). Vzhledem k úpravě rubové strany textilie – počesání – je vhodné zvolit nižší přítlak, proto byla tloušťka měřena též na přístroji SDL M034A při přítlaku 100 Pa (popis přístroje a postup měření viz kapitola 7.4.4). Zkušební podmínky jsou shodné s podmínkami z předchozího měření tloušťky.

Výsledky a diskuze

Výsledky měření jsou obsaženy v příloze A (tab. A.6). Lze konstatovat známé trendy:

- Čím vyšším přítlakem je působeno na textilií při měření tloušťky, tím menší je naměřena tloušťka textilie (rozdíl mezi výsledky z měření na přístroji Alambeta a na přístroji SDL M034A). U výsledků z přístroje Alambeta se jedná o orientační výsledky, neboť byl po celou dobu měření termofyzikálních parametrů nastaven přítlak 250 Pa.

- Tloušťka nepotištěné textilie je větší než tloušťka potištěné a lisované textilie.

Vliv teploty

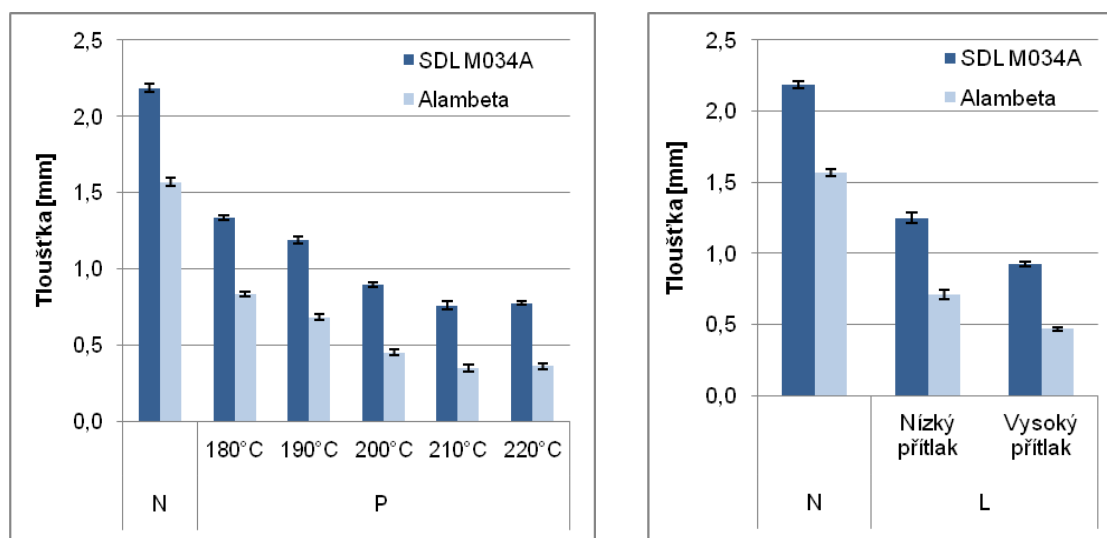
Lze konstatovat, že:

- Tloušťka nepotištěné textilie je větší než tloušťka potištěné textilie (pokles u P 180 °C o cca 39 % /SDL M034A/, resp. o cca 46 % /Alambeta/).
- Se stoupající teplotou při procesu přenosu barviva hodnota tloušťky textilie klesá. Rozdíl mezi textilií potištěnou při teplotách při procesu přenosu barviva 210 °C a 220 °C již není statisticky významný (obr. 42 a) u obou metod měření.

Vliv přitlaku

Lze konstatovat, že:

- Tloušťka nepotištěné textilie je větší než tloušťka lisované textilie (pokles u nízkého přitlaku o cca 43 %, u vysokého přitlaku o cca 58 % /SDL M034A/, resp. u nízkého přitlaku o cca 55 %, u vysokého přitlaku o cca 70 % /Alambeta/).
- Se stoupajícím přitlakem při lisování hodnota tloušťky textilie klesá (obr. 42 b) u obou metod měření.



a) tloušťka při teplotě 180 – 220 °C

b) tloušťka za odlišného přitlaku

Obr. 42 Tloušťka textilie (vzorek SP)

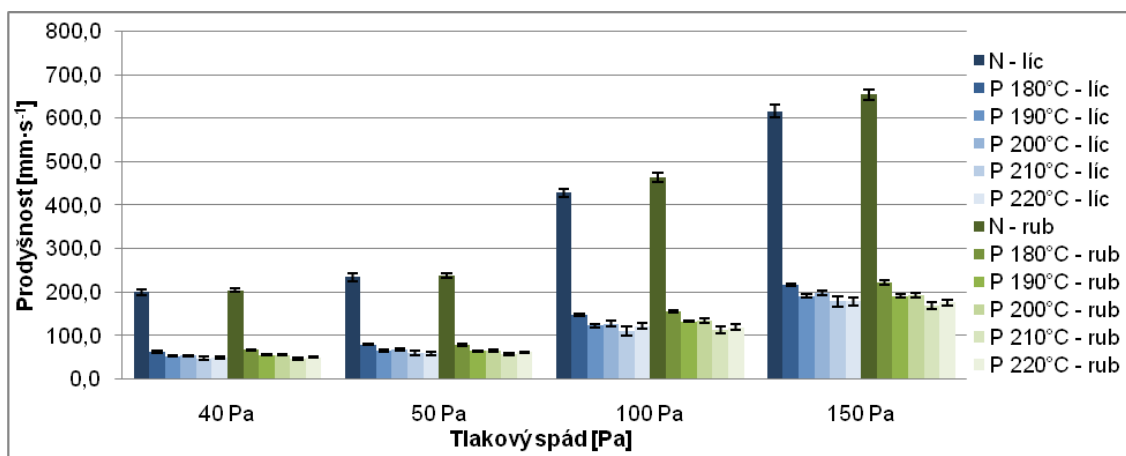
Jak vlivem rostoucí teploty, tak vlivem přitlaku při lisování dochází k nevratným deformacím ve struktuře textilie. Polyesterová vlákna (vzorek SP) byla fixována při teplotě 169,9 °C, což je teplota pod hranicí teploty, za které probíhá sublimační přenosový tisk. Dále byla ověřena teplota tání vzorku SP (235,6 – 264,5 °C). Při přenosové teplotě 220 °C již mohlo docházet k měknutí vláken a snazší deformaci struktury.

7.6.2 Vliv podmínek technologie sublimačního tisku na prodyšnost textilie

Zkušební podmínky jsou shodné s podmínkami z předchozího měření prodyšnosti.

Výsledky a diskuze - vliv teploty

Výsledky měření jsou zdokumentovány v příloze B (tab. B.10 až tab. B.13). Zde jsou graficky znázorněny v grafu na obrázku 43. Přehled procentuálních hodnot, na které klesly původní hodnoty prodyšnosti nepotištěné textilie, je přiložen v příloze B (tab. B.16 a tab. B.17).



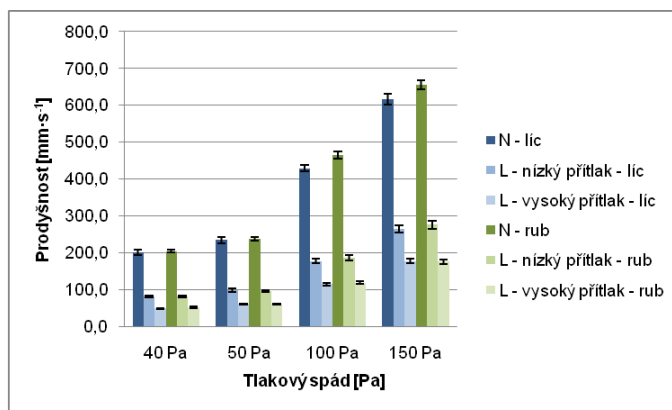
Obr. 43 Prodyšnost při teplotě 180 – 220 °C (vzorek SP)

Lze konstatovat, že:

- Potištěná textilie vykazuje nižší hodnoty prodyšnosti než nepotištěná textilie (známý trend z kapitoly 7.5.2).
- Se stoupajícím tlakovým spádem se hodnoty prodyšnosti zvyšují (známý trend z kapitoly 7.5.2).
- Při tlakovém spádu 40 Pa a 50 Pa není statisticky významný rozdíl v hodnotách prodyšnosti v závislosti na směru prostupu vzduchu textilií. U vyšších tlakových spádů 100 Pa a 150 Pa dochází k diferenciaci, hodnoty prodyšnosti u nepotištěné textilie ve směru prostupu vzduchu z rubové strany textilie jsou statisticky významně vyšší než hodnoty prodyšnosti ve směru prostupu vzduchu z lícové strany textilie, a to o cca 7 % (známý trend z kapitoly 7.5.2).
- Se stoupající teplotou při procesu přenosu barviva prodyšnost klesá, ale statisticky významný rozdíl je pouze mezi vzorky P 180 °C – líc a P 190 °C – líc, resp. P 180 °C – rub a P 190 °C – rub. Mezi teplotami 190 – 220 °C již statisticky významný rozdíl z lícové ani z rubové strany textilie není (obr. 47).

Výsledky a diskuze - vliv přítlaku

Výsledky měření jsou uvedeny v příloze B (tab. B.10 až tab. B.13). Zde jsou graficky znázorněny v grafu na obrázku 44. Přehled procentuálních hodnot, na které klesly původní hodnoty prodyšnosti nepotištěné textilie, je přiložen v příloze B (tab. B.18).



Obr. 44 Prodyšnost za odlišného přítlaku (vzorek SP)

Lze konstatovat, že:

- Lisovaná textilie vykazuje nižší hodnoty prodyšnosti než nepotištěná textilie.
- Hodnoty prodyšnosti se zvyšují se stoupajícím tlakovým spádem.
- Při tlakovém spádu 40 Pa a 50 Pa není statisticky významný rozdíl v prodyšnosti textilie v závislosti na směru prostupu vzduchu textilií. U vyšších tlakových spádů 100 Pa a 150 Pa dochází k diferenciaci a prodyšnost z rubové strany nepotištěné textilie je statisticky významně vyšší než prodyšnost z lícové strany nepotištěné textilie, a to o cca 7 %. U lisované textilie zůstává rozdíl mezi prodyšností v závislosti na směru prostupu vzduchu textilií statisticky nevýznamný.
- S rostoucím přítlakem při lisování prodyšnost klesá.

Snížení prodyšnosti textilie vlivem přítlaku při lisování a vlivem rostoucí přenosové teploty je závislé na klesající tloušťce textilie (viz kapitola 7.6.1).

7.6.3 Vliv podmínek technologie sublimačního tisku na termofyzikální parametry textilie

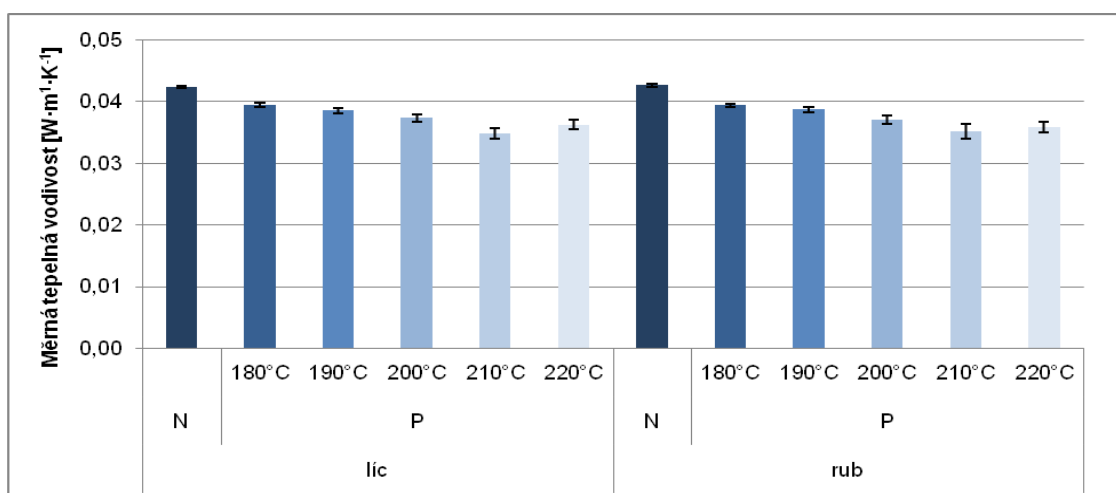
Termofyzikální parametry textilie, kterými jsou měrná tepelná vodivost, měrná teplotní vodivost, tepelná jímavost, plošný odpor vedení tepla a tepelný tok, byly měřeny na přístroji Alambeta. Jsou sledovány stejné trendy, jako v kapitole 7.5.3, přičemž je zde navíc znázorněn vliv teploty a přítlaku. Změny termofyzikálních parametrů jsou logickým důsledkem změn tloušťky textilie. Zkušební podmínky jsou shodné s podmínkami z předchozího měření termofyzikálních parametrů.

7.6.3.1 Měrná tepelná vodivost

Výsledky měření jsou obsaženy v příloze C (tab. C.6).

Výsledky a diskuze - vliv teploty

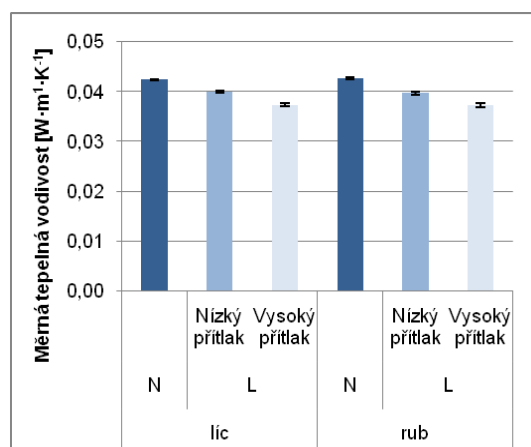
Nepotištěná textilie má vyšší hodnoty měrné tepelné vodivosti než potištěná textilie (pokles u P 180 °C o cca 7 %). Rozdíl mezi lícovou a rubovou stranou textilie není statisticky významný. Mezi vzorky potištěnými při odlišných teplotách při procesu přenosu barviva není statisticky významný rozdíl, ale lze z obrázku 45 usoudit, že se stoupající teplotou při procesu přenosu barviva měrná tepelná vodivost textilie mírně klesá.



Obr. 45 Měrná tepelná vodivost vzorku SP při teplotě 180 – 220 °C

Výsledky a diskuze - vliv přítlaku

Nepotištěná textilie vykazuje vyšší hodnoty měrné tepelné vodivosti než lisovaná textilie (pokles u nízkého přítlaku o cca 6 %, u vysokého přítlaku o cca 12 %). Rozdíl mezi lícovou a rubovou stranou textilie není statisticky významný. Lze konstatovat, že se stoupajícím přítlakem při lisování měrná tepelná vodivost textilie mírně klesá (obr. 46).



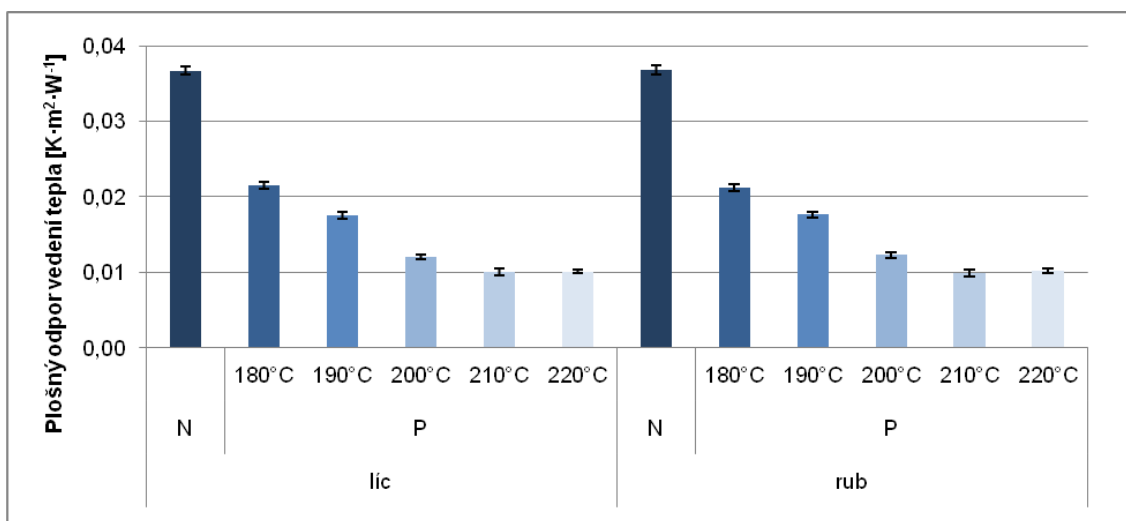
Obr. 46 Měrná tepelná vodivost vzorku SP za odlišného přítlaku

7.6.3.2 Plošný odpor vedení tepla

Výsledky měření jsou obsaženy v příloze C (tab. C.7).

Výsledky a diskuze - vliv teploty

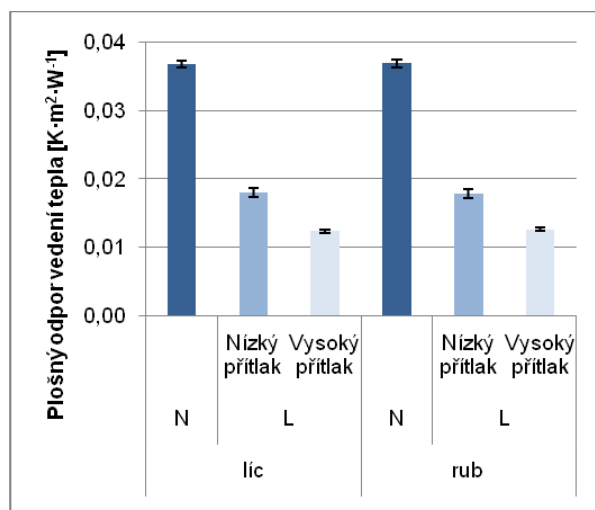
Mezi lícovou a rubovou stranou textilie není statisticky významný rozdíl. Nepotištěná textilie vykazuje vyšší hodnotu plošného odporu vedení tepla než textilie potištěná (pokles u P 180 °C o cca 42 %). Lze konstatovat, že hodnoty plošného odporu vedení tepla potištěné textilie se stoupající teplotou při procesu přenosu barviva klesají. Rozdíl mezi textilíi potištěnou při teplotách při procesu přenosu barviva 210 °C a 220 °C není statisticky významný (obr. 47).



Obr. 47 Plošný odpor vedení tepla vzorku SP při teplotě 180 – 220 °C

Výsledky a diskuze - vliv přitlaku

Mezi lícovou a rubovou stranou textilie není statisticky významný rozdíl. Nepotištěná textilie vykazuje vyšší hodnotu plošného odporu vedení tepla než lisovaná textilie (pokles u nízkého přitlaku o cca 51 %, u vysokého přitlaku o cca 66 %). Hodnoty plošného odporu vedení tepla lisované textilie se stoupajícím přitlakem při lisování klesají (obr. 48).



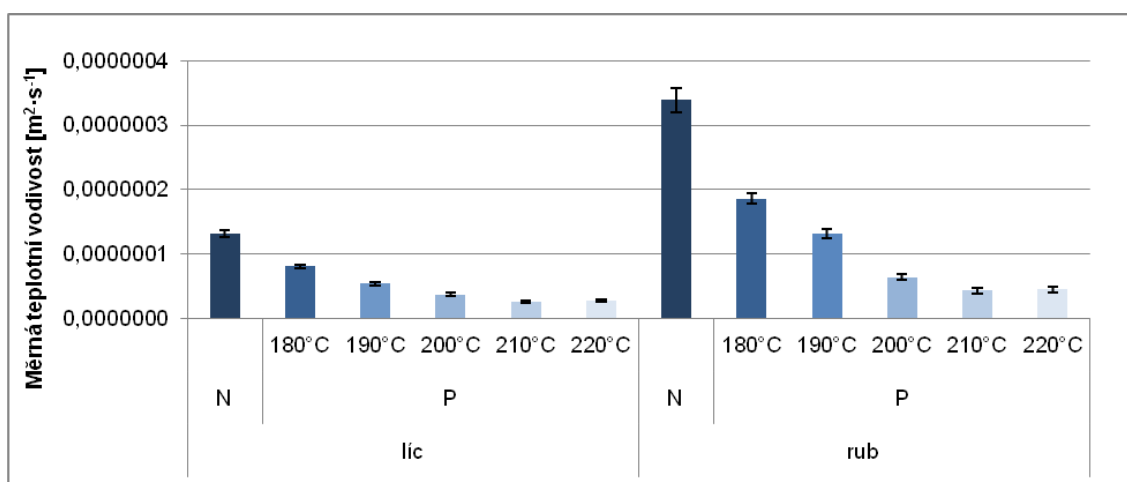
Obr. 48 Plošný odpor vedení tepla vzorku SP za odlišného přitlaku

7.6.3.3 Měrná teplotní vodivost

Výsledky měření jsou obsaženy v příloze C (tab. C.8).

Výsledky a diskuze - vliv teploty

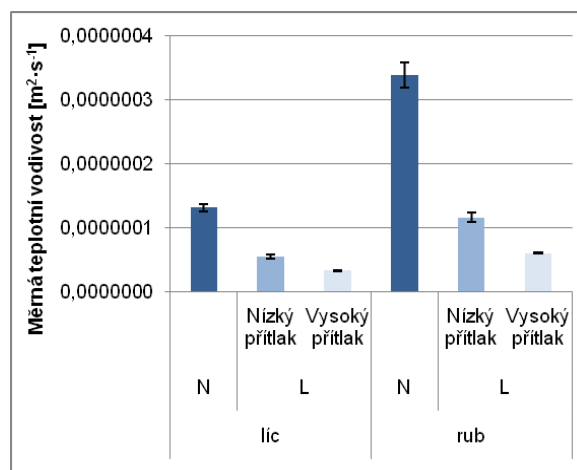
Mezi lícovou a rubovou stranou textilie je významný rozdíl v měrné teplotní vodivosti. Hodnoty měrné teplotní vodivosti jsou z lícové i rubové strany nepotištěné textilie vyšší než hodnoty potištěné textilie (pokles u P 180 °C z lícové strany o cca 39 %, z rubové strany o cca 45 %). Na obrázku 49 lze vidět, že měrná teplotní vodivost potištěné textilie se stoupající teplotou při procesu přenosu barviva klesá. Rozdíl mezi textilí potištěnou při teplotách lisování 210 °C a 220 °C již není statisticky významný.



Obr. 49 Měrná teplotní vodivost vzorku SP při teplotě 180 – 220 °C

Výsledky a diskuze - vliv přítlaku

Mezi lícovou a rubovou stranou textilie je rozdíl v měrné teplotní vodivosti. Nepotištěná textilie má hodnoty měrné teplotní vodivosti vyšší než lisovaná textilie (pokles u nízkého přítlaku z lícové strany o cca 58 %, u vysokého přítlaku o cca 75 %, u nízkého přítlaku z rubové strany o cca 66 %, u vysokého přítlaku o cca 82 %). Obrázek 50 ukazuje, že měrná teplotní vodivost lisované textilie se stoupajícím přítlakem při lisování klesá.



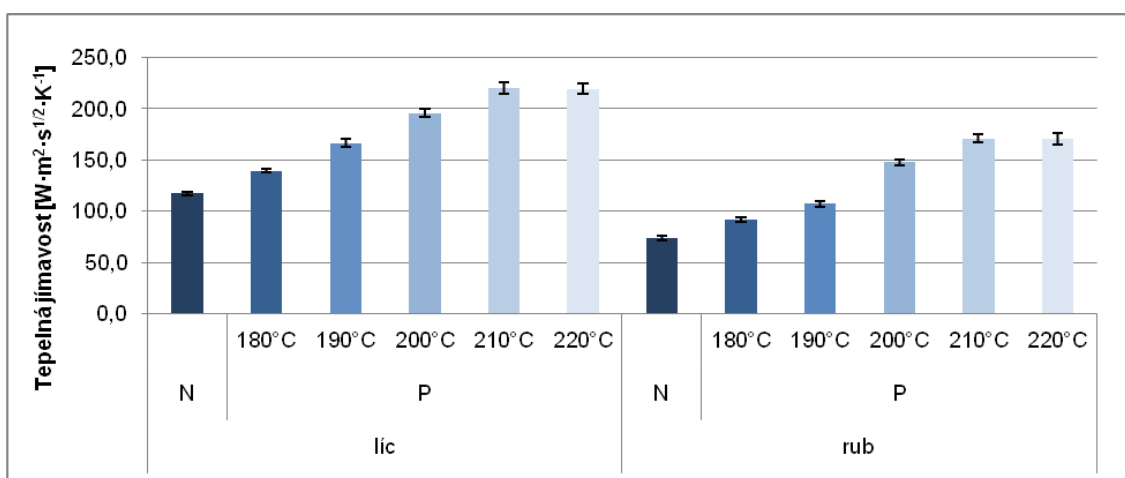
Obr. 50 Měrná teplotní vodivost vzorku SP za odlišného přítlaku

7.6.3.4 Tepelná jímavost

Výsledky měření jsou obsaženy v příloze C (tab. C.9).

Výsledky a diskuze - vliv teploty

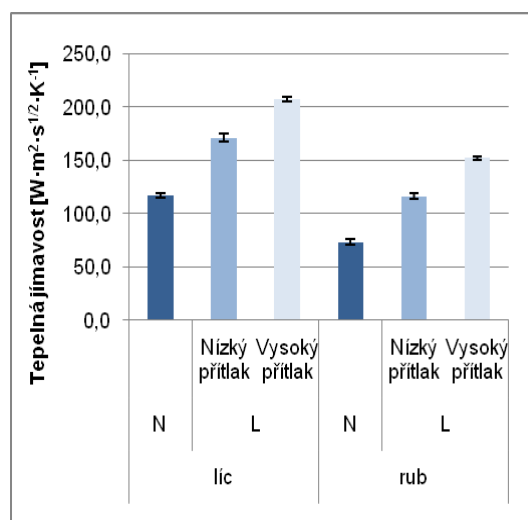
Textilie vykazuje v hodnotách tepelné jímavosti rozdíl mezi lícovou a rubovou stranou. Tepelná jímavost nepotištěné textilie z lícové i rubové strany je statisticky významně nižší než tepelná jímavost potištěné textilie (vzrůst u P 180 °C z lícové strany o cca 16 %, z rubové strany o cca 20 %). Z obrázku 51 lze vyčíst, že hodnoty tepelné jímavosti potištěné textilie se stoupající teplotou při procesu přenosu barviva vzrůstají. Rozdíl mezi textilií potištěnou při teplotách při procesu přenosu barviva 210 °C a 220 °C není statisticky významný.



Obr. 51 Tepelná jímavost vzorku SP při teplotě 180 – 220 °C

Výsledky a diskuze - vliv přítlaku

U textilie jsou rozdílné hodnoty tepelné jímavosti mezi lícovou a rubovou stranou. Tepelná jímavost nepotištěné textilie z lícové i rubové strany je statisticky významně nižší než tepelná jímavost lisované textilie (vzrůst u nízkého přítlaku z lícové strany o cca 32 %, u vysokého přítlaku o cca 43 %, u nízkého přítlaku z rubové strany o cca 37 %, u vysokého přítlaku o cca 52 %). Na obrázku 52 lze vidět, že hodnoty tepelné jímavosti lisované textilie se stoupajícím přítlakem při lisování vzrůstají.



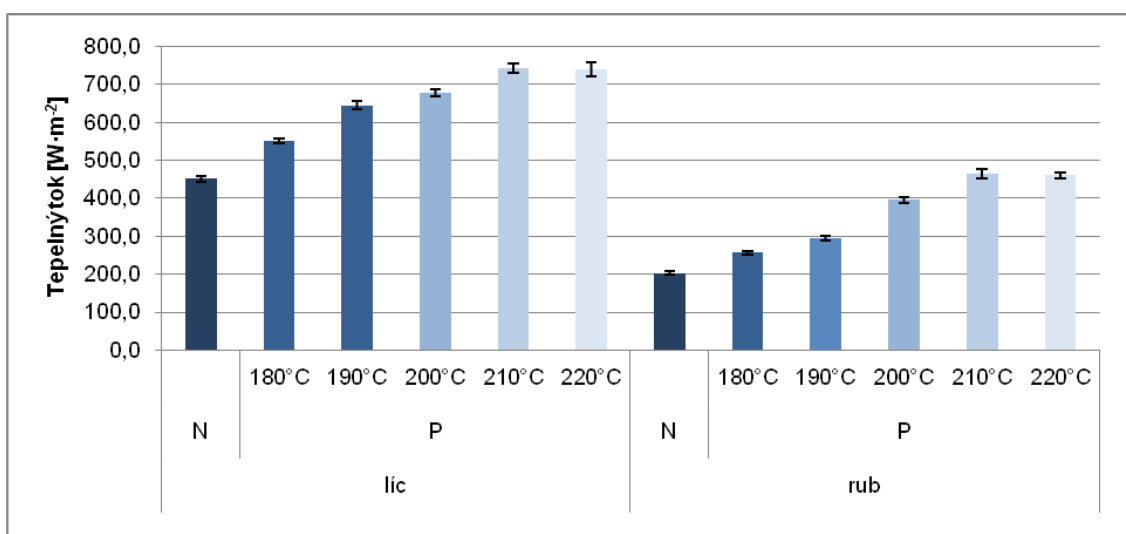
Obr. 52 Tepelná jímavost vzorku SP za odlišného přítlaku

7.6.3.5 Tepelný tok

Výsledky měření jsou obsaženy v příloze C (tab. C.10).

Výsledky a diskuze - vliv teploty

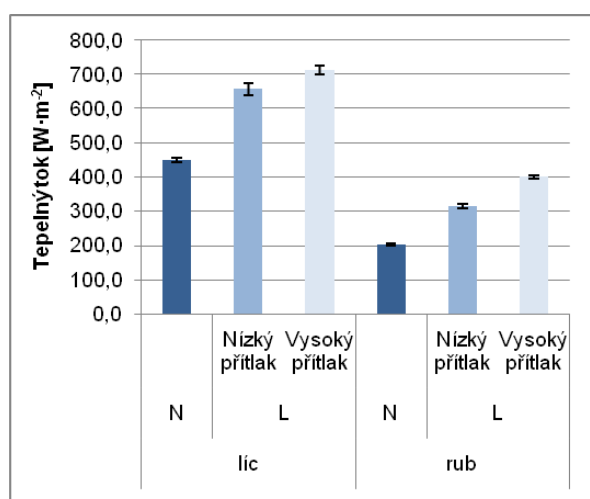
Tepelný tok z lícové strany textilie je větší, než z rubové strany textilie. U nepotištěné textilie je z lícové i z rubové strany tepelný tok statisticky významně nižší než u textilie potištěné (vzrůst u P 180 °C z lícové strany o cca 18 %, z rubové strany o cca 21 %). Hodnoty tepelného toku potištěné textilie se stoupající teplotou při procesu přenosu barviva vzrůstají. Rozdíl mezi textilií potištěnou při teplotách při procesu přenosu barviva 210 °C a 220 °C není statisticky významný (obr. 53).



Obr. 53 Tepelný tok vzorku SP při teplotě 180 – 220 °C

Výsledky a diskuze - vliv přítlaku

Textilie vykazuje rozdílné hodnoty tepelného toku z lícové a rubové strany textilie. Tepelný tok je statisticky významně nižší u nepotištěné textilie než u textilie lisované (vzrůst u nízkého přítlaku z lícové strany o cca 32 %, u vysokého přítlaku o cca 37 %, u nízkého přítlaku z rubové strany o cca 36 %, u vysokého přítlaku o cca 49 %). Hodnoty tepelného toku lisované textilie se stoupajícím přítlakem při lisování vzrůstají (obr. 54).



Obr. 54 Tepelný tok vzorku SP za odlišného přítlaku

7.7 Souhrn poznatků

Úpravou textilie pomocí technologie sublimačního tisku dochází ke změnám v hodnotách tloušťky textilie a následně v hodnotách prodyšnosti textilie a v hodnotách termofyzikálních parametrů.

Tepelné procesy při přenosu barviva mění strukturu textilie. Patrně dochází k tepelné fixaci polohy vláken při současném stlačení. Textilie je tzv. zhuštěna, dochází ke zmenšení její tloušťky na úkor snížení objemu mezivláknových a mezinitných pórů. V důsledku těchto strukturních změn dochází i ke změnám v dalších měřených charakteristikách.

Textilie vykazuje rozdíl v prodyšnosti mezi lícovou a rubovou stranou, z rubové strany textilie je prodyšnost vyšší. Prodyšnost potištěné textilie je snížena, protože póry pro průchod vzduchu jsou zmenšeny.

V oblasti tepelně-izolačních charakteristik jsou trendy v souladu s tím, co jednotlivé charakteristiky popisují. Prvním hlediskem hodnocení je odlišná struktura rubové a lícové strany textilie, dalším hlediskem je vliv provedené úpravy. Z hlediska hodnocení lícové a rubové strany textilie se hodnoty termofyzikálních parametrů liší u měrné teplotní vodivosti, tepelné jímavosti a tepelného toku. Charakter rubové strany textilie – počesání – určuje vyšší měrnou teplotní vodivost, nižší tepelnou jímavost, nižší tepelný tok. Měrná tepelná vodivost a plošný odpor vedení tepla nabývají z lícové a rubové strany textilie stejných hodnot. Ačkoliv měrná tepelná vodivost nabývá stejných hodnot u nepotištěné a potištěné textilie, u plošného odporu vedení tepla se projevil vliv tloušťky textilie. Plošný odpor vedení tepla je u potištěné textilie nižší. Nepotištěná textilie má z lícové strany vyšší měrnou teplotní vodivost, nižší tepelnou jímavost a nižší tepelný tok, než potištěná textilie. U rubové strany se rozdíl v těchto parametrech mezi nepotištěnou a potištěnou textilií neprojevil.

Potištěná a lisovaná textilie vykazují stejné hodnoty tloušťky textilie, prodyšnosti textilie a termofyzikálních parametrů. Z tohoto poznatku lze vyvodit, že jsou změny v hodnotách neupravené a upravené textilie ovlivněny změnou struktury textilie vlivem podmínek lisování při procesu přenosu barviva z přenosového papíru na textilií.

Barevný odstín jednotlivých vzorků potištěných při teplotách 180 – 220 °C se mírně liší, u vzorku P 180 °C se zdá být sytější. Posuzování barevnosti nebylo náplní diplomové práce.

Doporučení: je vhodné nastavit podmínky při přenosu na teplotu 180 °C a přítlak co nejnižší, ovšem takový, aby zajistil celoplošný styk textilie s přenosovým papírem a zabránil posunu papíru po textili v průběhu sublimace barviva. Zvyšování těchto parametrů (teplota, přítlak) vede sice k mírným změnám struktury textilie (tloušťky textilie), které vedou k mírným změnám prodyšnosti a termofyzikálních parametrů, ale zároveň jsou tyto parametry (především teplota fixace při tisku) na hranici vyvolání nežádoucích změn ve vláknech.

Praktická část

8. Návrh oděvu s využitím zjištěných změn

V praktické části diplomové práce je řešen návrh daného typu oděvu s využitím zjištěných změn. Vychází se z následujících zjištěných změn.

Finální úpravou textilie – potištěním pomocí technologie sublimačního tisku (podmínky procesu: teplota 180 °C, přítlak nízký):

- Zmenší se tloušťka textilie o cca 9 %.
- Klesá prodyšnost textilie až o cca 40 %.
- V hodnotách termofyzikálních parametrů nejsou procentuální rozdíly mezi nepotištěnou a potištěnou textilií tak markantní, jako procentuální rozdíl v hodnotách prodyšnosti.

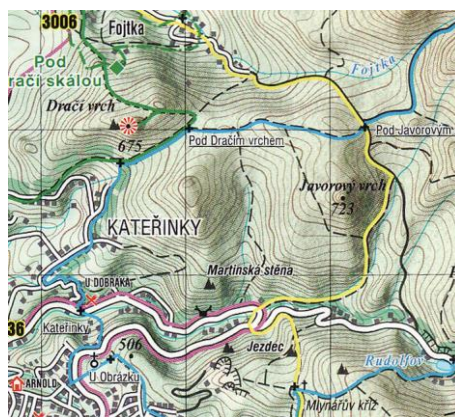
Vzhledem k účelu použití výrobku (tepelně-izolační vrstva oděvu při fyzické zátěži) je rozhodující vlastností prodyšnost. Prodyšnost je vhodné mírně snížit v zónách nižší produkce potu a v zónách vyšší produkce potu ji zachovat na původních hodnotách.

Potištění částí výrobku podle zón produkce potu má za úkol zvýšit psychologický a termofyziologický oděvní komfort. Návrh vzoru si klade za cíl zatraktivnit výrobek pro zákazníka. Návrh vzoru je řešen pro konkrétní výrobek firmy Direct Alpine s.r.o. Mikina Gavia lady 1.0 (kolekce léto 2013, řada Outdoor) se vyrábí z materiálu Tecnostretch, jehož vybrané vlastnosti byly zjišťovány v experimentální části práce. Technický náčrtek pro účely diplomové práce poskytla firma Direct Alpine s.r.o. Návrh vzoru byl konzultován s doc. Frydeckou, ak. mal. z katedry designu FT TUL.

Všechny obrázky s návrhy vzoru na technickém náčrtesu a obrázky s vyznačením zón produkce potu na technickém náčrtesu jsou přiloženy v příloze D.

8.1 Inspirace pro vzor

Vzor je inspirován vrstevnicemi. Vrstevnice (na obrázku 55) jsou podle [37] křivky, jež na mapě nebo v terénu spojují body o stejné nadmořské výšce. Vrstevnice jsou na mapě hustěji u sebe, pokud je v terénu strmější svah. Uvažovaná souvislost s volnočasovými oděvy je zřejmá: volnočasový sportovní oděv je určen pro člověka vykonávajícího sport nebo turistiku, ať už rodinnou turistiku, cykloturistiku, turistiku, vysokohorskou turistiku nebo horolezecké expedice (viz kapitola 3.). Takový člověk se pohybuje přímo v terénu a v orientaci mu pomáhají mapy.



Obr. 55 Část mapy se zakreslenými vrstevnicemi [38]

8.2 Výtvarný návrh – základní motiv

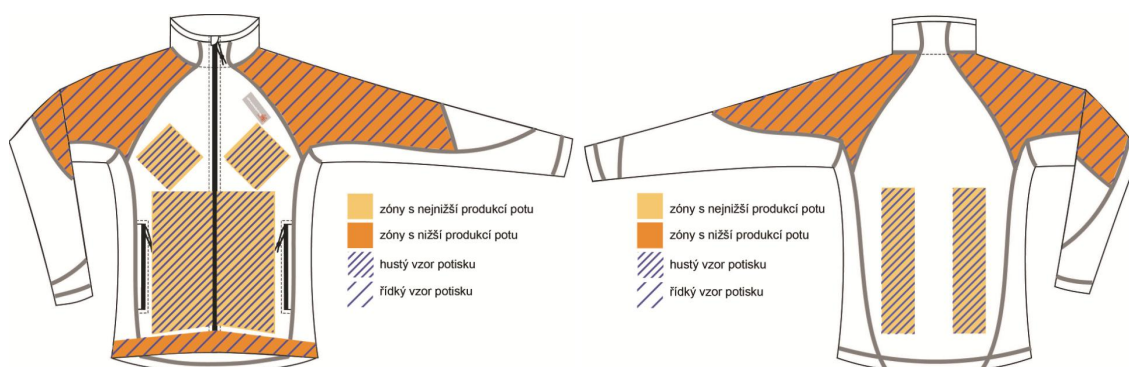
Základní motiv (obr. 56), z něhož se vychází v tvorbě vzoru, je inspirován vrstevnicemi.



Obr. 56 Základní motiv pro návrh vzoru

8.3 Vyznačení zón produkce potu

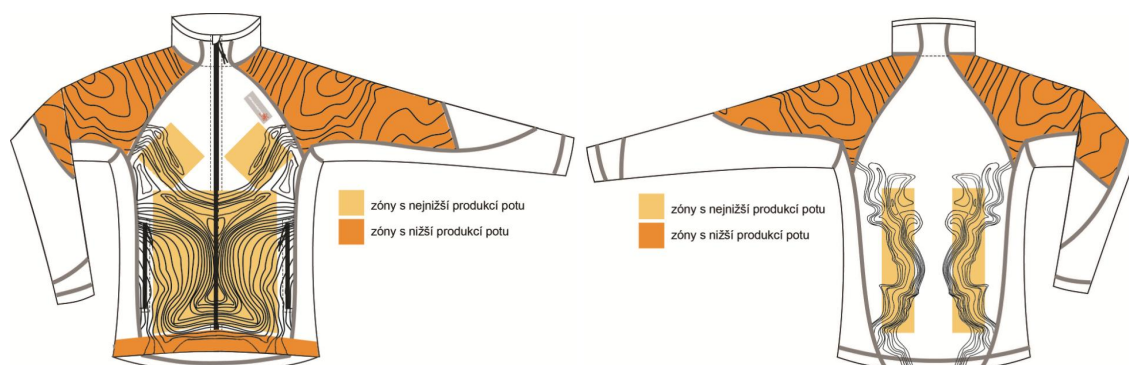
Při uvažování změn, které nastaly ve struktuře textilie, a za předpokladu, že jde o snížení prodyšnosti, je vhodné potisknout ty části oděvu, kde je prodyšnost nežádoucí. Vytvoří se tedy potisk oděvu v místech, kde na těle není ve velké míře produkován pot. Zatímco části oděvu, které pokrývají místa na těle s vysokou produkcí potu, zůstanou bez potisku. Na obrázku 57 je zobrazen technický náčrtek oděvu předního a zadního dílu mikiny spolu s vyznačením zón produkce potu, které vychází z dat podle obrázku 13 v kapitole 4.4. Na zóny s nejnižší produkcí potu je aplikován hustý vzor potisku, na zóny s nízkou produkcí potu je aplikován řídký vzor potisku, nevyznačené části oděvu obsahující zóny s vysokou produkcí potu zůstanou nepotištěny. Zde jsou zobrazeny pouze zmenšené obrázky pro názornost postupu tvorby vzoru, větší obrázky jsou přiloženy v příloze D (obr. D.1 až obr. D.3).



Obr. 57 Vyznačení zón s nízkou a nejnižší produkcí potu

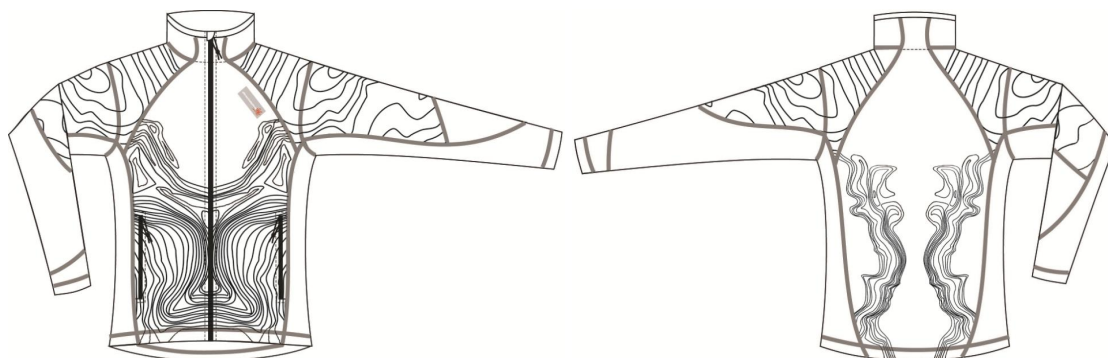
8.4 Návrh vzoru potisku dle zón produkce potu

V dalším kroku tvorby vzoru jsou v technickém náčrsku mikiny ponechány zóny produkce potu a na ně je aplikován vzor (obr. 58).



Obr. 58 Vzor aplikovaný do zón s nízkou a nejnižší produkcí potu

Zóny produkce potu jsou z technického náčrsku odstraněny. Obrázek 59 zobrazuje návrh vzoru v černobílém provedení.



Obr. 59 Návrh vzoru v černobílém provedení

Na obrázku 60 je zobrazen finální návrh vzoru v barevném provedení. Výchozí barevnost byla zvolena tak, aby souvisela s inspirací a evokovala přírodu, terén. Další barevné varianty oděvu je možno tvořit dle požadavků zadavatele. Ukázky barevných variant oděvu jsou přiloženy v příloze D (obr. D.4 až obr. D.8).



Obr. 60 Finální návrh vzoru v barevném provedení

Závěr

Cílem diplomové práce bylo zjistit, zda a jak technologie sublimačního tisku ovlivňuje vybrané termofyziologické vlastnosti pletenin, které se využívají jako tepelně-izolační vrstva volnočasového (outdoorového) oděvu. Diplomová práce je vypracována ve spolupráci s firmou Direct Alpine s.r.o., která se zabývá výrobou sportovních volnočasových (outdoorových) oděvů.

Diplomová práce je dělena na rešeršní, experimentální a praktickou část.

Rešeršní část diplomové práce se věnuje oděvnímu komfortu, zabývá se termoregulací organismu a mechanismy pro udržování stálé tělesné teploty. Pojednává o parametrech a struktuře textilie, která se využívá jako tepelně-izolační vrstva oděvu, a shrnuje důležité vlastnosti této oděvní vrstvy. Rešeršní část práce se dále zabývá jednou z metod přenosového tisku: sublimačním tiskem.

V experimentální části diplomové práce jsou zkoumány vlastnosti pleteniny určené pro výrobu tepelně-izolační vrstvy oděvu. Vlastní experiment je pro přehlednost rozdělen do tří částí. První část se zabývá zjištěním, zda se vzorky FP a SP shodují v základních parametrech. Druhá část se věnuje vlivu technologie sublimačního tisku na měřené vlastnosti. Třetí část zkoumá vliv podmínek při procesu přenosu barviva na měřené vlastnosti.

Výsledky experimentu jsou podrobně diskutovány v příslušné části textu práce, zde jsou konstatovány hlavní trendy: úpravou textilie pomocí technologie sublimačního tisku dochází ke změnám v hodnotách tloušťky textilie a následně v hodnotách prodyšnosti textilie a v hodnotách termofyzikálních parametrů. Tepelné procesy při přenosu barviva mění strukturu textilie. Patrně dochází k tepelné fixaci polohy vláken při současném stlačení. Finální úpravou textilie – potištěním pomocí technologie sublimačního tisku (podmínky procesu: teplota 180 °C, přítlak nízký) se zmenší její tloušťka o cca 9 %. Textilie je tzv. zhuštěna, dochází ke zmenšení její tloušťky na úkor snížení objemu mezivláknových a mezinitných pórů. V důsledku těchto strukturních změn dochází i ke změnám v dalších měřených charakteristikách. Finální úpravou (potištěním při výše uvedených podmínkách) klesá prodyšnost až o 40 %. Tepelně-izolační charakteristiky (termofyzikální parametry) se mění v souladu se změnami pozorovanými v tloušťce textilie. Výsledkem zkoumání vlivu podmínek technologie sublimačního tisku (teplota, přítlak) je doporučení nastavení strojního zařízení pro přenos (diskontinuálního lisu). Zvyšování těchto parametrů (teplota, přítlak) vede sice

k mírným změnám struktury textilie (tloušťky textilie), které vedou k mírným změnám prodyšnosti a termofyzikálních parametrů, ale zároveň jsou tyto parametry (především teplota fixace při tisku) na hranici vyvolání nežádoucích změn ve vláknech.

Praktická část diplomové práce se zabývá návrhem potisku na konkrétní výrobek s využitím zjištěných změn ve vlastnostech zkoumané textilie. Jsou zde využity poznatky získané v rešeršní části práce. Návrh vzoru je řešen s ohledem na zóny produkce potu lidského organismu. Potištění částí výrobku podle zón produkce potu má za úkol zvýšit psychologický a termofyziologický oděvní komfort. Návrh vzoru si klade za cíl zatraktivnit výrobek pro zákazníka.

Doporučením pro další uplatnění poznatků ve vývoji tohoto typu výrobku je přizpůsobit střih oděvu zónám produkce potu dalším členěním, protože tiskacím procesem prochází vždy celý díl oděvu a vlivem podmínek procesu jsou tedy změněny vlastnosti celého dílu (nejen části dílu, na které je uplatněn vzor). Dalším doporučením před uvedením výrobku na trh je zpracování nových zjištění do marketingové strategie.

Seznam použité literatury

- [1] SELIGER, Václav a Richard VINAŘICKÝ. *Přehled fyziologie člověka*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1967, 302 s.
- [2] HALASOVÁ, Andrea. *Vybrané kapitoly z fyziologie odívání*. Liberec, 2004, elektronická skripta [online]. [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_aut.cgi?aut=8&skr=37&pro=
- [3] HES, Luboš a Petr SLUKA. *Úvod do komfortu textilií*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005, 109 s. ISBN 80-708-3926-0.
- [4] RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. *Oděvní materiály*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003, 221 s. ISBN 80-7083-682-2.
- [5] SHISHOO, Roshan. (Ed.) *Textiles in sport*. Boca Raton, FL: CRC, 2005, 364 s. ISBN 978-185-5739-222.
- [6] ROKYTA, Richard. *Fyziologie: pro bakalářská studia v medicíně, ošetrovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech*. 2. vyd. Praha: ISV nakladatelství, 2008, 426 s. ISBN 80-866-4247-X.
- [7] *Oděvní komfort, fyziologie odívání*. Katedra oděvnictví [online]. 2009, elektronická skripta [cit. 2013-03-16]. Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_prednaska6_2012.pdf
- [8] *Přehled fyziologie člověka*. 1. vyd. Redaktor Jaroslav Pokorný. Praha: Karolinum, 2002, 255 s. ISBN 80-246-0229-6.
- [9] FISCHER-MIRKIN, Toby. *Tajemná řeč módy: co říkáme svým oblečením*. Praha: Nakladatelství Lidové noviny, 1996, 202 s. ISBN 80-710-6136-0.
- [10] STANĚK, Jaroslav. *Standardizace textilních výrobků I*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005, 98 s. ISBN 80-737-2029-9.
- [11] *Fyziologické vlastnosti oděvních materiálů I*. Katedra oděvnictví [online]. 2009, elektronická skripta [cit. 2013-04-01]. Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_prednaska7_2012.pdf
- [12] ŠTOROVÁ, Renata. *Technologie pletářství*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003, 85 s. ISBN 80-708-3671-7.
- [13] KOVÁŘ, Radko. *Pletení*. 2. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2001, 96 s. ISBN 80-708-3446-3.
- [14] ŠTOROVÁ, Renata. *Zátěžné jednolící a zátažné oboulící vazby s doplňkovými nitěmi*. Elektronická skripta [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2007-01-02/15-34-43.pdf>

-
- [15] PASTRNEK, Rudolf a Petr VLACH. *Finální úpravy textilií*. Liberec, 2002, elektronická skripta [online]. [cit. 2013-04-02].
Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2003-01-16/12-38-58.pdf>
- [16] DELLJOVÁ, Roza Andrejevna, Rallema Fjodorovna AFANASJEVOVÁ a Zora Stěpanovna ČUBAROVÁ. *Hygiena odívání*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1984, 144 s. 04-844-84.
- [17] STANĚK, Jaroslav. *Nauka o textilních materiálech, díl 1., část 4., Vlastnosti délkových a plošných textilií*. 1. vyd. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1988, 151 s. 55-801-88.
- [18] HAVENITH, George a Caroline J. SMITH. *Body Mapping of Sweating Patterns in Athletes: A Sex Comparison*. *Medicine and science in sports and exercise*, 2012, roč. 44, č. 12, s. 2350-2361. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318267b0c4.
Dostupné z: <http://www.medscape.com/viewarticle/775404>
- [19] BELLA, Josef, Vladimír PIVEC a Oldřich ŠTĚPÁNEK. *Potiskování textilií ze syntetických vláken*. Bratislava: SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p. a Alfa, vydavatelstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1981, 336 s. 04-821-81.
- [20] MILES, Leslie W. C. (Ed.) *Textile printing*. 2. vyd. Bradford: Society of Dyers and Colourists, 2003, 339 s. ISBN 09-019-5679-1.
- [21] DEMBICKÝ, Josef, Jiří KRYŠTŮFEK, Dagmar MACHAŇOVÁ, Jaroslav ODVÁRKA, Miroslav PRÁŠIL a Jakub WIENER. *Zušlechťování textilií*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008, 186 s. ISBN 978-80-7372-321-7.
- [22] BOWLES, Melanie a Ceri ISAAC. *Digital textile design*. London: Laurence King, 2009, 192 s. ISBN 18-566-9586-7.
- [23] ROUP, Radomír a Bedřich WEIGL. *Potiskování textilií*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, n. p., 1965, 288 s. 04-820-65.
- [24] MILITKÝ, Jiří. *Syntetická vlákna*. Katedra textilních materiálů [online]. 2013, elektronická skripta [cit. 2013-03-16]. Dostupné z:
http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/files/20061005/9-synteticka_vlakna.pdf
- [25] KOZLOVSKÁ, Hana a Bohuslava BOHANESOVÁ. *Oděvní materiály*. 2. vyd. Praha: Informatorium, 1998, 132 s. ISBN 80-86073-29-72.
- [26] FRYDECKÁ, Emilie, Jarka VAŇOVÁ a Svatoslav KROTKÝ. *Textil - technika - současnost*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita, 2005, 16 s. ISBN 80-737-2031-0.
- [27] VANÍČEK, Jiří. *Metody termické analýzy*. Katedra textilních materiálů [online]. 2004-2005 [cit. 2013-04-05]. Dostupné z:
<http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/files/20060106/prednaska4.pdf>

-
- [28] *Material quality - Differential scanning calorimetry (DSC)*. Faigle Plastics [online]. 2011 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: http://www.faigle.eu/media/1314232/faigle_09__405x200_DSC_7505_Dynamische-Differenz-_405x200.jpg
- [29] ČSN EN 12127 (80 0849). *Textilie - Plošné textilie - Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků*. Praha: Český normalizační institut, 1998.
- [30] ČSN EN ISO 5084 (80 0844). *Textilie - Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků*. Brno: Textilní zkušební ústav, s. p., 1998.
- [31] *Tloušťkoměr*. Katedra oděvnictví [online]. 2009 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cviceni/TLOUSTKOMER.pdf>
- [32] ČSN EN ISO 9237 (800817). *Textilie - Zjišťování prodyšnosti plošných textilií*. Praha: Český normalizační institut, 1996, 12 s.
- [33] Laboratoře a přístrojové vybavení katedry oděvnictví. Katedra oděvnictví [online]. 2009 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/Laboratore/letaky/komfort.pdf>
- [34] *Prodyšnost, oděr - přístroje*. Katedra textilních materiálů [online]. 2008 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/zkouseni_textilii/ulohy/prodysnost/pristroje8.htm
- [35] *Kht07eng*. Docstoc – We Make Every Small Business Better [online]. 2011 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: <http://www.docstoc.com/docs/93620957/kht07eng>
- [36] IN 23-303-01/01. *Zjišťování stupně vlhkostní jímavosti textilií*. Liberec: Výzkumné centrum Textil LN00B090, 2003.
- [37] BUZEK, L., M. HAVRLANT, J. VENCÁLEK a A. WAHLA. *Geografický terminologický slovník*. 1. vyd. Ostrava: Pedagogická fakulta v Ostravě, 1982, 264 s.
- [38] *Jizerské hory: Krkonoše - západ 1:50 000*. Vizovice: SHOCart, s.r.o., 2005.

Seznam příloh

Příloha A – Tabulky a grafy: plošná hmotnost textilie, tloušťka textilie, termická analýza

Příloha B – Tabulky a grafy: prodyšnost textilie

Příloha C – Tabulky a grafy: termofyzikální parametry textilie

Příloha D – Návrhy vzoru s ohledem na zóny produkce potu

PŘÍLOHA A

Tabulky a grafy: plošná hmotnost textilie, tloušťka textilie, termická analýza

Tab. A.1 Experimentálně zjištěné hodnoty plošné hmotnosti [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$] textilie

Vzorek	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	\bar{m} [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	s [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	v [%]	95% IS
FP	222,1	224,0	226,4	227,8	225,7	225,2	2,19	1,0	[223,3; 227,1]
SP	232,6	233,8	230,9	229,8	232,2	231,9	1,55	0,7	[230,5; 233,2]

Tab. A.2 Experimentálně zjištěné hodnoty tloušťky [mm] textilie s přtlakem 100 Pa, vzorek FP (SDL M034A)

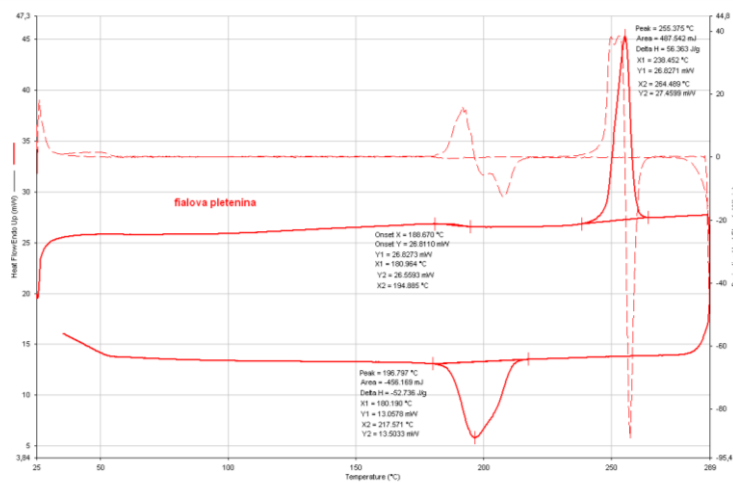
Vzorek	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	h_8	h_9	h_{10}	\bar{h} [mm]	s [mm]	v [%]	95% IS
FP - N	2,29	2,27	2,35	2,33	2,38	2,35	2,26	2,26	2,33	2,35	2,32	0,04	1,9	[2,29; 2,34]
FP - P	2,21	2,19	2,16	2,14	2,10	2,04	2,05	2,04	2,14	2,09	2,12	0,06	2,9	[2,08; 2,15]
FP - L	2,14	2,14	2,14	2,23	2,15	2,19	2,24	2,16	2,16	2,15	2,17	0,04	1,7	[2,10; 2,20]

Tab. A.3 Experimentálně zjištěné hodnoty tloušťky [mm] textilie s přtlakem 100 Pa, vzorek SP (SDL M034A)

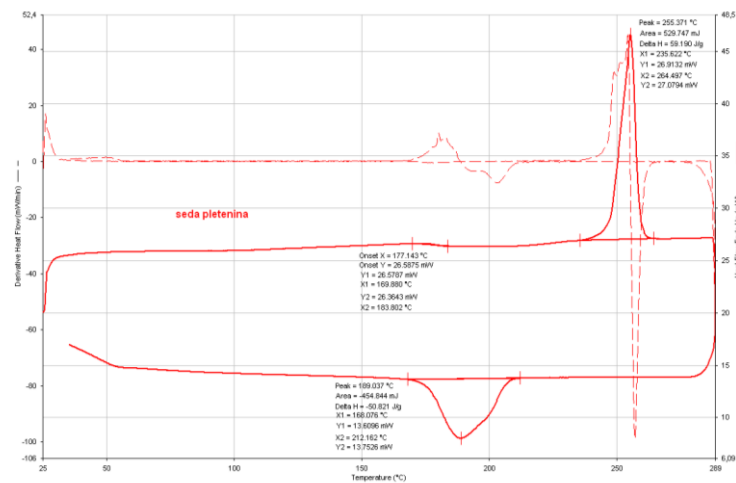
Vzorek	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	h_8	h_9	h_{10}	\bar{h} [mm]	s [mm]	v [%]	95% IS
SP - N	2,14	2,14	2,18	2,23	2,24	2,25	2,18	2,16	2,16	2,18	2,19	0,04	1,8	[2,16; 2,21]
SP - P 180 °C	1,35	1,30	1,37	1,35	1,34	1,32	1,31	1,34	1,35	1,33	1,34	0,02	1,6	[1,32; 1,35]
SP - P 190 °C	1,15	1,17	1,24	1,20	1,18	1,19	1,18	1,19	1,15	1,25	1,19	0,03	2,8	[1,17; 1,21]
SP - P 200 °C	0,94	0,85	0,89	0,93	0,90	0,89	0,88	0,87	0,91	0,91	0,90	0,03	3,0	[0,88; 0,91]
SP - P 210 °C	0,83	0,72	0,73	0,84	0,76	0,72	0,72	0,74	0,82	0,75	0,76	0,05	6,3	[0,73; 0,79]
SP - P 220 °C	0,79	0,82	0,75	0,77	0,76	0,77	0,76	0,77	0,79	0,78	0,78	0,02	2,6	[0,76; 0,79]
SP - L - nízký přtlak	1,19	1,18	1,34	1,30	1,26	1,20	1,29	1,31	1,23	1,18	1,25	0,06	4,8	[1,21; 1,29]
SP - L - vysoký přtlak	0,93	0,92	0,94	0,98	0,91	0,90	0,91	0,94	0,90	0,93	0,93	0,02	2,6	[0,91; 0,94]

Tab. A.4 Experimentálně zjištěné hodnoty tloušťky [mm] textilie s přtlakem 250 Pa, vzorek FP (Alambeta)

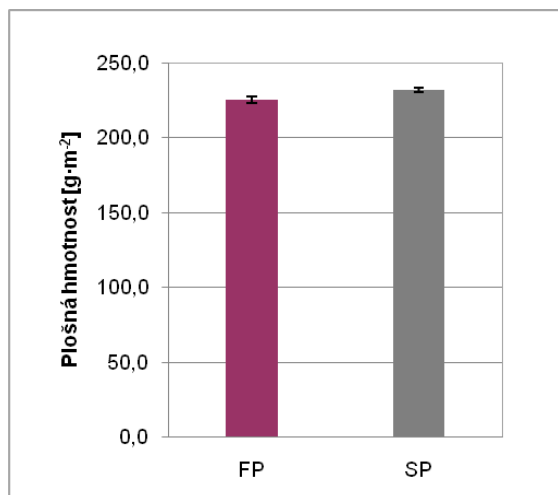
Vzorek	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	h_8	h_9	h_{10}	\bar{h} [mm]	s [mm]	v [%]	95% IS
FP - N	2,14	2,13	2,10	2,11	2,07	2,03	2,08	2,07	2,13	2,11	2,10	0,03	1,6	[2,08; 2,12]
FP - P	1,95	1,94	1,93	1,91	1,88	1,87	1,84	1,85	1,94	1,94	1,91	0,04	2,2	[1,88; 1,93]
FP - L	1,90	1,91	1,91	1,92	1,98	1,99	1,99	1,97	1,98	1,91	1,95	0,04	2,0	[1,92; 1,97]



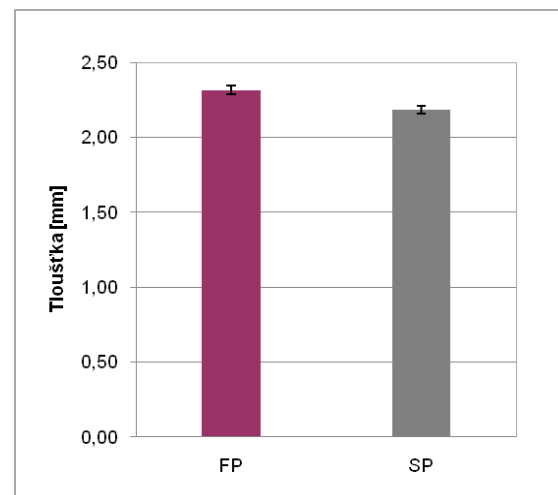
Obr. A.1 Křivka DSC pro vzorek FP



Obr. A.2 Křivka DSC pro vzorek SP



Obr. A.3 Plošná hmotnost vzorků FP a SP



Obr. A.4 Tloušťka vzorků FP a SP (SDL M034A, přítlak 100 Pa)

PŘÍLOHA B

Tabulky a grafy: prodyšnost textilie

Tab. B.1 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] textilie při tlakovém spádu 40 Pa, vzorek FP (SDL M021S)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	172,8	170,3	170,3	167,8	175,4	165,3	177,9	167,8	165,3	167,8	170,1	4,17	2,4	[167,5; 172,7]
FP - P - líc	95,2	92,7	97,7	97,7	95,2	90,2	95,2	92,7	95,2	92,7	94,4	2,38	2,5	[93,0; 95,9]
FP - N - rub	187,9	187,9	180,4	190,4	192,9	192,9	190,4	195,4	180,4	185,4	188,4	5,11	2,7	[185,2; 191,6]
FP - P - rub	102,7	95,2	105,2	97,7	107,7	110,2	105,2	102,7	107,7	110,2	104,5	5,01	4,8	[101,3; 107,6]

Tab. B.2 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] textilie při tlakovém spádu 40 Pa, vzorek FP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	194,8	201,8	194,8	208,8	208,8	194,8	180,9	194,8	201,8	201,8	198,3	8,20	4,1	[193,2; 203,4]
FP - P - líc	97,4	105,8	103,0	108,6	133,6	125,3	133,6	150,3	139,2	122,5	121,9	17,59	14,4	[111,0; 132,8]
FP - L - líc	136,4	133,6	133,6	133,6	122,5	111,3	104,4	123,9	122,5	128,0	125,0	10,47	8,4	[118,5; 131,5]
FP - N - rub	222,7	229,6	208,8	222,7	215,7	208,8	201,8	201,8	208,8	215,7	213,6	9,31	4,4	[207,9; 219,4]
FP - P - rub	137,8	139,2	130,8	130,8	119,7	130,8	118,3	133,6	144,7	122,5	130,8	8,63	6,6	[125,5; 136,2]
FP - L - rub	133,6	133,6	136,4	137,8	136,4	130,8	153,1	130,8	144,7	139,2	137,6	6,83	5,0	[133,4; 141,9]

Tab. B.3 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] textilie při tlakovém spádu 50 Pa, vzorek FP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	271,4	250,5	264,4	243,5	250,5	264,4	285,3	271,4	250,5	236,6	258,9	14,96	5,8	[249,6; 268,1]
FP - P - líc	160,0	167,0	153,1	180,9	153,1	167,0	180,9	167,0	160,0	153,1	164,2	10,48	6,4	[157,2; 170,7]
FP - L - líc	194,8	174,0	167,0	160,0	174,0	139,2	160,0	139,2	153,1	160,0	162,1	16,74	10,3	[151,8; 172,5]
FP - N - rub	347,9	313,1	292,3	306,2	299,2	292,3	278,3	292,3	278,3	327,0	302,7	21,82	7,2	[289,2; 316,2]
FP - P - rub	208,8	194,8	187,9	187,9	208,8	180,9	215,7	229,6	194,8	201,8	201,1	14,83	7,4	[191,9; 210,3]
FP - L - rub	167,0	201,8	194,8	208,8	201,8	222,7	194,8	215,7	180,9	194,8	198,3	16,15	8,1	[188,3; 208,3]

Tab. B.4 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] textilie při tlakovém spádu 100 Pa, vzorek FP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	494,0	473,2	480,1	459,3	445,3	445,3	452,3	438,4	452,3	459,3	459,9	17,50	3,8	[449,1; 470,8]
FP - P - líc	327,0	320,1	278,3	278,3	271,4	264,4	250,5	257,5	236,6	292,3	277,6	28,87	10,4	[259,7; 295,5]
FP - L - líc	306,2	292,3	278,3	292,3	278,3	271,4	264,4	257,5	250,5	292,3	278,3	17,66	6,3	[267,4; 289,3]
FP - N - rub	514,9	501,0	501,0	508,0	521,9	494,0	487,1	528,8	494,0	494,0	504,5	13,62	2,7	[496,0; 512,9]
FP - P - rub	292,3	347,9	341,0	278,3	320,1	327,0	361,8	334,0	306,2	341,0	325,0	26,05	8,0	[308,8; 341,1]
FP - L - rub	361,8	361,8	347,9	327,0	313,1	347,9	334,0	368,8	320,1	389,7	347,2	23,98	6,9	[332,4; 362,1]

Tab. B.5 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] textilie při tlakovém spádu 150 Pa, vzorek FP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	647,1	640,2	668,0	626,3	633,2	654,1	675,0	681,9	661,0	633,2	652,0	19,14	2,9	[640,1; 663,9]
FP - P - líc	459,3	445,3	445,3	459,3	431,4	417,5	452,3	431,4	403,6	424,5	437,0	18,50	4,2	[425,5; 448,4]
FP - L - líc	403,6	445,3	438,4	417,5	389,7	466,2	445,3	452,3	417,5	424,5	430,0	23,61	5,5	[415,4; 444,7]
FP - N - rub	723,7	688,9	668,0	709,8	681,9	668,0	675,0	695,8	723,7	688,9	692,4	20,81	3,0	[679,5; 705,3]
FP - P - rub	521,9	473,2	487,1	487,1	494,0	466,2	501,0	480,1	452,3	459,3	482,2	20,76	4,3	[469,3; 495,1]
FP - L - rub	480,1	466,2	514,9	528,8	452,3	528,8	501,0	514,9	473,2	459,3	492,0	29,16	5,9	[473,9; 510,0]

Tab. B.6 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] vyprané textilie při tlakovém spádu 40 Pa, vzorek FP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	194,8	208,8	201,8	208,8	215,7	194,8	222,7	194,8	215,7	208,8	206,7	9,87	4,8	[200,5; 212,8]
FP - P - líc	97,4	125,3	122,5	136,4	125,3	114,1	114,1	108,6	128,0	122,5	119,4	11,09	9,3	[112,5; 126,3]
FP - L - líc	136,4	105,8	136,4	128,0	114,1	142,0	133,6	125,3	130,8	136,4	128,9	11,21	8,7	[121,9; 135,8]
FP - N - rub	215,7	222,7	222,7	208,8	236,6	215,7	250,5	222,7	229,6	215,7	224,1	12,19	5,4	[216,5; 231,6]
FP - P - rub	139,2	164,2	194,8	167,0	147,5	147,5	136,4	153,1	130,8	133,6	151,4	19,56	12,9	[139,3; 163,5]
FP - L - rub	155,9	119,7	133,6	150,3	125,3	160,0	153,1	144,7	167,0	139,2	144,9	15,34	10,6	[135,4; 154,4]

Tab. B.7 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] vyprané textilie při tlakovém spádu 50 Pa, vzorek FP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	243,5	236,6	278,3	250,5	250,5	236,6	264,4	250,5	236,6	250,5	249,8	13,30	5,3	[241,6; 258,0]
FP - P - líc	167,0	167,0	160,0	153,1	153,1	146,1	139,2	167,0	167,0	153,1	157,3	9,95	6,3	[151,1; 163,4]
FP - L - líc	167,0	167,0	153,1	174,0	153,1	146,1	153,1	125,3	146,1	146,1	153,1	13,92	9,1	[144,5; 161,7]
FP - N - rub	278,3	278,3	264,4	264,4	257,5	306,2	278,3	278,3	292,3	257,5	275,6	15,46	5,6	[266,0; 285,1]
FP - P - rub	180,9	174,0	194,8	174,0	153,1	194,8	160,0	187,9	180,9	180,9	178,1	13,60	7,6	[169,7; 186,6]
FP - L - rub	180,9	167,0	180,9	167,0	139,2	187,9	174,0	201,8	194,8	180,9	177,4	17,43	9,8	[166,6; 188,2]

Tab. B.8 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] vyprané textilie při tlakovém spádu 100 Pa, vzorek FP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	431,4	459,3	431,4	487,1	473,2	501,0	445,3	466,2	459,3	459,3	461,3	22,26	4,8	[447,5; 475,3]
FP - P - líc	334,0	299,2	320,1	285,3	278,3	278,3	278,3	257,5	264,4	285,3	288,1	23,70	8,2	[273,4; 302,8]
FP - L - líc	313,1	306,2	292,3	347,9	278,3	271,4	264,4	250,5	264,4	264,4	285,3	29,70	10,4	[266,9; 303,7]
FP - N - rub	501,0	514,9	487,1	501,0	514,9	487,1	501,0	514,9	473,2	459,3	495,4	18,79	3,8	[483,8; 507,1]
FP - P - rub	292,3	334,0	320,1	299,2	278,3	278,3	320,1	320,1	347,9	320,1	311,0	23,21	7,5	[296,7; 325,4]
FP - L - rub	306,2	292,3	334,0	278,3	306,2	361,8	306,2	320,1	313,1	341,0	315,9	24,37	7,7	[300,8; 331,0]

Tab. B.9 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] vyprané textilie při tlakovém spádu 150 Pa, vzorek FP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	668,0	654,1	640,2	640,2	626,3	681,9	640,2	681,9	668,0	640,2	654,1	19,68	3,0	[641,9; 666,3]
FP - P - líc	452,3	445,3	431,4	445,3	431,4	424,5	445,3	417,5	438,4	431,4	436,3	10,90	2,5	[429,5; 443,0]
FP - L - líc	431,4	431,4	389,7	417,5	417,5	445,3	459,3	375,8	417,5	403,6	418,9	24,94	6,0	[403,4; 434,3]
FP - N - rub	723,7	668,0	737,6	668,0	681,9	668,0	695,8	695,8	709,8	695,8	694,4	24,06	3,5	[679,5; 709,4]
FP - P - rub	501,0	452,3	445,3	501,0	431,4	487,1	459,3	445,3	431,4	459,3	461,3	26,25	5,7	[445,1; 477,6]
FP - L - rub	459,3	459,3	445,3	494,0	459,3	501,0	487,1	487,1	480,1	452,3	472,5	19,53	4,1	[460,4; 484,6]

Tab. B.10 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] textilie při tlakovém spádu 40 Pa, vzorek SP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
SP - N - líc	208,8	208,8	222,7	194,8	208,8	194,8	180,9	194,8	194,8	194,8	200,4	11,74	5,9	[193,1; 207,7]
SP - P 180 °C - líc	55,7	61,2	61,2	64,0	64,0	58,5	66,8	66,8	66,8	66,8	63,2	3,95	6,2	[60,7; 65,6]
SP - P 190 °C - líc	50,1	52,9	55,7	52,9	50,1	52,9	55,7	50,1	52,9	52,9	52,6	2,05	3,9	[51,3; 53,9]
SP - P 200 °C - líc	58,5	55,7	55,7	52,9	52,9	50,1	52,9	55,7	55,7	52,9	54,3	2,37	4,4	[52,8; 55,7]
SP - P 210 °C - líc	39,0	47,3	58,5	47,3	41,8	41,8	50,1	55,7	50,1	44,5	47,6	6,22	13,1	[43,7; 51,4]
SP - P 220 °C - líc	47,3	44,5	47,3	52,9	52,9	50,1	50,1	52,9	47,3	44,5	49,0	3,27	6,7	[47,0; 51,0]
SP - L - nízký přitlak - líc	86,3	89,1	83,5	80,7	77,9	77,9	75,2	80,7	80,7	75,2	80,7	4,55	5,6	[77,9; 83,5]
SP - L - vysoký přitlak - líc	50,1	50,1	50,1	47,3	47,3	44,5	47,3	50,1	50,1	52,9	49,0	2,35	4,8	[47,5; 50,4]
SP - N - rub	208,8	208,8	201,8	208,8	208,8	194,8	208,8	194,8	208,8	201,8	204,6	5,87	2,9	[200,9; 208,2]
SP - P 180 °C - rub	66,8	69,6	64,0	66,8	64,0	66,8	69,6	69,6	66,8	66,8	67,1	2,05	3,1	[65,8; 68,4]
SP - P 190 °C - rub	55,7	58,5	55,7	55,7	55,7	52,9	52,9	55,7	55,7	52,9	55,1	1,76	3,2	[54,0; 56,2]
SP - P 200 °C - rub	52,9	55,7	55,7	58,5	61,2	58,5	55,7	52,9	55,7	55,7	56,2	2,56	4,5	[54,6; 57,8]
SP - P 210 °C - rub	41,8	50,1	55,7	47,3	44,5	41,8	41,8	47,3	50,1	55,7	47,6	5,32	11,2	[44,3; 50,9]
SP - P 220 °C - rub	52,9	50,1	52,9	47,3	55,7	52,9	47,3	47,3	50,1	52,9	50,9	2,95	5,8	[49,1; 52,8]
SP - L - nízký přitlak - rub	75,2	77,9	80,7	80,7	83,5	89,1	83,5	83,5	75,2	80,7	81,0	4,24	5,2	[78,4; 83,6]
SP - L - vysoký přitlak - rub	47,3	50,1	52,9	52,9	50,1	55,7	55,7	50,1	52,9	50,1	51,8	2,69	5,2	[50,1; 53,4]

Tab. B.11 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] textilie při tlakovém spádu 50 Pa, vzorek SP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
SP - N - líc	264,4	229,6	222,7	250,5	236,6	222,7	236,6	222,7	236,6	222,7	234,5	13,94	5,9	[225,9; 243,1]
SP - P 180 °C - líc	77,9	80,7	80,7	83,5	80,7	75,2	77,9	80,7	83,5	80,7	80,2	2,56	3,2	[78,6; 81,7]
SP - P 190 °C - líc	58,5	66,8	69,6	66,8	64,0	64,0	69,6	66,8	66,8	66,8	66,0	3,23	4,9	[64,0; 68,0]
SP - P 200 °C - líc	72,4	66,8	58,5	69,6	66,8	72,4	72,4	69,6	72,4	58,5	67,9	5,44	8,0	[64,5; 71,3]
SP - P 210 °C - líc	50,1	58,5	72,4	72,4	55,7	50,1	52,9	58,5	75,2	61,2	60,7	9,44	15,6	[54,8; 66,5]
SP - P 220 °C - líc	50,1	55,7	69,6	58,5	52,9	55,7	69,6	64,0	66,8	55,7	59,8	7,10	11,9	[55,4; 64,2]
SP - L - nízký přitlak - líc	108,6	105,8	103,0	94,6	89,1	91,9	94,6	91,9	97,4	103,0	98,0	6,66	6,8	[93,8; 102,1]
SP - L - vysoký přitlak - líc	58,5	64,0	64,0	58,5	58,5	55,7	61,2	64,0	58,5	61,2	60,4	2,95	4,9	[58,6; 62,2]
SP - N - rub	250,5	243,5	250,5	229,6	229,6	236,6	229,6	236,6	236,6	236,6	238,0	7,90	3,3	[233,1; 242,9]
SP - P 180 °C - rub	75,2	80,7	75,2	83,5	77,9	80,7	75,2	77,9	77,9	83,5	78,8	3,23	4,1	[76,8; 80,8]
SP - P 190 °C - rub	58,5	66,8	66,8	66,8	64,0	58,5	66,8	66,8	64,0	64,0	64,3	3,33	5,2	[62,2; 66,4]
SP - P 200 °C - rub	58,5	66,8	69,6	69,6	69,6	64,0	58,5	66,8	69,6	64,0	65,7	4,39	6,7	[63,0; 68,4]
SP - P 210 °C - rub	50,1	58,5	64,0	52,9	50,1	58,5	66,8	58,5	61,2	52,9	57,3	5,75	10,0	[53,8; 60,9]
SP - P 220 °C - rub	61,2	58,5	64,0	55,7	66,8	61,2	58,5	61,2	64,0	66,8	61,8	3,66	5,9	[59,5; 64,1]
SP - L - nízký přitlak - rub	91,9	89,1	91,9	94,6	91,9	100,2	103,0	97,4	91,9	100,2	95,2	4,69	4,9	[92,3; 98,1]
SP - L - vysoký přitlak - rub	55,7	58,5	61,2	58,5	64,0	64,0	61,2	58,5	58,5	58,5	59,8	2,70	4,5	[58,2; 61,5]

Tab. B.12 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] textilie při tlakovém spádu 100 Pa, vzorek SP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
SP - N - líc	445,3	417,5	431,4	417,5	459,3	431,4	431,4	417,5	417,5	417,5	428,6	14,37	3,4	[419,7; 437,5]
SP - P 180 °C - líc	147,5	147,5	142,0	155,9	153,1	147,5	136,4	144,7	153,1	147,5	147,5	5,72	3,9	[144,0; 151,1]
SP - P 190 °C - líc	122,5	128,0	125,3	128,0	122,5	111,3	114,1	128,0	125,3	128,0	123,3	6,02	4,9	[119,6; 127,0]
SP - P 200 °C - líc	139,2	139,2	136,4	128,0	119,7	111,3	122,5	139,2	125,3	111,3	127,2	11,06	8,7	[120,3; 134,1]
SP - P 210 °C - líc	139,2	100,2	94,6	103,0	114,1	139,2	108,6	94,6	116,9	94,6	110,5	17,06	15,4	[99,9; 121,1]
SP - P 220 °C - líc	108,6	128,0	122,5	133,6	119,7	103,0	114,1	125,3	136,4	128,0	121,9	10,72	8,8	[115,3; 128,6]
SP - L - nízký přitlak - líc	194,8	187,9	180,9	167,0	180,9	167,0	167,0	174,0	167,0	180,9	176,7	9,95	5,6	[170,6; 182,9]
SP - L - vysoký přitlak - líc	122,5	122,5	119,7	116,9	105,8	116,9	114,1	111,3	108,6	105,8	114,4	6,35	5,6	[110,5; 118,3]
SP - N - rub	487,1	459,3	459,3	501,0	445,3	466,2	459,3	466,2	445,3	459,3	464,8	17,30	3,7	[454,1; 475,5]
SP - P 180 °C - rub	150,3	158,7	158,7	161,4	161,4	153,1	155,9	155,9	153,1	155,9	156,4	3,66	2,3	[154,2; 158,7]
SP - P 190 °C - rub	128,0	133,6	136,4	133,6	128,0	139,2	136,4	130,8	130,8	133,6	133,0	3,66	2,8	[130,8; 135,3]
SP - P 200 °C - rub	122,5	133,6	142,0	142,0	142,0	139,2	136,4	139,2	128,0	119,7	134,4	8,30	6,2	[129,3; 139,6]
SP - P 210 °C - rub	114,1	130,8	108,6	136,4	94,6	100,2	111,3	108,6	114,1	111,3	113,0	12,53	11,1	[105,2; 120,8]
SP - P 220 °C - rub	119,7	119,7	108,6	105,8	128,0	130,8	122,5	130,8	125,3	108,6	120,0	9,41	7,8	[114,1; 125,8]
SP - L - nízký přitlak - rub	201,8	180,9	174,0	187,9	180,9	180,9	201,8	180,9	174,0	201,8	186,5	11,27	6,0	[179,5; 193,5]
SP - L - vysoký přitlak - rub	111,3	122,5	114,1	122,5	111,3	111,3	122,5	122,5	128,0	116,9	118,3	6,05	5,1	[114,5; 122,0]

Tab. B.13 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] textilie při tlakovém spádu 150 Pa, vzorek SP (METEFEM FF 12/A)

Vzorek	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	\bar{R} [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	v [%]	95% IS
SP - N - líc	570,6	626,3	605,4	640,2	591,5	640,2	612,3	640,2	612,3	626,3	616,5	23,01	3,7	[602,2; 630,8]
SP - P 180 °C - líc	215,7	215,7	222,7	222,7	215,7	215,7	222,7	215,7	208,8	208,8	216,4	5,13	2,4	[213,2; 219,6]
SP - P 190 °C - líc	194,8	194,8	180,9	194,8	194,8	187,9	180,9	194,8	194,8	194,8	191,4	5,91	3,1	[187,7; 195,0]
SP - P 200 °C - líc	201,8	208,8	201,8	194,8	194,8	180,9	194,8	187,9	208,8	208,8	198,3	9,42	4,8	[192,5; 204,2]
SP - P 210 °C - líc	153,1	153,1	174,0	167,0	167,0	174,0	194,8	194,8	201,8	208,8	178,8	19,97	11,2	[166,5; 191,2]
SP - P 220 °C - líc	194,8	194,8	153,1	180,9	187,9	174,0	187,9	167,0	153,1	194,8	178,8	16,42	9,2	[168,7; 189,0]
SP - L - nízký přitlak - líc	278,3	285,3	257,5	264,4	285,3	250,5	264,4	250,5	250,5	257,5	264,4	13,92	5,3	[255,8; 273,0]
SP - L - vysoký přitlak - líc	194,8	187,9	187,9	180,9	167,0	174,0	180,9	167,0	160,0	174,0	177,4	11,00	6,2	[170,6; 184,3]
SP - N - rub	661,0	633,2	626,3	675,0	654,1	681,9	626,3	668,0	668,0	654,1	654,8	20,07	3,1	[642,3; 667,2]
SP - P 180 °C - rub	215,7	215,7	236,6	229,6	222,7	208,8	222,7	215,7	229,6	229,6	222,7	8,68	3,9	[217,3; 228,0]
SP - P 190 °C - rub	194,8	201,8	194,8	194,8	180,9	187,9	187,9	194,8	194,8	180,9	191,4	6,76	3,5	[187,2; 195,5]
SP - P 200 °C - rub	180,9	201,8	201,8	194,8	187,9	201,8	201,8	194,8	194,8	180,9	194,1	8,33	4,3	[189,0; 199,3]
SP - P 210 °C - rub	153,1	153,1	153,1	174,0	174,0	194,8	180,9	174,0	167,0	167,0	169,1	13,54	8,0	[160,7; 177,5]
SP - P 220 °C - rub	180,9	167,0	174,0	180,9	194,8	180,9	180,9	180,9	160,0	160,0	176,0	10,90	6,2	[169,3; 182,8]
SP - L - nízký přitlak - rub	271,4	257,5	278,3	299,2	264,4	299,2	264,4	257,5	271,4	292,3	275,6	16,14	5,9	[265,5; 285,6]
SP - L - vysoký přitlak - rub	180,9	167,0	167,0	174,0	174,0	174,0	187,9	194,8	174,0	167,0	176,0	9,31	5,3	[170,3; 181,8]

Tab. B.14 Procentuální rozdíl v prodyšnosti vzorků FP a SP

Tlakový spád	Procentuální rozdíl v prodyšnosti mezi vzorky FP – N – líc a SP – N – líc	Procentuální rozdíl v prodyšnosti mezi vzorky FP – N – rub a SP – N – rub
40 Pa	statisticky nevýznamný rozdíl	statisticky nevýznamný rozdíl
50 Pa	9%	21%
100 Pa	7%	8%
150 Pa	5%	5%

Tab. B.15 Přehled procentuálních hodnot, na které klesly hodnoty prodyšnosti nepotištěné textilie, vzorek FP

Tlakový spád	P - líc	L - líc	P - rub	L - rub
40 Pa	62 %	63 %	61 %	64 %
50 Pa	63 %	63 %	66 %	66 %
100 Pa	60 %	61 %	64 %	69 %
150 Pa	67 %	66 %	70 %	71 %

*Tab. B.16 Přehled procentuálních hodnot, na které klesly hodnoty prodyšnosti nepotištěné textilie, zjišťování vlivu teploty, vzorek SP
(směr prostupu vzduchu z lícové strany textilie)*

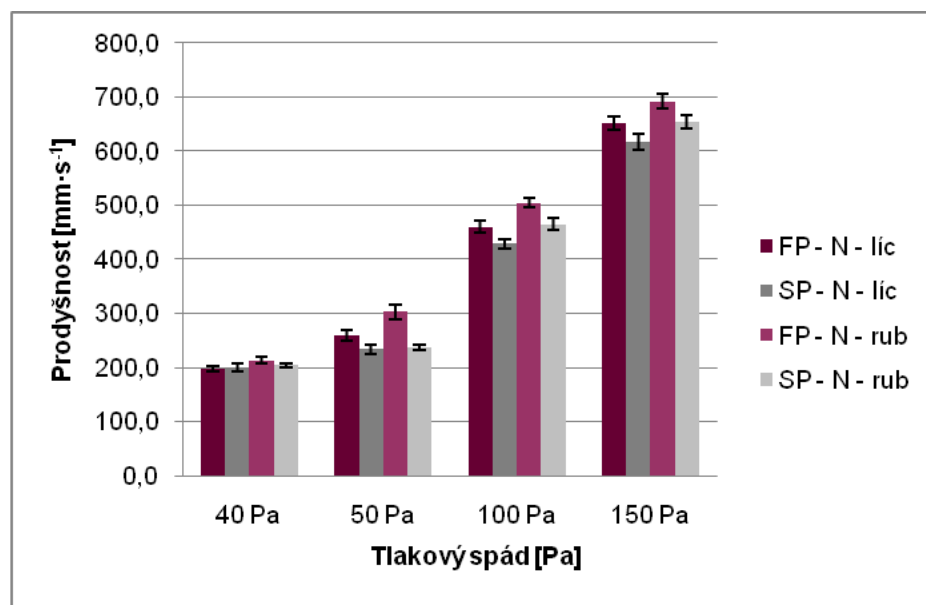
Tlakový spád	P 180 °C - líc	P 190 °C - líc	P 200 °C - líc	P 210 °C - líc	P 220 °C - líc
40 Pa	32 %	26 %	27 %	24 %	24 %
50 Pa	34 %	28 %	29 %	26 %	26 %
100 Pa	34 %	29 %	30 %	26 %	28 %
150 Pa	35 %	31 %	32 %	29 %	29 %

*Tab. B.17 Přehled procentuálních hodnot, na které klesly hodnoty prodyšnosti nepotištěné textilie, zjišťování vlivu teploty, vzorek SP,
(směr prostupu vzduchu z rubové strany textilie)*

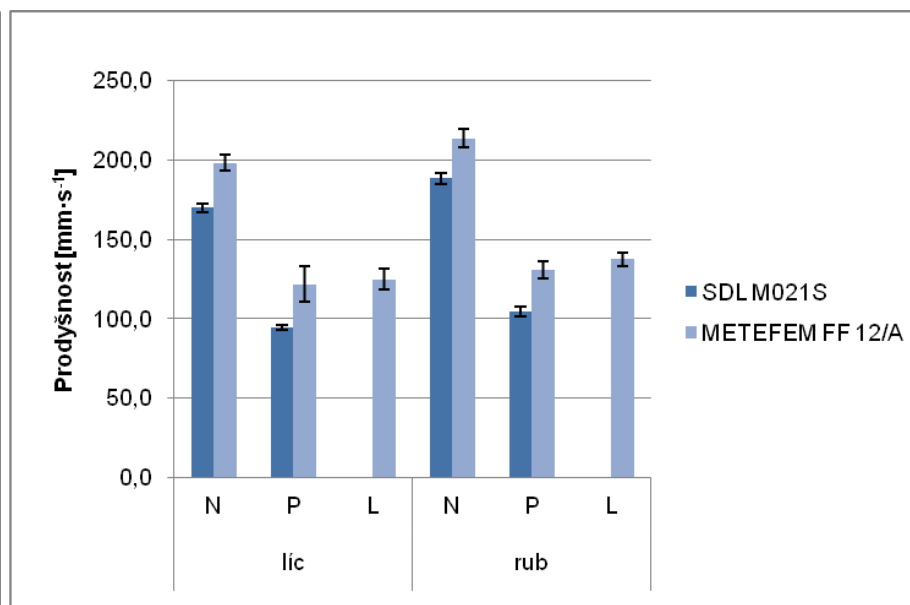
Tlakový spád	P 180 °C - rub	P 190 °C - rub	P 200 °C - rub	P 210 °C - rub	P 220 °C - rub
40 Pa	33 %	27 %	27 %	23 %	25 %
50 Pa	33 %	27 %	28 %	24 %	26 %
100 Pa	34 %	29 %	29 %	24 %	26 %
150 Pa	34 %	29 %	30 %	26 %	27 %

Tab. B.18 Přehled procentuálních hodnot, na které klesly hodnoty prodyšnosti nepotištěné textilie, vzorek SP (zjišťování vlivu přitlaku)

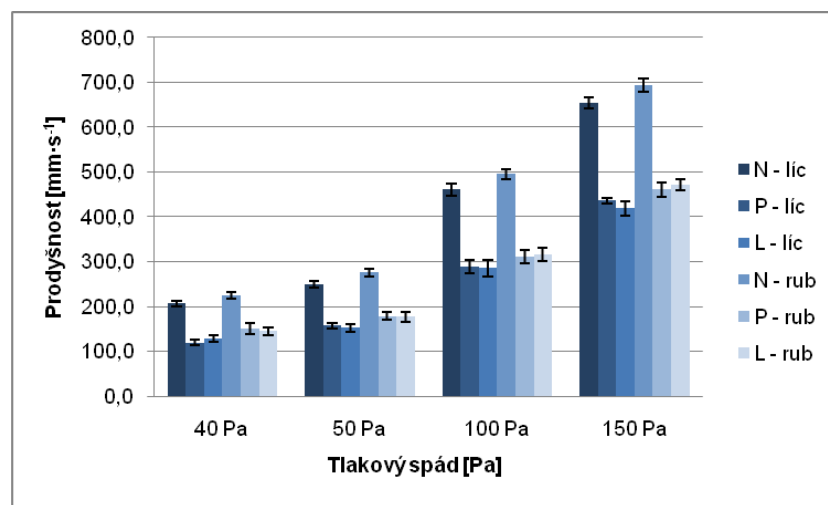
Tlakový spád	L - nízký přitlak - líc	L - vysoký přitlak - líc	L - nízký přitlak - rub	L - vysoký přitlak - rub
40 Pa	40 %	24 %	40 %	25 %
50 Pa	42 %	26 %	40 %	25 %
100 Pa	41 %	27 %	40 %	25 %
150 Pa	43 %	29 %	42 %	27 %



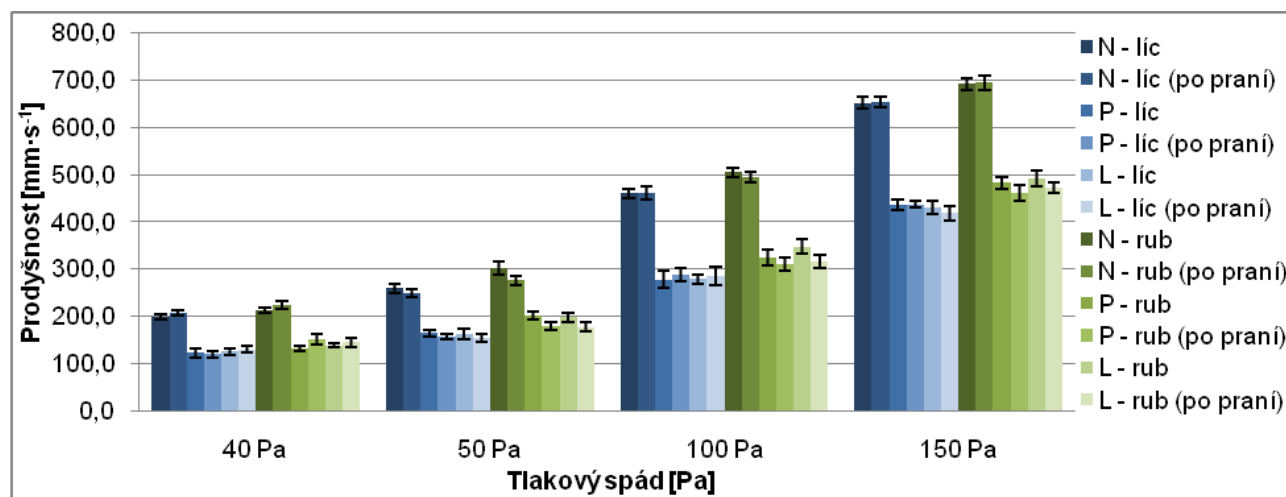
Obr. B.1 Prodyšnost dvou šarží stejného typu materiálu (vzorky FP a SP)



Obr. B.2 Porovnání přístrojů na měření prodyšnosti



Obr. B.3 Prodyšnost po vyprání textilie (vzorek FP)



Obr. B.4 Prodyšnost naměřená u textilie před vypráním a u textilie po vyprání (vzorek FP)

PŘÍLOHA C

Tabulky a grafy: termofyzikální parametry textilie

Tab. C.1 Experimentálně zjištěné hodnoty měrné tepelné vodivosti [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$] textilie, vzorek FP

Vzorek	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}	$\bar{\lambda}$ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	s [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	0,0459	0,0459	0,0456	0,0453	0,0454	0,0464	0,0463	0,0460	0,0457	0,0465	0,0459	0,0004	0,9	[0,0456; 0,0462]
FP - P - líc	0,0448	0,0457	0,0458	0,0468	0,0461	0,0463	0,0465	0,0460	0,0455	0,0459	0,0459	0,0006	1,2	[0,0456; 0,0463]
FP - L - líc	0,0467	0,0478	0,0473	0,0454	0,0459	0,0458	0,0457	0,0487	0,0480	0,0466	0,0468	0,0011	2,4	[0,0461; 0,0475]
FP - N - rub	0,0449	0,0460	0,0464	0,0465	0,0464	0,0461	0,0465	0,0457	0,0453	0,0456	0,0459	0,0006	1,2	[0,0456; 0,0463]
FP - P - rub	0,0457	0,0454	0,0458	0,0459	0,0455	0,0459	0,0452	0,0457	0,0456	0,0461	0,0457	0,0003	0,6	[0,0455; 0,0458]
FP - L - rub	0,0464	0,0461	0,0468	0,0467	0,0457	0,0461	0,0460	0,0459	0,0460	0,0466	0,0462	0,0004	0,8	[0,0460; 0,0465]

Tab. C.2 Experimentálně zjištěné hodnoty plošného odporu vedení tepla [$K \cdot m^2 \cdot W^{-1}$] textilie, vzorek FP

Vzorek	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}	\bar{r} [$K \cdot m^2 \cdot W^{-1}$]	s [$K \cdot m^2 \cdot W^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	0,0434	0,0439	0,0463	0,0478	0,0481	0,0452	0,0445	0,0439	0,0453	0,0446	0,0453	0,0016	3,6	[0,0443; 0,0463]
FP - P - líc	0,0411	0,0404	0,0409	0,0414	0,0420	0,0420	0,0397	0,0395	0,0408	0,0408	0,0409	0,0008	2,1	[0,0403; 0,0414]
FP - L - líc	0,0409	0,0405	0,0408	0,0412	0,0431	0,0435	0,0427	0,0396	0,0412	0,0417	0,0415	0,0012	3,0	[0,0408; 0,0423]
FP - N - rub	0,0476	0,0462	0,0452	0,0453	0,0447	0,0441	0,0447	0,0454	0,0471	0,0463	0,0457	0,0011	2,4	[0,0450; 0,0464]
FP - P - rub	0,0427	0,0427	0,0422	0,0416	0,0415	0,0408	0,0408	0,0405	0,0425	0,0420	0,0417	0,0008	2,0	[0,0412; 0,0422]
FP - L - rub	0,0409	0,0415	0,0408	0,0412	0,0433	0,0432	0,0433	0,0429	0,0430	0,0410	0,0421	0,0011	2,6	[0,0414; 0,0428]

Tab. C.3 Experimentálně zjištěné hodnoty měrné teplotní vodivosti [$m^2 \cdot s^{-1}$] textilie, vzorek FP

Vzorek	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	\bar{a} [$m^2 \cdot s^{-1}$]	s [$m^2 \cdot s^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	$2,41 \cdot 10^{-7}$	$2,21 \cdot 10^{-7}$	$2,61 \cdot 10^{-7}$	$2,45 \cdot 10^{-7}$	$2,53 \cdot 10^{-7}$	$2,30 \cdot 10^{-7}$	$2,35 \cdot 10^{-7}$	$2,29 \cdot 10^{-7}$	$2,21 \cdot 10^{-7}$	$2,42 \cdot 10^{-7}$	$2,38 \cdot 10^{-7}$	$1,32 \cdot 10^{-8}$	5,5	[$2,30 \cdot 10^{-7}$; $2,46 \cdot 10^{-7}$]
FP - P - líc	$1,87 \cdot 10^{-7}$	$2,02 \cdot 10^{-7}$	$2,04 \cdot 10^{-7}$	$2,06 \cdot 10^{-7}$	$2,00 \cdot 10^{-7}$	$2,03 \cdot 10^{-7}$	$2,04 \cdot 10^{-7}$	$2,01 \cdot 10^{-7}$	$1,92 \cdot 10^{-7}$	$2,12 \cdot 10^{-7}$	$2,01 \cdot 10^{-7}$	$0,71 \cdot 10^{-8}$	3,5	[$1,97 \cdot 10^{-7}$; $2,05 \cdot 10^{-7}$]
FP - L - líc	$1,80 \cdot 10^{-7}$	$1,99 \cdot 10^{-7}$	$2,13 \cdot 10^{-7}$	$1,85 \cdot 10^{-7}$	$2,06 \cdot 10^{-7}$	$2,00 \cdot 10^{-7}$	$1,93 \cdot 10^{-7}$	$1,87 \cdot 10^{-7}$	$2,11 \cdot 10^{-7}$	$1,96 \cdot 10^{-7}$	$1,97 \cdot 10^{-7}$	$1,10 \cdot 10^{-8}$	5,6	[$1,90 \cdot 10^{-7}$; $2,04 \cdot 10^{-7}$]
FP - N - rub	$7,30 \cdot 10^{-7}$	$6,63 \cdot 10^{-7}$	$7,37 \cdot 10^{-7}$	$7,57 \cdot 10^{-7}$	$7,14 \cdot 10^{-7}$	$6,88 \cdot 10^{-7}$	$6,91 \cdot 10^{-7}$	$7,28 \cdot 10^{-7}$	$6,32 \cdot 10^{-7}$	$7,91 \cdot 10^{-7}$	$7,13 \cdot 10^{-7}$	$4,63 \cdot 10^{-8}$	6,5	[$6,84 \cdot 10^{-7}$; $7,42 \cdot 10^{-7}$]
FP - P - rub	$6,91 \cdot 10^{-7}$	$7,03 \cdot 10^{-7}$	$7,32 \cdot 10^{-7}$	$7,05 \cdot 10^{-7}$	$7,17 \cdot 10^{-7}$	$7,28 \cdot 10^{-7}$	$7,14 \cdot 10^{-7}$	$6,83 \cdot 10^{-7}$	$7,04 \cdot 10^{-7}$	$6,86 \cdot 10^{-7}$	$7,06 \cdot 10^{-7}$	$1,67 \cdot 10^{-8}$	2,4	[$6,96 \cdot 10^{-7}$; $7,17 \cdot 10^{-7}$]
FP - L - rub	$6,31 \cdot 10^{-7}$	$6,17 \cdot 10^{-7}$	$6,52 \cdot 10^{-7}$	$7,26 \cdot 10^{-7}$	$6,89 \cdot 10^{-7}$	$6,76 \cdot 10^{-7}$	$6,37 \cdot 10^{-7}$	$7,23 \cdot 10^{-7}$	$6,46 \cdot 10^{-7}$	$6,27 \cdot 10^{-7}$	$6,62 \cdot 10^{-7}$	$3,93 \cdot 10^{-8}$	5,9	[$6,38 \cdot 10^{-7}$; $6,87 \cdot 10^{-7}$]

Tab. C.4 Experimentálně zjištěné hodnoty tepelné jímavosti [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$] textilie, vzorek FP

Vzorek	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	\bar{b} [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$]	s [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	93,3	97,6	89,2	91,6	90,2	96,8	95,6	96,2	97,3	94,5	94,2	3,03	3,2	[92,4; 96,1]
FP - P - líc	104,0	102,0	101,0	103,0	103,0	103,0	103,0	102,0	104,0	99,6	102,5	1,36	1,3	[101,6; 103,3]
FP - L - líc	110,0	107,0	103,0	105,0	101,0	102,0	104,0	113,0	104,0	105,0	105,4	3,69	3,5	[103,1; 107,7]
FP - N - rub	52,6	56,5	54,1	53,4	54,9	55,6	55,9	53,5	57,0	51,3	54,5	1,82	3,3	[53,4; 55,6]
FP - P - rub	54,9	54,2	53,5	54,7	53,7	53,8	53,5	55,2	54,4	55,7	54,4	0,76	1,4	[53,9; 54,8]
FP - L - rub	58,4	58,7	57,9	54,8	55,0	56,1	57,6	53,9	57,2	58,8	56,8	1,77	3,1	[55,7; 57,9]

Tab. C.5 Experimentálně zjištěné hodnoty tepelného toku [$W \cdot m^{-2}$] textilie, vzorek FP

Vzorek	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₅	q ₆	q ₇	q ₈	q ₉	q ₁₀	\bar{q} [$W \cdot m^{-2}$]	s [$W \cdot m^{-2}$]	v [%]	95% IS
FP - N - líc	370	380	358	380	375	404	391	379	383	393	381,3	12,77	3,3	[373,4; 389,2]
FP - P - líc	467	463	463	451	457	465	464	468	475	446	461,9	8,48	1,8	[456,6; 467,2]
FP - L - líc	483	474	445	442	437	441	446	509	459	458	459,4	23,00	5,0	[445,1; 473,7]
FP - N - rub	152	159	157	154	157	162	160	154	158	151	156,4	3,57	2,3	[154,2; 158,6]
FP - P - rub	160	160	161	162	164	163	159	164	163	161	161,7	1,77	1,1	[160,6; 162,8]
FP - L - rub	167	170	168	166	161	165	167	162	163	167	165,6	2,84	1,7	[163,8; 167,4]

Tab. C.6 Experimentálně zjištěné hodnoty měrné tepelné vodivosti [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$] textile, vzorek SP

Vzorek	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}	$\bar{\lambda}$ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	s [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	v [%]	95% IS
SP - N - líc	0,0426	0,0425	0,0422	0,0424	0,0425	0,0418	0,0423	0,0428	0,0424	0,0426	0,0424	0,0003	0,6	[0,0422; 0,0426]
SP - P 180 °C - líc	0,0401	0,0390	0,0398	0,0389	0,0392	0,0403	0,0400	0,0392	0,0388	0,0396	0,0395	0,0005	1,4	[0,0392; 0,0398]
SP - P 190 °C - líc	0,0379	0,0404	0,0388	0,0384	0,0386	0,0387	0,0386	0,0380	0,0377	0,0381	0,0385	0,0008	2,0	[0,0380; 0,0390]
SP - P 200 °C - líc	0,0389	0,0390	0,0362	0,0370	0,0371	0,0370	0,0364	0,0360	0,0378	0,0377	0,0373	0,0010	2,8	[0,0367; 0,0380]
SP - P 210 °C - líc	0,0324	0,0369	0,0359	0,0337	0,0342	0,0362	0,0359	0,0339	0,0351	0,0346	0,0349	0,0014	3,9	[0,0340; 0,0357]
SP - P 220 °C - líc	0,0375	0,0346	0,0344	0,0379	0,0379	0,0358	0,0359	0,0371	0,0349	0,0367	0,0363	0,0013	3,7	[0,0354; 0,0371]
SP - L - nízký přitlak - líc	0,0406	0,0402	0,0399	0,0394	0,0399	0,0409	0,0394	0,0396	0,0402	0,0398	0,0400	0,0005	1,2	[0,0397; 0,0403]
SP - L - vysoký přitlak - líc	0,0384	0,0375	0,0367	0,0379	0,0380	0,0367	0,0375	0,0373	0,0366	0,0373	0,0374	0,0006	1,6	[0,0370; 0,0378]
SP - N - rub	0,0422	0,0429	0,0432	0,0421	0,0433	0,0422	0,0423	0,0429	0,0427	0,0427	0,0427	0,0004	1,0	[0,0424; 0,0429]
SP - P 180 °C - rub	0,0387	0,0398	0,0393	0,0394	0,0390	0,0401	0,0399	0,0394	0,0393	0,0391	0,0394	0,0004	1,1	[0,0391; 0,0397]
SP - P 190 °C - rub	0,0381	0,0386	0,0394	0,0395	0,0389	0,0378	0,0383	0,0396	0,0380	0,0387	0,0387	0,0007	1,7	[0,0383; 0,0391]
SP - P 200 °C - rub	0,0362	0,0375	0,0386	0,0366	0,0358	0,0372	0,0367	0,0389	0,0357	0,0372	0,0370	0,0011	2,9	[0,0364; 0,0377]
SP - P 210 °C - rub	0,0372	0,0392	0,0341	0,0335	0,0355	0,0352	0,0349	0,0334	0,0356	0,0332	0,0352	0,0019	5,3	[0,0340; 0,0363]
SP - P 220 °C - rub	0,0377	0,0345	0,0346	0,0372	0,0351	0,0347	0,0355	0,0381	0,0352	0,0353	0,0358	0,0013	3,8	[0,0350; 0,0366]
SP - L - nízký přitlak - rub	0,0408	0,0394	0,0388	0,0396	0,0405	0,0392	0,0399	0,0393	0,0399	0,0394	0,0397	0,0006	1,5	[0,0393; 0,0401]
SP - L - vysoký přitlak - rub	0,0375	0,0378	0,0369	0,0377	0,0372	0,0369	0,0383	0,0371	0,0367	0,0368	0,0373	0,0005	1,4	[0,0370; 0,0376]

Tab. C.7 Experimentálně zjištěné hodnoty plošného odporu vedení tepla [$K \cdot m^2 \cdot W^{-1}$] textilie, vzorek SP

Vzorek	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}	\bar{r} [$K \cdot m^2 \cdot W^{-1}$]	s [$K \cdot m^2 \cdot W^{-1}$]	v [%]	95% IS
SP - N – líc	0,0364	0,0358	0,0376	0,0374	0,0372	0,0370	0,0350	0,0368	0,0365	0,0378	0,0368	0,0009	2,3	[0,0362; 0,0373]
SP - P 180 °C - líc	0,0225	0,0217	0,0215	0,0207	0,0226	0,0221	0,0215	0,0206	0,0208	0,0211	0,0215	0,0007	3,4	[0,0211; 0,0220]
SP - P 190 °C - líc	0,0170	0,0190	0,0184	0,0168	0,0181	0,0177	0,0178	0,0163	0,0171	0,0176	0,0176	0,0008	4,6	[0,0171; 0,0181]
SP - P 200 °C - líc	0,0126	0,0124	0,0115	0,0124	0,0123	0,0126	0,0116	0,0114	0,0121	0,0121	0,0121	0,0004	3,7	[0,0118; 0,0124]
SP - P 210 °C - líc	0,0092	0,0109	0,0112	0,0094	0,0098	0,0111	0,0097	0,0097	0,0100	0,0093	0,0100	0,0008	7,5	[0,0096; 0,0105]
SP - P 220 °C - líc	0,0108	0,0097	0,0102	0,0101	0,0103	0,0098	0,0099	0,0105	0,0098	0,0103	0,0101	0,0004	3,5	[0,0099; 0,0104]
SP - L - nízký přitlak - líc	0,0192	0,0189	0,0169	0,0171	0,0196	0,0178	0,0181	0,0167	0,0178	0,0182	0,0180	0,0010	5,4	[0,0174; 0,0186]
SP - L - vysoký přitlak - líc	0,0130	0,0122	0,0125	0,0128	0,0124	0,0121	0,0124	0,0123	0,0118	0,0123	0,0124	0,0003	2,7	[0,0122; 0,0126]
SP - N – rub	0,0383	0,0369	0,0371	0,0362	0,0357	0,0370	0,0372	0,0348	0,0369	0,0381	0,0368	0,0010	2,8	[0,0362; 0,0375]
SP - P 180 °C - rub	0,0203	0,0210	0,0209	0,0225	0,0221	0,0205	0,0209	0,0212	0,0216	0,0219	0,0213	0,0007	3,4	[0,0208; 0,0217]
SP - P 190 °C - rub	0,0171	0,0171	0,0183	0,0184	0,0184	0,0167	0,0177	0,0180	0,0174	0,0181	0,0177	0,0006	3,5	[0,0173; 0,0181]
SP - P 200 °C - rub	0,0115	0,0129	0,0129	0,0121	0,0115	0,0121	0,0128	0,0125	0,0121	0,0127	0,0123	0,0005	4,3	[0,0120; 0,0126]
SP - P 210 °C - rub	0,0109	0,0103	0,0095	0,0092	0,0114	0,0096	0,0095	0,0099	0,0098	0,0095	0,0100	0,0007	7,1	[0,0095; 0,0104]
SP - P 220 °C - rub	0,0104	0,0101	0,0097	0,0114	0,0100	0,0099	0,0102	0,0106	0,0099	0,0099	0,0102	0,0005	4,9	[0,0099; 0,0105]
SP - L - nízký přitlak - rub	0,0191	0,0167	0,0170	0,0194	0,0183	0,0167	0,0179	0,0171	0,0192	0,0171	0,0179	0,0011	6,0	[0,0172; 0,0185]
SP - L - vysoký přitlak - rub	0,0129	0,0132	0,0131	0,0125	0,0134	0,0124	0,0123	0,0120	0,0125	0,0121	0,0126	0,0005	3,8	[0,0123; 0,0129]

Tab. C.8 Experimentálně zjištěné hodnoty měrné teplotní vodivosti [$m^2 \cdot s^{-1}$] textilie, vzorek SP

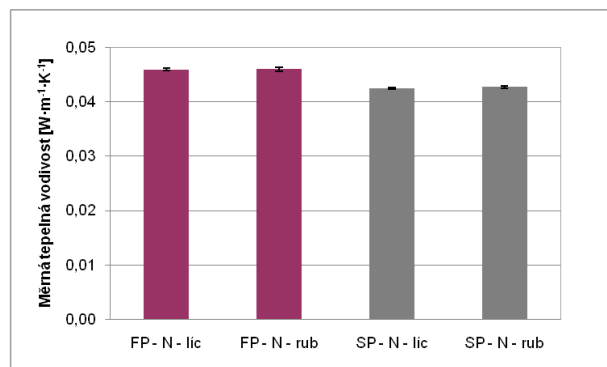
Vzorek	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	a ₈	a ₉	a ₁₀	\bar{a} [$m^2 \cdot s^{-1}$]	s [$m^2 \cdot s^{-1}$]	v [%]	95% IS
SP - N - líc	12,5·10 ⁻⁸	12,7·10 ⁻⁸	14,1·10 ⁻⁸	12,9·10 ⁻⁸	14,5·10 ⁻⁸	12,2·10 ⁻⁸	12,0·10 ⁻⁸	13,8·10 ⁻⁸	12,8·10 ⁻⁸	13,5·10 ⁻⁸	13,1·10 ⁻⁸	8,35·10 ⁻⁹	6,4	[12,6·10 ⁻⁸ ; 13,6·10 ⁻⁸]
SP - P 180 °C - líc	8,8·10 ⁻⁸	8,2·10 ⁻⁸	8,0·10 ⁻⁸	7,9·10 ⁻⁸	7,9·10 ⁻⁸	8,7·10 ⁻⁸	7,9·10 ⁻⁸	7,7·10 ⁻⁸	7,4·10 ⁻⁸	7,5·10 ⁻⁸	8,0·10 ⁻⁸	4,59·10 ⁻⁹	5,7	[7,7·10 ⁻⁸ ; 8,3·10 ⁻⁸]
SP - P 190 °C - líc	5,1·10 ⁻⁸	5,4·10 ⁻⁸	5,9·10 ⁻⁸	4,5·10 ⁻⁸	5,9·10 ⁻⁸	5,5·10 ⁻⁸	5,8·10 ⁻⁸	4,8·10 ⁻⁸	5,4·10 ⁻⁸	5,2·10 ⁻⁸	5,35·10 ⁻⁸	4,65·10 ⁻⁹	8,7	[5,1·10 ⁻⁸ ; 5,6·10 ⁻⁸]
SP - P 200 °C - líc	4,5·10 ⁻⁸	4,0·10 ⁻⁸	3,0·10 ⁻⁸	3,7·10 ⁻⁸	3,7·10 ⁻⁸	3,8·10 ⁻⁸	3,4·10 ⁻⁸	3,2·10 ⁻⁸	3,6·10 ⁻⁸	3,7·10 ⁻⁸	3,66·10 ⁻⁸	4,17·10 ⁻⁹	11,4	[3,4·10 ⁻⁸ ; 3,9·10 ⁻⁸]
SP - P 210 °C - líc	2,1·10 ⁻⁸	3,0·10 ⁻⁸	2,9·10 ⁻⁸	2,1·10 ⁻⁸	2,1·10 ⁻⁸	2,9·10 ⁻⁸	2,7·10 ⁻⁸	2,5·10 ⁻⁸	2,5·10 ⁻⁸	2,5·10 ⁻⁸	2,53·10 ⁻⁸	3,47·10 ⁻⁹	13,7	[2,3·10 ⁻⁸ ; 2,7·10 ⁻⁸]
SP - P 220 °C - líc	3,3·10 ⁻⁸	2,2·10 ⁻⁸	2,4·10 ⁻⁸	2,8·10 ⁻⁸	2,7·10 ⁻⁸	2,5·10 ⁻⁸	2,8·10 ⁻⁸	3,1·10 ⁻⁸	2,5·10 ⁻⁸	3,0·10 ⁻⁸	2,73·10 ⁻⁸	3,40·10 ⁻⁹	12,5	[2,5·10 ⁻⁸ ; 2,9·10 ⁻⁸]
SP - L - nízký přítlak - líc	5,3·10 ⁻⁸	5,5·10 ⁻⁸	4,9·10 ⁻⁸	4,6·10 ⁻⁸	5,3·10 ⁻⁸	6,1·10 ⁻⁸	5,6·10 ⁻⁸	5,3·10 ⁻⁸	6,1·10 ⁻⁸	5,9·10 ⁻⁸	5,46·10 ⁻⁸	4,90·10 ⁻⁹	9,0	[5,2·10 ⁻⁸ ; 5,8·10 ⁻⁸]
SP - L - vysoký přítlak - líc	3,4·10 ⁻⁸	3,2·10 ⁻⁸	3,0·10 ⁻⁸	3,4·10 ⁻⁸	3,4·10 ⁻⁸	3,1·10 ⁻⁸	3,4·10 ⁻⁸	3,2·10 ⁻⁸	3,1·10 ⁻⁸	3,5·10 ⁻⁸	3,27·10 ⁻⁸	1,70·10 ⁻⁹	5,2	[3,2·10 ⁻⁸ ; 3,4·10 ⁻⁸]
SP - N - rub	34,0·10 ⁻⁸	34,0·10 ⁻⁸	35,7·10 ⁻⁸	34,6·10 ⁻⁸	29,6·10 ⁻⁸	37,9·10 ⁻⁸	32,7·10 ⁻⁸	27,9·10 ⁻⁸	34,8·10 ⁻⁸	37,3·10 ⁻⁸	33,9·10 ⁻⁸	31,3·10 ⁻⁹	9,2	[31,9·10 ⁻⁸ ; 35,8·10 ⁻⁸]
SP - P 180 °C - rub	19,4·10 ⁻⁸	17,8·10 ⁻⁸	17,2·10 ⁻⁸	19,9·10 ⁻⁸	20,3·10 ⁻⁸	19,0·10 ⁻⁸	19,0·10 ⁻⁸	18,0·10 ⁻⁸	15,7·10 ⁻⁸	19,3·10 ⁻⁸	18,6·10 ⁻⁸	13,9·10 ⁻⁹	7,5	[17,7·10 ⁻⁸ ; 19,4·10 ⁻⁸]
SP - P 190 °C - rub	14,3·10 ⁻⁸	10,4·10 ⁻⁸	14,5·10 ⁻⁸	14,2·10 ⁻⁸	13,2·10 ⁻⁸	11,7·10 ⁻⁸	13,0·10 ⁻⁸	13,4·10 ⁻⁸	12,9·10 ⁻⁸	13,3·10 ⁻⁸	13,1·10 ⁻⁸	12,5·10 ⁻⁹	9,5	[12,3·10 ⁻⁸ ; 13,9·10 ⁻⁸]
SP - P 200 °C - rub	5,5·10 ⁻⁸	7,3·10 ⁻⁸	7,0·10 ⁻⁸	5,9·10 ⁻⁸	5,3·10 ⁻⁸	6,1·10 ⁻⁸	6,4·10 ⁻⁸	7,2·10 ⁻⁸	5,8·10 ⁻⁸	6,7·10 ⁻⁸	6,32·10 ⁻⁸	7,11·10 ⁻⁹	11,3	[5,9·10 ⁻⁸ ; 6,8·10 ⁻⁸]
SP - P 210 °C - rub	5,4·10 ⁻⁸	5,5·10 ⁻⁸	3,8·10 ⁻⁸	3,4·10 ⁻⁸	4,7·10 ⁻⁸	4,2·10 ⁻⁸	4,3·10 ⁻⁸	3,8·10 ⁻⁸	4,3·10 ⁻⁸	3,4·10 ⁻⁸	4,28·10 ⁻⁸	7,41·10 ⁻⁹	17,3	[3,8·10 ⁻⁸ ; 4,7·10 ⁻⁸]
SP - P 220 °C - rub	4,8·10 ⁻⁸	3,7·10 ⁻⁸	3,6·10 ⁻⁸	5,3·10 ⁻⁸	4,1·10 ⁻⁸	3,8·10 ⁻⁸	4,9·10 ⁻⁸	5,9·10 ⁻⁸	4,5·10 ⁻⁸	4,0·10 ⁻⁸	4,46·10 ⁻⁸	7,59·10 ⁻⁹	17,0	[4,0·10 ⁻⁸ ; 4,9·10 ⁻⁸]
SP - L - nízký přítlak - rub	12,7·10 ⁻⁸	10,6·10 ⁻⁸	10,5·10 ⁻⁸	11,8·10 ⁻⁸	11,5·10 ⁻⁸	10,7·10 ⁻⁸	11,9·10 ⁻⁸	11,5·10 ⁻⁸	14,1·10 ⁻⁸	10,9·10 ⁻⁸	11,6·10 ⁻⁸	11,1·10 ⁻⁹	9,6	[10,9·10 ⁻⁸ ; 12,3·10 ⁻⁸]
SP - L - vysoký přítlak - rub	5,9·10 ⁻⁸	6,2·10 ⁻⁸	5,8·10 ⁻⁸	6,1·10 ⁻⁸	6,1·10 ⁻⁸	5,9·10 ⁻⁸	6,0·10 ⁻⁸	5,7·10 ⁻⁸	6,0·10 ⁻⁸	6,3·10 ⁻⁸	6,0·10 ⁻⁸	1,83·10 ⁻⁹	3,0	[5,9·10 ⁻⁸ ; 6,1·10 ⁻⁸]

Tab. C.9 Experimentálně zjištěné hodnoty tepelné jímavosti [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$] textilie, vzorek SP

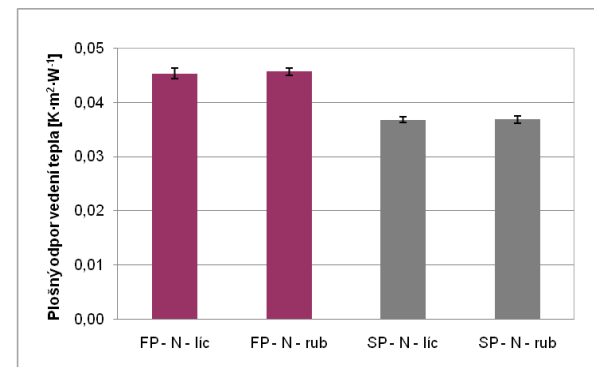
Vzorek	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	\bar{b} [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$]	s [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$]	v [%]	95% IS
SP - N - líc	120,0	119,0	112,0	118,0	112,0	119,0	122,0	115,0	119,0	116,0	117,2	3,36	2,9	[115,1; 119,3]
SP - P 180 °C - líc	135,0	136,0	141,0	138,0	139,0	137,0	143,0	142,0	142,0	144,0	139,7	3,13	2,2	[137,8; 141,6]
SP - P 190 °C - líc	169,0	173,0	159,0	180,0	159,0	165,0	160,0	173,0	162,0	167,0	166,7	7,07	4,2	[162,3; 171,1]
SP - P 200 °C - líc	184,0	196,0	208,0	193,0	194,0	191,0	196,0	201,0	200,0	196,0	195,9	6,38	3,3	[191,9; 199,9]
SP - P 210 °C - líc	226,0	213,0	210,0	232,0	235,0	211,0	220,0	213,0	221,0	220,0	220,1	8,72	4,0	[214,7; 225,5]
SP - P 220 °C - líc	205,0	232,0	222,0	226,0	229,0	227,0	214,0	212,0	220,0	211,0	219,8	8,94	4,1	[214,3; 225,3]
SP - L - nízký přitlak - líc	176,0	172,0	179,0	183,0	174,0	166,0	167,0	171,0	162,0	164,0	171,4	6,77	3,9	[167,2; 175,6]
SP - L - vysoký přitlak - líc	209,0	210,0	211,0	205,0	207,0	209,0	203,0	210,0	209,0	201,0	207,4	3,34	1,6	[205,3; 209,5]
SP - N - rub	72,3	73,5	72,3	71,5	79,7	68,5	74,0	81,3	72,4	70,0	73,6	4,01	5,5	[71,1; 76,0]
SP - P 180 °C - rub	88,0	94,3	94,9	88,3	86,5	92,0	91,6	92,9	99,2	89,0	91,7	3,86	4,2	[89,3; 94,1]
SP - P 190 °C - rub	101,0	119,0	103,0	105,0	107,0	111,0	106,0	108,0	106,0	106,0	107,2	4,94	4,6	[104,1; 110,3]
SP - P 200 °C - rub	154,0	139,0	146,0	150,0	155,0	151,0	145,0	145,0	148,0	144,0	147,7	4,90	3,3	[144,7; 150,7]
SP - P 210 °C - rub	161,0	167,0	176,0	183,0	164,0	171,0	168,0	171,0	171,0	179,0	171,1	6,72	3,9	[166,9; 175,3]
SP - P 220 °C - rub	172,0	179,0	181,0	162,0	174,0	178,0	161,0	157,0	166,0	176,0	170,6	8,49	5,0	[165,3; 175,9]
SP - L - nízký přitlak - rub	114,0	121,0	119,0	115,0	119,0	120,0	115,0	116,0	106,0	119,0	116,4	4,38	3,8	[113,7; 119,1]
SP - L - vysoký přitlak - rub	154,0	151,0	154,0	153,0	150,0	152,0	157,0	155,0	150,0	147,0	152,3	2,91	1,9	[150,5; 154,1]

Tab. C.10 Experimentálně zjištěné hodnoty tepelného toku [$W \cdot m^{-2}$] textilie, vzorek SP

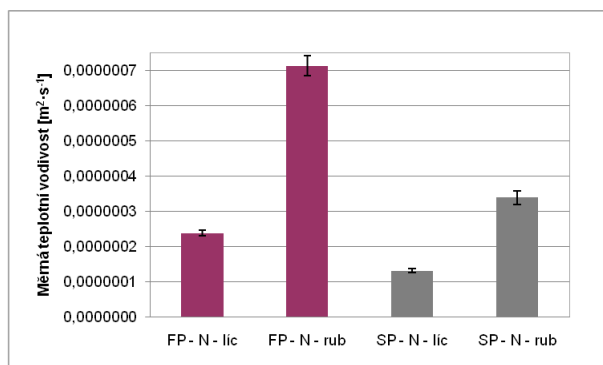
Vzorek	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₅	q ₆	q ₇	q ₈	q ₉	q ₁₀	\bar{q} [$W \cdot m^{-2}$]	s [$W \cdot m^{-2}$]	v [%]	95% IS
SP - N - líc	466	455	436	451	432	460	458	455	448	437	449,8	11,37	2,5	[442,8; 456,8]
SP - P 180 °C - líc	541	539	554	543	539	541	561	564	565	557	550,4	10,84	2,0	[543,7; 557,1]
SP - P 190 °C - líc	664	652	619	672	629	645	632	668	636	624	644,1	19,10	3,0	[632,3; 655,9]
SP - P 200 °C - líc	655	692	707	664	663	666	672	682	686	675	676,2	15,72	2,3	[666,5; 685,9]
SP - P 210 °C - líc	741	744	723	773	776	720	751	723	731	738	742,0	19,85	2,7	[729,7; 754,3]
SP - P 220 °C - líc	683	762	767	740	767	763	733	720	736	714	738,5	27,57	3,7	[721,4; 755,6]
SP - L - nízký přitlak - líc	694	680	684	688	667	642	640	644	613	620	657,2	29,20	4,4	[639,1; 675,3]
SP - L - vysoký přitlak - líc	743	730	719	718	703	713	704	727	700	675	713,2	18,97	2,7	[701,4; 725,0]
SP - N - rub	204	205	200	197	212	196	200	215	201	194	202,4	6,79	3,4	[198,2; 206,6]
SP - P 180 °C - rub	256	263	256	245	246	266	259	257	258	250	255,6	6,82	2,7	[251,4; 259,8]
SP - P 190 °C - rub	288	314	292	291	283	308	294	290	298	288	294,6	9,61	3,3	[288,6; 300,6]
SP - P 200 °C - rub	413	376	383	399	412	401	386	393	398	387	394,8	12,15	3,1	[387,3; 402,3]
SP - P 210 °C - rub	440	447	479	488	428	474	471	461	468	476	463,2	19,07	4,1	[451,4; 475,0]
SP - P 220 °C - rub	462	463	477	434	473	470	452	441	460	465	459,7	13,73	3,0	[451,2; 468,2]
SP - L - nízký přitlak - rub	304	325	327	303	317	321	311	312	297	323	314,0	10,28	3,3	[307,6; 320,4]
SP - L - vysoký přitlak - rub	395	391	402	401	387	400	406	412	398	409	400,1	7,78	1,9	[395,3; 404,9]



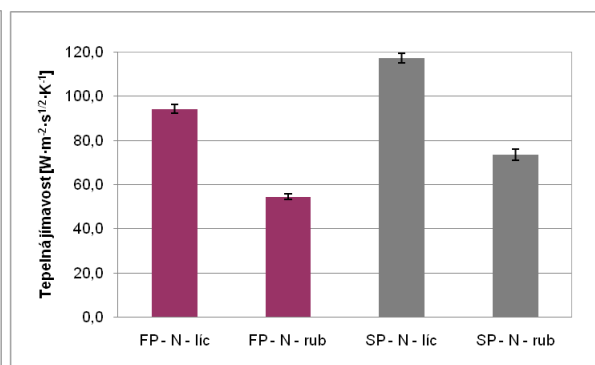
Obr. C.1 Měrná tepelná vodivost vzorků FP a SP



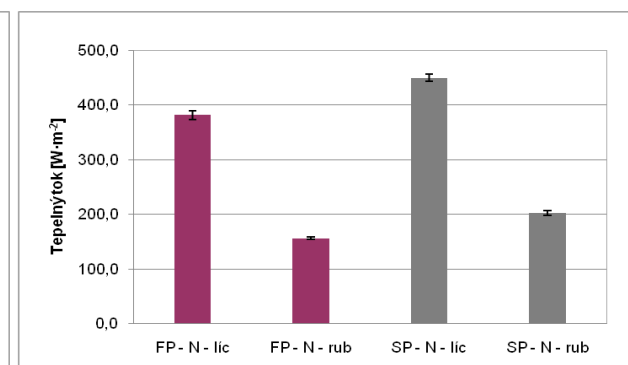
Obr. C.2 Plošný odpor vedení tepla vzorků FP a SP



Obr. C.3 Měrná teplotní vodivost vzorků FP a SP



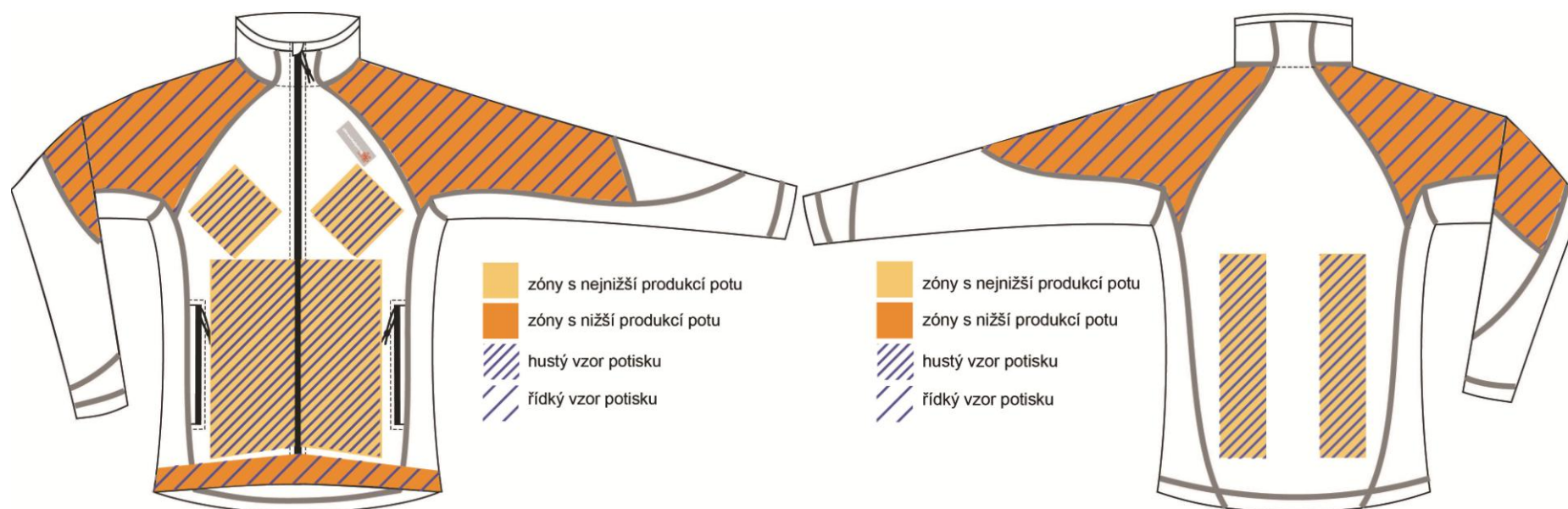
Obr. C.4 Tepelná jímavost vzorků FP a SP



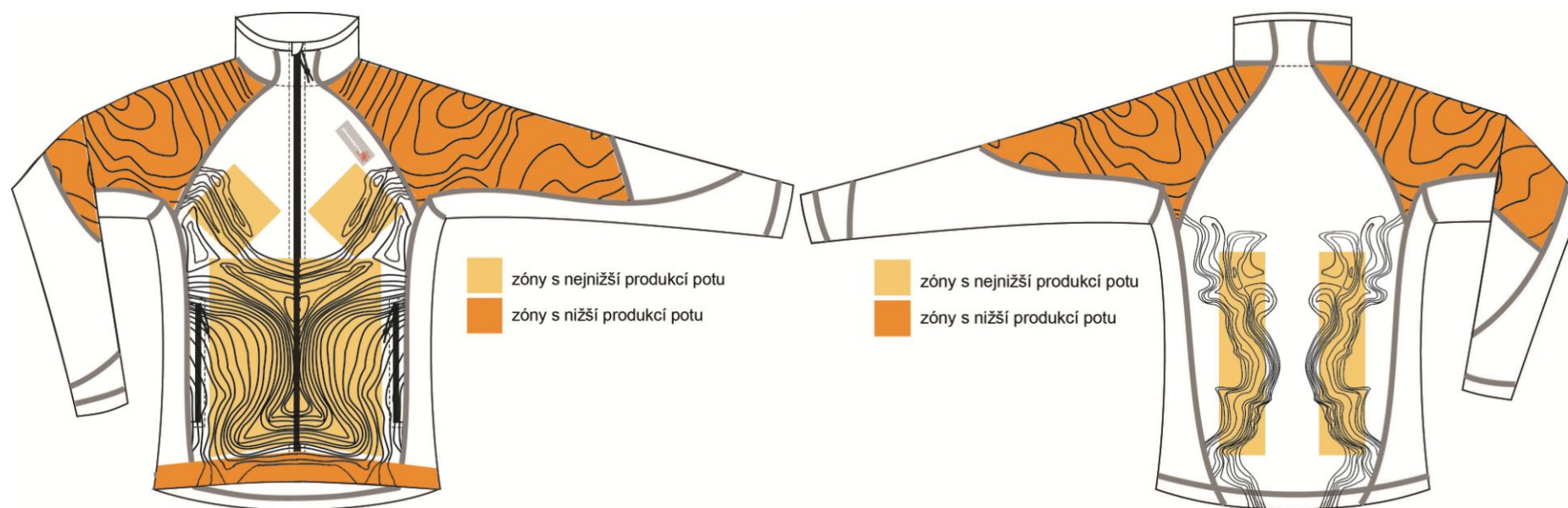
Obr. C.5 Tepelný tok vzorků FP a SP

PŘÍLOHA D

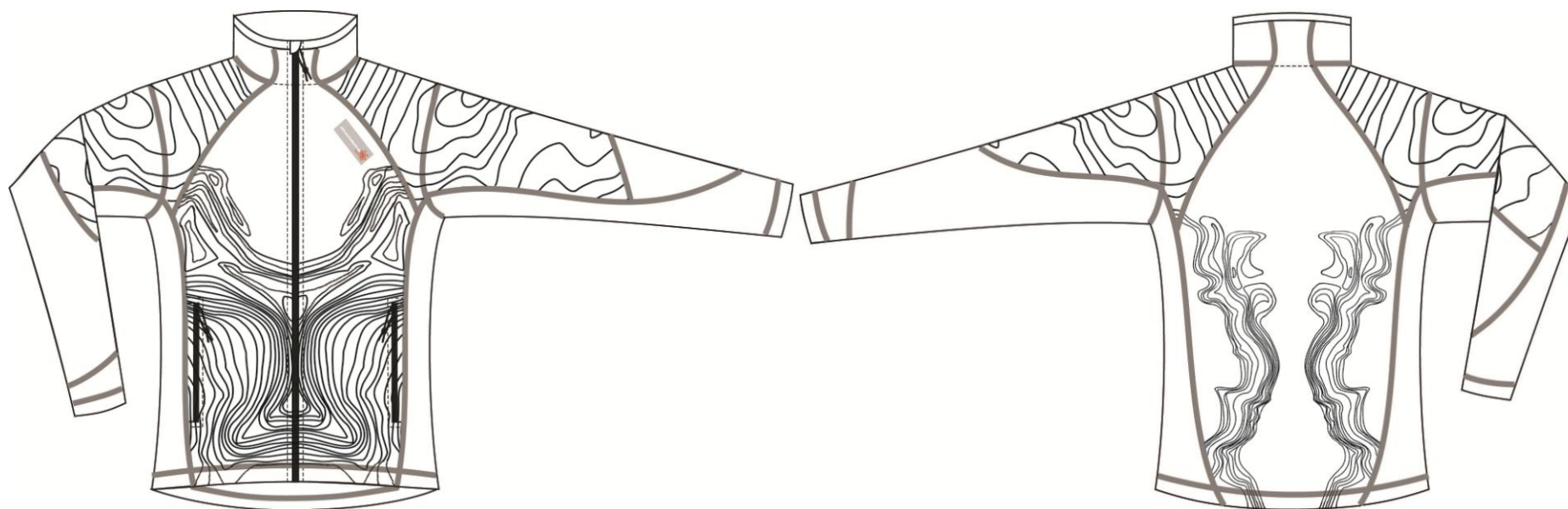
Návrhy vzoru s ohledem na zóny produkce potu



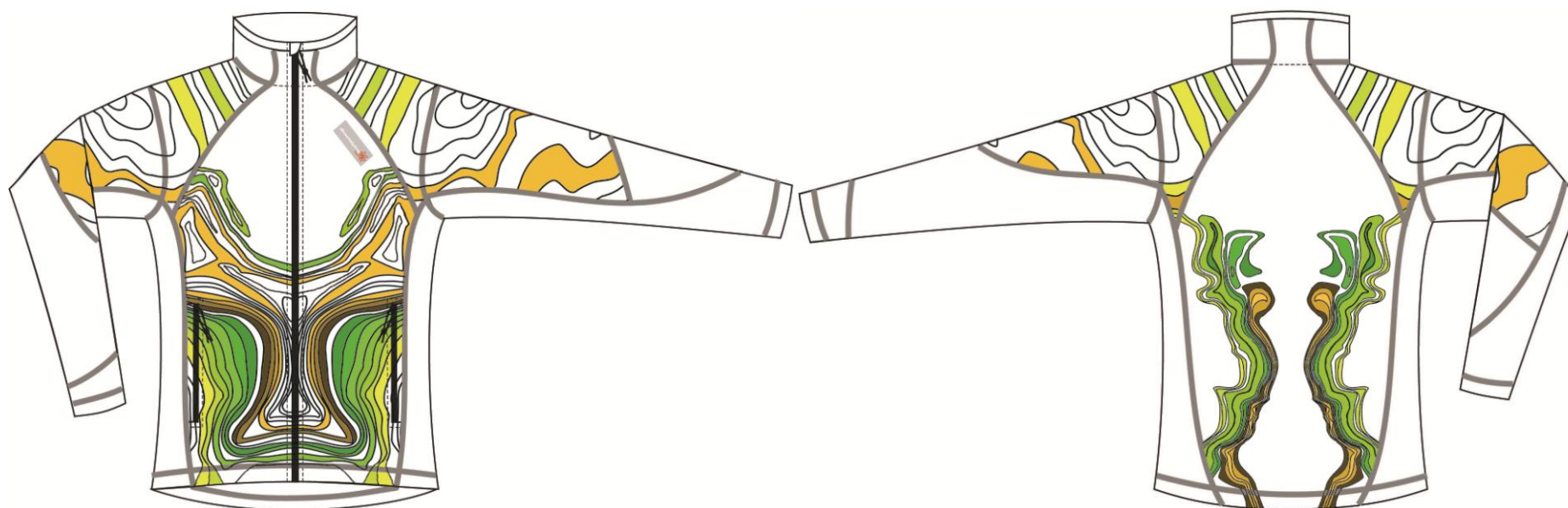
Obr. D.1 Vyznačení zón s nízkou a nejnižší produkcí potu



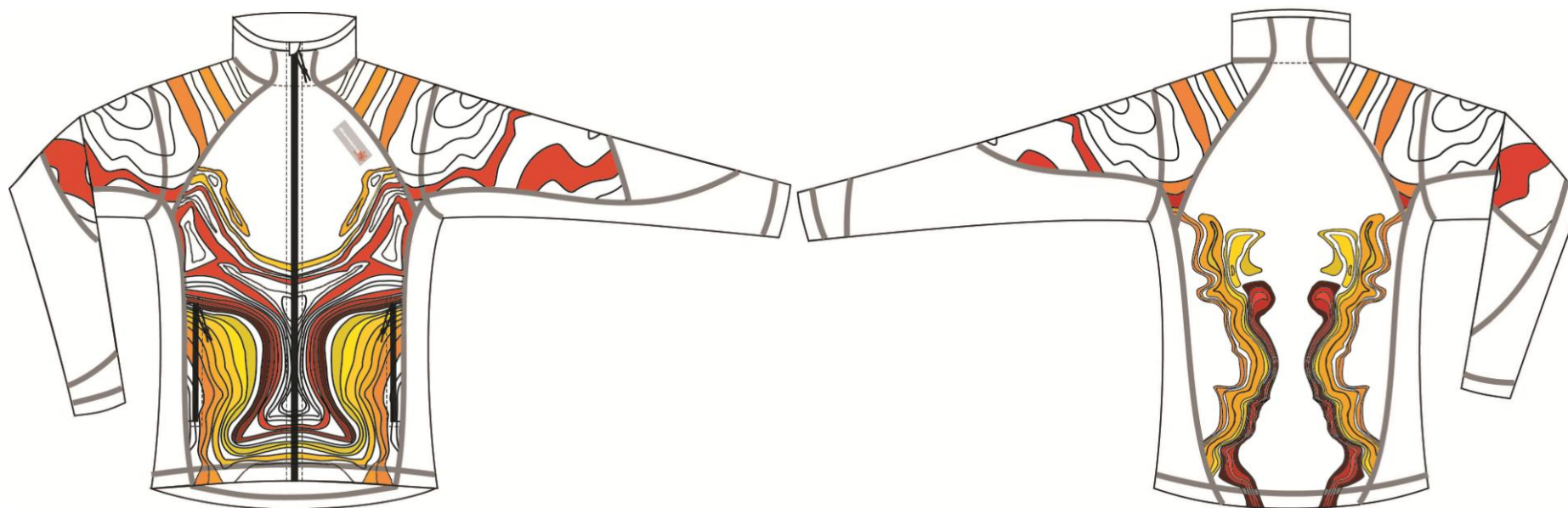
Obr. D.2 Vzor aplikovaný do zón s nízkou a nejnižší produkcí potu



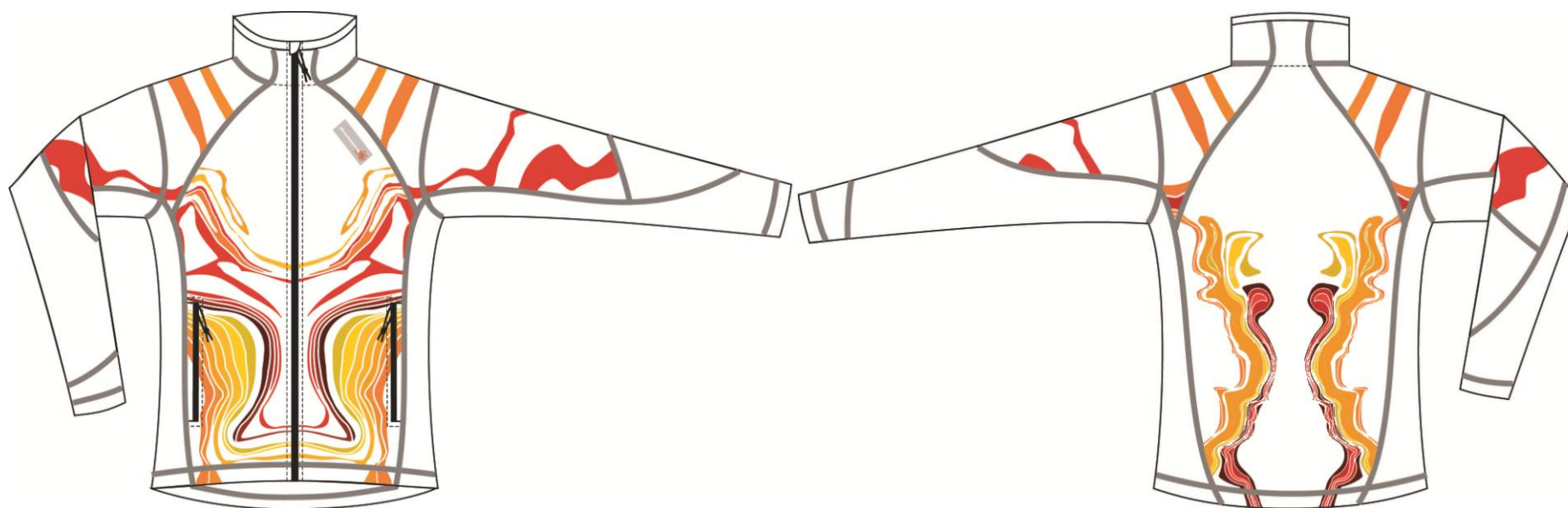
Obr. D.3 Návrh vzoru v černobílém provedení



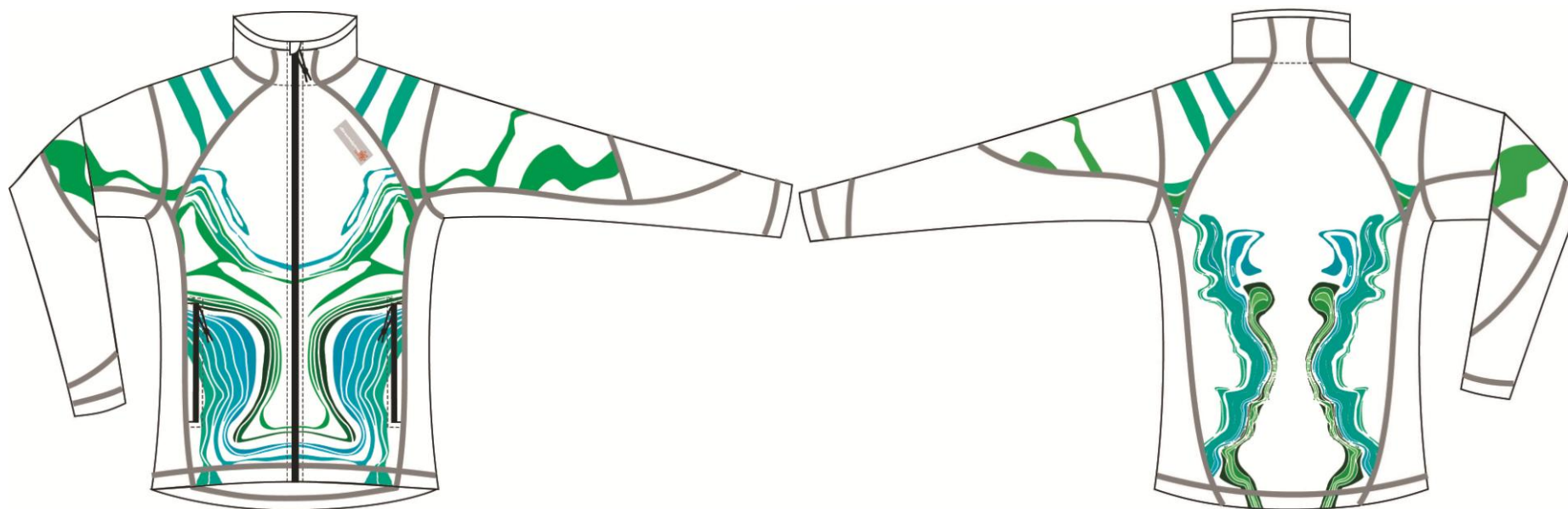
Obr. D.4 Finální návrh vzoru v barevném provedení (varianta 1)



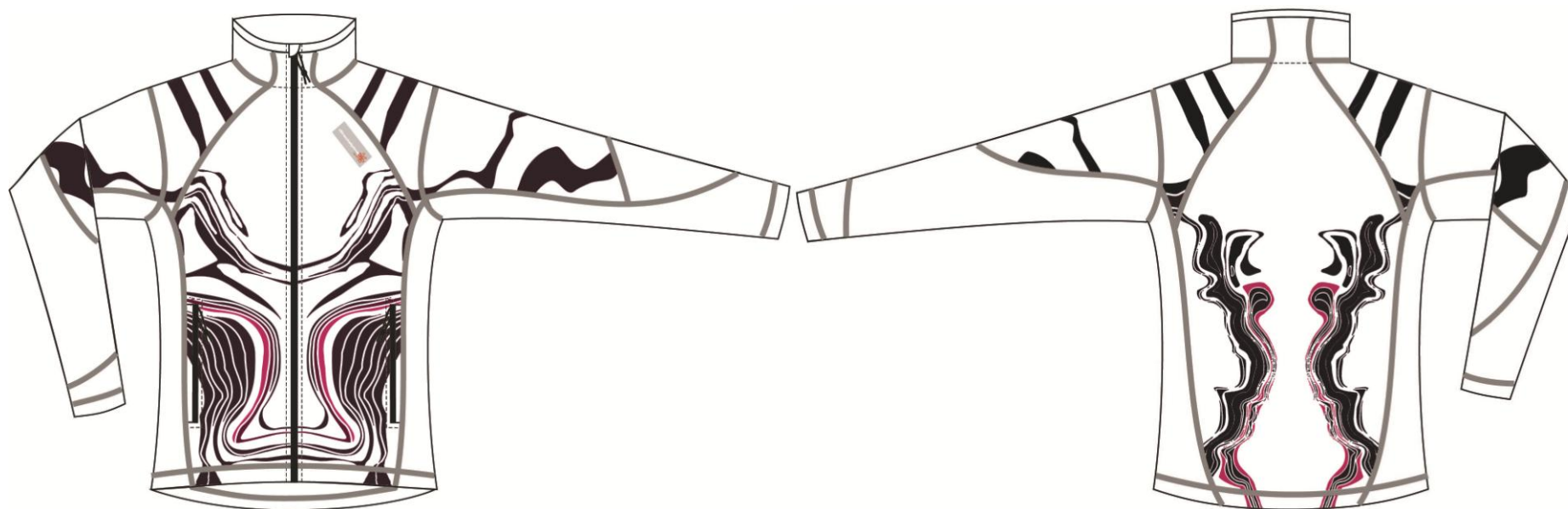
Obr. D.5 Finální návrh vzoru v barevném provedení (varianta 2)



Obr. D.6 Finální návrh vzoru v barevném provedení (varianta 3)



Obr. D.7 Finální návrh vzoru v barevném provedení (varianta 4)



Obr. D.8 Finální návrh vzoru v barevném provedení (varianta 5)