



Vliv materiálového složení košilovin na jejich termofyziologický komfort

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R007 – Textilní marketing
Autor práce: **Pavel Gebrián**
Vedoucí práce: prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.





Effect of material composition of shirting fabrics on their thermophysiological comfort

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R007 – Textile marketing
Author: **Pavel Gebrián**
Supervisor: prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel Gebrián**
Osobní číslo: **T15000186**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní marketing**
Název tématu: **Vliv materiálového složení košilovin na jejich termofyziologický komfort**
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

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

- 1) Popište strukturu a složení stávajících pánských košil a zdůrazněte požadavky na jejich termofyziologický a senzorický komfort.
- 2) Uveďte stručný přehled poznatků o komfortu textilií a způsobech jeho hodnocení, zejména pak hodnocení paropropustnosti a tepelného odporu textilií přístrojem PERMETEST a hodnocení tzv. vlhkostní jímavosti textilií pomocí přístroje ALAMBETA.
- 3) Opatřete nejméně 8 vzorků košilovin o podobné plošné hmotnosti, lišící se v materiálovém složení. Pomocí obou přístrojů proměřte jejich vlhkostní jímavost, za sucha jejich tepelný omak a za vlhka i jejich efektivní relativní paropropustnost.
- 4) Výsledky všech měření vyhodnoťte pomocí statistických metod a zpracujte do diagramů.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Hes L., Sluka P.: Úvod do komfortu textilií, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2005

Pařilová H.: Typologie tkanin - textilní zbožíznalství, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2011

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.**

Katedra hodnocení textilií

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **7. prosince 2018**



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



doc. Ing. Vladimír Bajzik, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2018

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

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

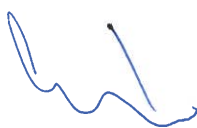
Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 5.12.2018

Podpis:



Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce, panu prof. Ing. Lubošovi Hesovi, DrSc., Dr.h.c. za profesionální přístup k vedení mé kvalifikační práce, dále za ochotu věnovat mi jeho drahocenný čas, a v neposlední řadě, za nepřeborné množství rad a informací, jež mi byl schopen během všech konzultací předat. Především bych chtěl vyzdvihnout jeho neutuchající zájem o problematiku v oblasti komfortu textilií.

Nemalé díky patří paní Ing. Haně Pařilové, Ph.D., za odbornou pomoc s důkladným rozbořením vzorků tkanin a paní Ing. Haně Štočkové za pomoc ohledně formálních záležitostí.

Na závěr bych chtěl poděkovat panu Bc. Tomášovi Kordiakovi za přizpůsobení pracovního režimu mým požadavkům a panu Bc. Jiřímu Smetanovi za celkovou výpomoc při tvorbě této práce.



Anotace

Záměrem této práce je porovnání parametrů termofyziologického komfortu několika druhů košilovin s rozdílným materiálovým složením.

Teoretická část pojednává o termoregulaci lidského organismu, a v závislosti na tomto procesu, i o vzniku potu a jeho důsledcích na pohodlí uživatele při nošení oděvu. Uvedeny jsou též způsoby, jak lze pocitu diskomfortu, způsobeného nadměrným pocením, předejít, a to např. vhodně zvoleným oděvem. V této návaznosti je v práci proveden rozbor momentálně dostupných variací pánských košil. Dále je obecně popsán komfort textilií, podrobněji jsou zde rozvedeny termofyziologický a senzorický komfort a parametry, jež se pro jejich docílení porovnávají.

Experimentální část je zaměřena na laboratorní měření a porovnání jednotlivých vzorků košilovin o různém materiálovém složení. Cílem měření je nalezení takové kombinace parametrů paropropustnosti, efektivní propustnosti pro vodní páry, vlhkostní jímavosti a dalších parametrů určité košile, jež uživateli zajistí optimální termofyziologický komfort během nošení, a to i při nadměrném pocení.

Součástí experimentální části je taktéž popis jednotlivých vzorků a jejich makroskopické snímky.

Klíčová slova: Termoregulace, prostup vlhkosti, košiloviny, termofyziologický komfort, paropropustnost, vlhkostní jímavost, výparný odpor, skin model, Permetest, Alambeta



Annotation

The goal of this thesis is to compare thermophysiological properties of several types of shirting fabrics with different material composition.

The theoretical part of the thesis is about thermoregulation of human organism and, due to this process, about the origins of the sweat and its impact on the users' comfort while wearing clothes. There are also mentioned possibilities, how to decrease the feeling of discomfort caused by excessive sweating, e.g. by choosing appropriate clothing. Within this continuity there has been made an analysis of currently available variations of men's shirts. Furthermore, the textile comfort in overall is described. Thermo-physiological and sensorial comfort has been covered up in bigger detail, so do the comparison of parameters, which have to be achieved.

The experimental part is consist of laboratory measurements and comparison of individual samples of shirting fabrics with different material composition. The goal of the measurement is to determine the best possible combination of vapour permeability, effective relative water vapour permeability, moisture absorptive capacity and other parameters of a certain shirt, which will provide the best possible thermophysiological comfort while wearing it, even during excessive sweating.

The experimental part also contains the description of each sample and its macroscopic images.

Key words: Thermoregulation, moisture penetration, shirting fabrics, thermophysiological comfort, vapour permeability, moisture absorptive capacity, vapour resistance, skin model, Permetest, Alambeta



OBSAH

Úvod.....	18
TEORETICKÁ ČÁST	19
1. Termoregulace.....	19
1.1 Soustava organismus – oděv – prostředí.....	19
1.2 Tepelná bilance lidského organismu	20
1.2.1 Přenos tepla vedením (kondukce)	21
1.2.2 Přenos tepla prouděním (konvekce).....	21
1.2.3 Přenos tepla zářením (radiace)	22
1.2.4 Přenos tepla odpařováním (evaporace).....	22
1.2.5 Přenos tepla dýcháním (respirace)	22
1.3 Odvod vlhkosti z povrchu lidské pokožky	23
1.3.1 Difúzní odvod vlhkosti.....	23
1.3.2 Kapilární odvod vlhkosti.....	24
1.3.3 Sorpční odvod vlhkosti	24
1.4 Pocení.....	25
1.4.1 Termoregulační a emociální pocení.....	25
1.4.2 Nadměrné pocení - Hyperhidróza.....	26
1.4.3 Negativní vlivy nadměrného pocení	26
1.4.4 Možnosti zmírnění dopadů nadměrného pocení na celkový komfort	27
2. Typologie tkanin	28
2.1 Technologie výroby košilovin.....	28
2.2 Parametry tkanin	28
2.2.1 Vláknenné materiály	28
2.2.2 Povrchové úpravy.....	32
2.2.3 Vazby tkaniny	33



2.2.4	Dostava nití	34
3.	Komfort textilií	35
3.1	Psychologický komfort	35
3.2	Patofyziologický komfort	36
3.3	Senzorický komfort	36
3.4	Termofyziologický komfort	37
4.	Hodnocení senzorického a termofyziologického komfortu	38
4.1	Hodnocení senzorického komfortu	38
4.1.1	Měření pomocí přístroje ALAMBETA	38
4.1.2	Výpočet tepelných vlastností z naměřených hodnot.....	39
4.2	Hodnocení termofyziologického komfortu.....	40
4.2.1	Stanovení parametrů dle Skin Modelu	41
4.2.2	Měření pomocí přístroje PERMETEST	42
4.2.3	Výpočet termofyziologických vlastností z naměřených hodnot	43
	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	44
5.	Popis experimentu.....	44
5.1	Testované vzorky	45
5.1.1	Vzorek 1.....	46
5.1.2	Vzorek 2.....	46
5.1.3	Vzorek 3.....	47
5.1.4	Vzorek 4.....	47
5.1.5	Vzorek 5.....	48
5.1.6	Vzorek 6.....	48
5.1.7	Vzorek 7.....	49
5.1.8	Vzorek 8.....	49
5.1.9	Vzorek 9.....	50



5.1.10	Vzorek 10.....	50
5.1.11	Vzorek 11.....	51
5.1.12	Vzorek 12.....	51
5.1.13	Vzorek 13.....	52
5.1.14	Vzorek 14.....	52
6.	Testování vybraných vlastností	53
6.1	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP při 50% vlhkosti.....	53
6.1.1	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 1.....	57
6.1.2	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 2.....	58
6.1.3	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 3.....	59
6.1.4	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 4.....	60
6.1.5	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 5.....	61
6.1.6	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 6.....	62
6.1.7	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 7.....	63
6.1.8	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 8.....	64
6.1.9	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 9.....	65
6.1.10	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 10.....	66
6.1.11	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 11.....	67
6.1.12	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 12.....	68
6.1.13	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 13.....	69
6.1.14	Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 14.....	70
6.1.15	Vyhodnocení vypočtených hodnot ERWVP při 50% vlhkosti.....	71
6.2	Vliv materiálového složení na relativní paropropustnost P	72
6.2.1	Vyhodnocení naměřených hodnot relativní paropropustnosti P	73
6.3	Vliv materiálového složení na výparný odpor R_{et}	74
6.3.1	Vyhodnocení naměřených hodnot výparného odporu R_{et}	75



6.4	Vliv materiálového složení na tepelnou jímavost b_T	76
6.4.1	Vyhodnocení naměřených hodnot tepelné jímavosti b_T	78
6.5	Vliv materiálového složení na vlhkostní jímavost b_V	79
6.5.1	Vyhodnocení naměřených hodnot vlhkostní jímavosti b_V	81
6.6	Vliv materiálového složení na celkový komfort i_K	82
6.6.1	Vyhodnocení vypočítaných hodnot celkového komfortu i_K	83
7.	Závěr	85
	Seznam obrázků.....	88
	Seznam tabulek	89
	Seznam diagramů.....	89
	Seznam příloh	91



Seznam použitých zkratk

Zkratka	význam
CLY	lyocell
CO	bavlna
CO ₂	oxid uhličitý
KHT	Katedra hodnocení textilií
konc	koncentrace
LI	len
mat	materiál
n	počet
NaOH	hydroxid sodný
NMMO	N-metylmorfolín-N-oxid
P	paropropustnost
PC	akryl
PES	polyester
PL	polyester
rel	relativní
RWVP	relative water vapour permeability
SF	surface
THP	technicko-hospodářský pracovník
tot	total
TUL	Technická univerzita v Liberci
VI	viskóza



Seznam použitých veličin

Veličina	význam	jednotka
95%IS	95% interval spolehlivosti	[-]
a	měrná teplotní vodivost	[m ² ·s ⁻¹]
a	zrychlení	[m·s ⁻²]
B	ohybová tuhost	[10 ⁻⁷ N·m ⁻²]
BP _T	body přímky při měření RWVP _T	[-]
BP _{SF}	body přímky při měření RWVP _{SF}	[-]
b	tepelná jímavost	[W·m ⁻² ·s ^{1/2} ·K ⁻¹]
b _T	tepelná jímavost	[W·m ⁻² ·s ^{1/2} ·K ⁻¹]
b _V	vlhkostní jímavost	[W·m ⁻² ·s ^{1/2} ·K ⁻¹]
b _{VMAX}	maximální vlhkostní jímavost	[W·m ⁻² ·s ^{1/2} ·K ⁻¹]
c	rychlost elektromagnetického vlnění	[m·s ⁻¹]
CV	variační součinitel	[%]
d	průměr	[mm]
D _f	drsnost povrchu	[-]
δ	tloušťka mezní tepelné vrstvy	[μm]
ΔP	kapilární tlak	[Pa]
Δt/Δx	teplotní gradient	[°C]
ERWVP	efektivní relativní propustnost pro vodní páry	[%]
ERWVP	efektivní chladící tok	[%]
ε	roztažnost	[%]
F	síla	[N]



f	frekvence záření	[Hz]
f_s	koeficient tření	[-]
G	smyková tuhost	[g·m ⁻²]
γ	povrchové napětí	[N·m ⁻¹]
h	tloušťka	[mm]
iK	index komfortu	[-]
λ	měrná tepelná vodivost	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]
λ	vlnová délka	[m]
m	hmotnost	[kg]
m_P	plošná hmotnost	[g·m ⁻²]
m_{U0}	hmotnost vzorku o 0% vlhkosti	[g]
m_{U100}	hmotnost vzorku o 100% vlhkosti	[g]
m_{dry}	hmotnost suchého vzorku	[g]
m_{wet}	hmotnost navlhčeného vzorku	[g]
m_T	hmotnost vzorku při měření RWVP _T	[g]
m_{SF}	hmotnost vzorku při měření RWVP _{SF}	[g]
p	relativní paropropustnost	[%]
Pa	parciální tlak	[Pa]
P_a	parciální tlak vodní páry ve zkušebním prostoru	[Pa]
P_m	nasycený Pa vodní páry na povrchu měřicí hlavice	[Pa]
p_{WE}	aktuální konc. vodní páry parciálním tlakem	[Pa]
p_{WSAT}	konc. nasycené vodní páry parciálním tlakem	[Pa]
q	tepelný tok	[W·m ⁻²]



q_{tot}	celkový tepelný tok v navlhčené textilii	$[W \cdot m^{-2}]$
q_{skin}	tepelný tok z povrchu kůže	$[W \cdot m^{-2}]$
q_{fab}	tepelný tok z povrchu navlhčené textilie	$[W \cdot m^{-2}]$
q_o	tepelný tok procházející měřicí hlavici bez vzorku	$[W \cdot m^{-2}]$
q_v	tepelný tok procházející měřicí hlavici se vzorkem	$[W \cdot m^{-2}]$
ρc	tepelná kapacita	$[J \cdot m^{-3}]$
R	efektivní poloměr	$[mm]$
r	poloměr	$[mm]$
r	plošný odpor vedení tepla	$[W^{-1} \cdot m^2 \cdot K]$
R_{ct}	tepelný odpor	$[Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}]$
R_{et}	výparný odpor	$[Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}]$
Re	Reynoldsovo číslo	$[-]$
$RWVP$	relativní propustnost pro vodní páry	$[%]$
$RWVP_T$	celkový relativní chladicí tok v navlhčené textilii	$[%]$
$RWVP_{SF}$	chladicí tok z povrchu navlhčené textilie	$[%]$
φ	relativní vlhkost vzduchu	$[%]$
S	směrodatná odchylka	$[-]$
S	plocha	$[m^2]$
S	stlačitelnost	$[-]$
t	teplota	$[^{\circ}C]$
t_A	teplota suchého vzduchu (okolí)	$[^{\circ}C]$
t_a	teplota vzduchu proudícího podél měřicí hlavice	$[^{\circ}C]$
t_m	teplota povrchu měřicí hlavice	$[^{\circ}C]$



U	vlhkost	[%]
U _T	vlhkost vzorku při měření RWVP _T	[%]
U _{SF}	vlhkost vzorku při měření RWVP _{SF}	[%]
μ	koeficient kinetického tření	[-]
Θ	kontaktní úhel	[°]
v	rychlost	[m·s ⁻¹]
v _A	rychlost vzduchu	[m·s ⁻¹]



Seznam použitých rovnic

Rovnice	význam	jednotka
1	Fourierův zákon vedení tepla q	$[W \cdot m^{-2}]$
2	Reynoldsovo číslo Re	$[-]$
3	frekvence záření f	$[Hz]$
4	tepelný tok q	$[W \cdot m^{-2}]$
5	plošný odpor vedení tepla r	$[W^{-1} \cdot m^2 \cdot K]$
6	měrná teplotní vodivost a	$[m^2 \cdot s^{-1}]$
7	tepelná jímavost b	$[W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}]$
8	relativní paropropustnost P	$[\%]$
9	výparný odpor R_{et}	$[Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}]$
10	tepelný odpor R_{ct}	$[Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}]$
11	celkový tepelný tok v navlhčené textilii q_{tot}	$[W \cdot m^{-2}]$
12	vlhkost vzorku U	$[\%]$
13	efektivní rel. propustnost pro vodní páry ERWVP	$[\%]$
14	index komfortu iK	$[-]$



Úvod

Pocení je přirozeným, pro lidské tělo velmi důležitým procesem, jehož hlavní úlohou je termoregulace. Pocením se naše tělo zbavuje přebytečného tepla, které v něm neustále vzniká, čímž dochází k ochlazení lidského organismu a zamezení jeho přetížení. V závislosti na intenzitě fyzické aktivity a jiných podnětech vzniká určitý objem potu, ten je posléze odváděn od lidské pokožky, kde dále prostupuje přes oděv do okolního prostředí.

Jedním s nejčastějších oděvů THP pracovníků je košile. Pro mnohé uživatele je zvolení vhodné košile jedním z nejdůležitějších každodenních rozhodnutí. Vlivem výše zmíněných termoregulačních procesů může docházet k neustálému snižování termofyziologického a sensorického komfortu.

Tento nežádoucí jev se sice nedá úplně potlačit, avšak lze ho alespoň částečně zmírnit, a to vhodně zvolenou košilí o takové kombinaci vlastností termofyziologického a sensorického komfortu, jež pomohou zabránit ulpívání zkondenzované vlhkosti na povrchu textilie a zrychlit odvod vlhkosti z povrchu textilie dál do okolí.

Cílem této práce je porovnání vlastností termofyziologického komfortu rozdílných druhů košilovin, rozlišených několika parametry, např. druhem vazby, dostavou nití, plošnou hmotností či tloušťkou textilie, především však materiálovým složením, jehož vliv na celkový komfort během nošení je detailně zkoumán.

Výsledkem těchto porovnaní vyplyne, jaké materiálové složení použité při výrobě košiloviny vykazuje ty nejlepší možné vlastnosti termofyziologického a sensorického komfortu, a tedy, jaká košilovina evokuje v uživateli nejpříjemnější pocit komfortu během nošení, a to i při nadměrném pocení.

1. Termoregulace

Termoregulací nazýváme schopnost organismu udržovat stálou tělesnou teplotu, přestože produkce tepla, jeho příjem i ztráty, nepřetržitě kolísají. Lidský organismus představuje samoregulační systém, jehož fyziologický mechanismus je zaměřen na udržení stálosti vnitřního prostředí na principu rovnováhy mezi množstvím tepla vytvořeného organismem a množstvím tepla odvedeného do okolního prostředí. [1]

Lidské tělo si je schopno různými termoregulačními mechanizmy udržovat stálou teplotu interního prostředí přibližně 36,5 °C. Tato teplota může kolísat v rozmezí ± 4 °C. Kolísání je zapříčiněno různými vnějšími i vnitřními vlivy. [1]

Termoregulace je proces, který slučuje fyziologické pochody řízené centrálním nervovým systémem, udržujícím tělesnou teplotu na optimální hodnotě, při které probíhají metabolické přeměny [1]

1.1 Soustava organismus – oděv – prostředí

Organismus

Lidské tělo může být považováno za otevřený systém, který je vždy ve stavu fyzické, chemické a biologické interakce s okolím. [1]

Oděv

Oděv je nedílnou součástí každodenního lidského života. Pomine-li se jeho nejzákladnější účel, tedy zakrytí nahoty, je primární funkcí oděvu ochrana těla před okolními vlivy, nestálými klimatickými podmínkami a jinými mechanickými a tepelnými vlivy. V současné době oděv slouží i jako reflexe společenského postavení, či vyjádření příslušnosti k určité sociální nebo profesní skupině.

Oděv lze též popsat jako ochranný systém, ve kterém dochází k prostupu tepla a vlhkosti. Tento prostup pak závisí na konstrukci, střihu, použitém materiálu a ostatních

parametrech obleku. Oděv tak napomáhá termoregulaci organismu v takových případech, když tělo není schopno samoregulace. [1]

Prostředí

Vnější prostředí lze charakterizovat jako podmínky, ve kterých se organismus pohybuje. Prostředí můžeme rozdělit na dvě oblasti: [1]

- Podmínky zeměpisného podnebí
- Podmínky pracovního prostředí

Zeměpisné podnebí má rozhodující vliv na volbu oděvu a na jeho transportní charakteristiky, pokud jde o osobu pohybující se ve vnějším prostředí. Člověk nacházející se uvnitř budovy je pak vystaven podmínkám pracovního prostředí klimatizovaným pracovním oděvem, jehož komfortní charakteristiky pro vnitřní prostředí budou odlišné od charakteristik oděvu pro vnější prostředí [1]

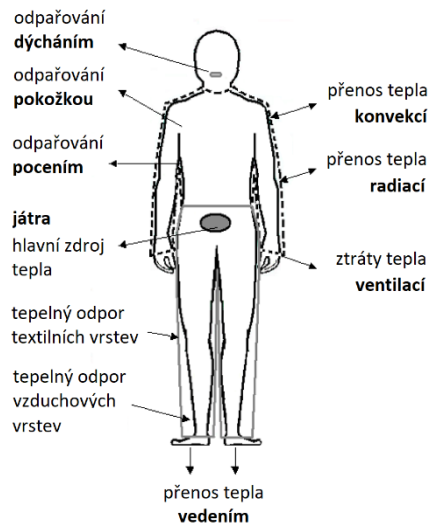
Příklady skupin parametrů okolního ovzduší, které poskytují termofyziologický komfort pro různé fyzické aktivity, za předpokladu, že hladina teploty sálání nepřekračuje hodnotu teploty suchého vzduchu (okolí) t_A o více než 2 °C: [1]

Administrativní práce	$t_A = 21 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C};$	$\varphi = 55 \% \pm 15 \%;$	$V_A = 0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Lehká manuální práce	$t_A = 19 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C};$	$\varphi = 55 \% \pm 15 \%;$	$V_A = 0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Těžká manuální práce	$t_A = 21 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C};$	$\varphi = 50 \% \pm 15 \%;$	$V_A = 0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Velmi těžká manuální práce	$t_A = 21 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C};$	$\varphi = 50 \% \pm 15 \%;$	$V_A = 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

φ	relativní vlhkost vzduchu
t_A	teplota suchého vzduchu (okolí)
V_A	rychlost vzduchu

1.2 Tepelná bilance lidského organismu

Jak již bylo uvedeno, lidské tělo je tepelný stroj vytvářející své vlastní teplo, přijímající teplo z okolí a také odvádějící teplo do svého okolí. Na následujícím obrázku 1 jsou zobrazeny všechny uplatněné mechanismy přenosu tepla. [1]



Obrázek 1: Tepelná bilance lidského organismu

1.2.1 Přenos tepla vedením (kondukce)

Přenos tepla vedením je charakterizován jako kontakt kůže s chladnějším prostředím. Tento přenos je uskutečněn pouze v případě, je-li oděv v těsném kontaktu s kůží. Celý proces funguje na principu přenosu kinetické energie. Z toho vyplývá, že teplota okolí musí být nižší než teplota těla. Čím vyšší je rozdíl teplot mezi tělem a vnějším okolím, tím je přenos tepla vedením rychlejší. Proces závisí na několika faktorech, a to na rozdílu teplot, tloušťce vrstvy přiléhajícího oděvu, množství statického vzduchu v oděvu a na vnějším pohybu vzduchu. K přenosu tepla vedením dochází především na chodidlech a na zadní části těla při sezení či ležení. [1]

Kondukční vedení tepla se řídí Fourierovým zákonem o tepelném toku q , který vyjadřuje úměrnost mezi tokem tepla q , tepelnou vodivostí λ a teplotním gradientem $\Delta t/\Delta x$. Platí: [1]

$$q = \lambda \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x} [W \cdot m^{-2}] \quad (1)$$

1.2.2 Přenos tepla prouděním (konvekce)

Přenos tepla prouděním je nejvýznamnějším přenosem tepla mezi člověkem a okolím. Teplo je přenášeno částicemi tekutin, které se pohybují určitou rychlostí v . Mezi objektem a prostředím se vytváří tzv. tepelná mezní vrstva, jenž má svou danou tloušťku δ , ve které se realizuje teplotní spád. Tloušťka mezní vrstvy je rozdílná v případě, jedná-li se o proudění laminární nebo turbulentní. Druh proudění je vyjádřen

pomocí tzv. Reynoldsova čísla Re . Turbulentní proudění nastává v případě, že hodnota Re převyšuje 2300. Platí: [1]

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} [-] \quad (2)$$

1.2.3 Přenos tepla zářením (radiace)

Lidské tělo je schopné přijímat a vydávat tělesné teplo prostřednictvím radiace. Vše je závislé na teplotě okolí, vlhkosti okolního vzduchu a odhalenosti částí lidského těla. O výdej tepla se jedná v případě, když je teplota okolí nižší než teplota těla. [14]

Radiace je elektromagnetické vlnění, které se šíří rychlostí $c = 300\,000\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Tomuto záření, které má vlnový charakter o vlnové délce λ , lze také přiřadit frekvenci záření f , a to dle vztahu: [1]

$$f = \frac{c}{\lambda} [\text{Hz}] \quad (3)$$

1.2.4 Přenos tepla odpařováním (evaporace)

Nejčastější ztráty způsobené odpařováním vznikají v případě přehřátí lidského organismu. Teplo je z kůže odváděno pocením a závisí na měrném výparném teple a rozdílu parciálních tlaků vodních par. Aby mohlo pocení nastat, musí být tlak páry při určité teplotě kůže v mezivrstvě vyšší než tlak okolního vzduchu. Při tomto způsobu jsou tepelné ztráty nejvyšší ve chvíli, kdy je tělo odhalené, protože pod oděvem je nízký rozdíl parciálních tlaků. Je proto důležité zohlednit sorpční a transportní vlastnosti použitých textilií u všech vrstev oděvu. [6]

1.2.5 Přenos tepla dýcháním (respirace)

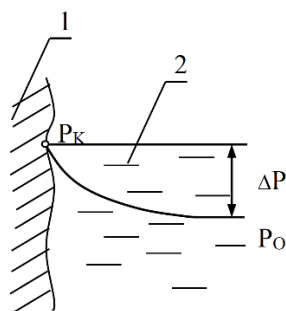
Tepelné ztráty jsou dány rozdílem mezi množstvím vdechovaných a vydechovaných vodních par. [14]

Všechny tyto způsoby přenosu tepla se podílí na termoregulaci lidského těla. Celkové množství tepla, který je lidský organismus schopný vyprodukovat, lze získat sečtením všech výše zmíněných tepelných odvodů. [6]

1.3 Odvod vlhkosti z povrchu lidské pokožky

Odvod kapalné vlhkosti

Lidský organismus v rámci své termoregulační činnosti produkuje vodu ve formě potu. Při teplotách kůže do 34 °C uvolňuje lidské tělo do okolí přibližně 0,03 l·h⁻¹ potu a nad tuto teplotu až 0,7 l·h⁻¹. Chladicí efekt vzniká pouze při odpaření potu. U volného povrchu kůže je jedinou podmínkou odparu dostatečný rozdíl parciálních tlaků páry. Princip odvodu kapalné vlhkosti je znázorněn na obrázku 2. [1]



- 1 - pokožka
- 2 - venkovní vzduchová vrstva
- ΔP - spád parciálního tlaku páry
- P_K - parciální tlak páry u pokožky
- P_O - parciální tlak páry v okolním vzduchu

Obrázek 2: Odvod kapalné vlhkosti

Přibližné hodnoty produkce tělesných výparů dle intenzity zátěže: [9]

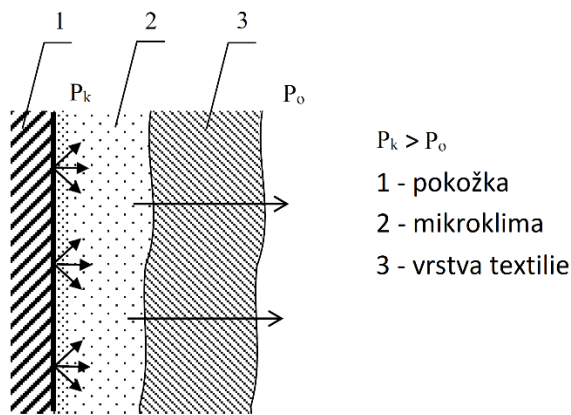
Chůze:	5 000 ÷ 10 000 g/m ² za 24 h
Běh:	20 000 ÷ 28 000 g/m ² za 24 h
Extrémní fyzická aktivita:	nad 35 000 g/m ² za 24 h

Hodnoty tělesných výparů zmíněné v tabulce platí pouze při stavu nahoty, neboť při užití jakéhokoliv oblečení se odvod vlhkosti řídí jinými principy, a to difúzním, kapilárním a sorpčním odvodem vlhkosti. [9]

1.3.1 Difúzní odvod vlhkosti

Difúzní odvod vlhkosti z povrchu kůže přes textilii je uskutečňován prostřednictvím pórů, které se svou velikostí a křivolakostí zúčastňují na kapilárním odvodu. [1]

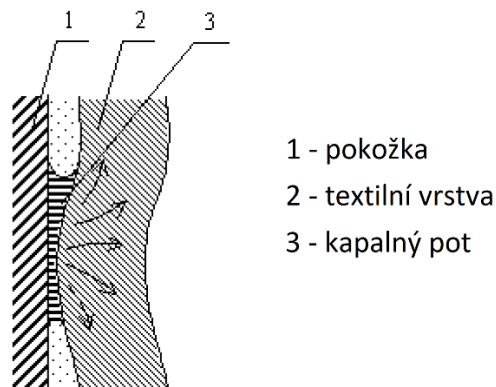
Vlhkost prostupuje textilií ve směru nižšího parciálního tlaku vodní páry. Difúzní odpor jednotlivých oděvních vrstev různých kvalit a druhů (tílko, košile, podšívka, sako, pláště) se pak sčítá, přičemž významnou roli hraje i odpor vzduchových mezivrstev. Difúzní odvod vlhkosti je uveden na obrázku 3. [1]



Obrázek 3: Difúzní odvod vlhkosti

1.3.2 Kapilární odvod vlhkosti

Kapilární odvod vlhkosti je založený na předpokladu, že kapalný pot ulpívající na kůži je v kontaktu s první textilní vrstvou a jejími kapilárními cestami proniká do její plochy všemi směry. Jde o tzv. knotový efekt. Kapilární tlak ΔP , způsobující tok kapalné vlhkosti obecně od velkých pórů o efektivním poloměru R k malým pórům odpovídajícího poloměru r , je úměrný povrchovému napětí vody γ a funkci \cos kontaktního úhlu Θ (charakterizující smáčecí schopnosti této textilie). Princip kapilárního odvodu vlhkosti je uveden na obrázku 4. [1]



Obrázek 4: Kapilární odvod vlhkosti

1.3.3 Sorpční odvod vlhkosti

Sorpční proces předpokládá nejprve vnik vlhkosti či kapalného potu do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a následné navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Tento proces je nejpomalejším odvodem vlhkosti a je podmíněn použitím textilie alespoň částečně obsahující sorpční vlákna. [1]

Všechny tři výše zmíněné mechanismy se transportu vlhkosti zúčastňují současně. Nejrychlejší mechanismus transportu je kapilární a difúzní, nejpomalejší pak způsob sorpční. [1]

Odvod plynné vlhkosti

Vlhkost ve formě vodní páry může být v oděvních systémech, podobně jako teplo, přenášena vedením a prouděním. Hnací silou je gradient mezi koncentrací nasycené páry nebo nasyceným (parciálním) tlakem p_{WSAT} na povrchu lidské pokožky a aktuální koncentrací vodní páry jejím parciálním tlakem p_{WE} v okolním prostředí. Opačný poměr těchto parametrů násobených 100krát se nazývá relativní vlhkost φ . [1]

1.4 Pocení

Pocení je přirozený proces, který je pro lidské tělo velmi důležitý. Jeho hlavní úlohou je termoregulace. Pocením se naše tělo zbavuje tepla, které v něm neustále vzniká, ať už při práci svalů nebo při metabolických procesech. Další úlohou pocení je vylučování škodlivých a toxických látek a také ochrana proti UV záření. [11]

Proces pocení je zajišťován potními žlázami, které se nacházejí ve škůře. Aktivitu potních žláz řídí a kontroluje nezávislý nervový systém. Každý člověk má průměrně $3 \div 4$ milióny potních žláz. Ty se nacházejí na celém těle s výjimkou rtů, prsních bradavek a vnějších pohlavních orgánů. Liší se velikostí, počtem, rozmístěním na těle, složením potu, který produkují, i reakcí na rozdílné podněty. [11]

1.4.1 Termoregulační a emociální pocení

Na to, aby se na lidském těle objevily kapky potu, stačí i zvýšená míra psychické zátěže či stresu. Je velký rozdíl mezi termoregulačním a emocionálním pocením. [13]

Úlohou termoregulačního pocení je ochránit tělo před přehřátím. Vyloučený pot vyvolá chladicí efekt nejen na kůži, ale i na krevních zakončeních procházejících těsně pod ní. Díky tomuto efektu dojde k ochlazení krve i orgánů, do kterých krev proudí. [13]

K emocionálnímu pocení naopak dochází v důsledku nějakého psychického vypětí, nervozity, strachu, či bolesti, ale i radosti. Na tyto podněty reaguje především oblast

podpaží, dlaní a chodidel, kde se pot generuje se zvýšenou intenzitou. U emocionálního pocení se navíc ve velké míře aktivují i malé potní žlázy na čele, hrudi a na zádech. [13]

1.4.2 Nadměrné pocení - Hyperhidróza

Hyperhidróza je stav, při kterém člověk vygeneruje až pětinasobné množství potu, než při normálním stavu, a to především v podpaží. Stejně jako jiné formy primárního pocení, silné podpažní pocení je samo o sobě porucha zdravotního stavu. Tento typ nadměrného pocení v podpaží začíná obvykle během puberty, ale příznaky se mohou objevit kdykoliv až do věku 25 let. [12]

Z estetického pohledu se může silné podpažní pocení zdát jako kosmetická vada, která nepředstavuje žádné vážné vedlejší účinky, avšak nepřetržitý stres poté, co postižený objeví v podpaží známky potu a v neustálé snaze jej zakrýt, může ovlivnit jeho psychickou pohodu. [12]



Obrázek 5: Nadměrné podpažní pocení

1.4.3 Negativní vlivy nadměrného pocení

Trápení kvůli objeveným potním skvrnám v podpaží může být psychicky vyčerpávající. Neustálá kontrola známek potu může způsobit úzkost, zvýšenou citlivost i deprese. Mnoho lidí trpících nadměrným pocením se musí vypořádat s podobnými vedlejšími účinky, k nimž patří: [12]

- Snížená sebedůvěra
- Ztráta koncentrace v práci
- Obava ze společenských událostí
- Stavy úzkosti

1.4.4 Možnosti zmírnění dopadů nadměrného pocení na celkový komfort

Pominou-li se různé chirurgické zákroky a léky, tak by hlavním předpokladem pro snížení pocení mělo být dodržování základní hygieny a používání vhodných antiperspirantů, které omezují tvorbu potu. Redukce nadměrného pocení pak může být docílena i dostatečným pitným režimem a úpravou jídelníčku. Pocení například zvyšuje konzumace kávy, alkoholu, kořeněných či těžkých jídel, ale i sladkostí. [8]

V neposlední řadě je pro zvýšení celkového komfortu během nadměrného pocení kritický i vhodný výběr oblečení, a to nejlépe z prodyšných a paropropustných materiálů, proto, aby mohla pokožka volně dýchat a nedocházelo tak k přehřívání organismu a zároveň, aby nastával co možná nejrychlejší odvod zkondenzované vlhkosti (ve formě potu) z povrchu lidské pokožky přes oděv dál do okolí. Zvolený oblek by tedy měl vykazovat co možná nejlepší hodnoty relativní propustnosti pro vodní páry, výparného odporu a vlhkostní jímavosti.

2. Typologie tkanin

Pro výrobu různých druhů textilií existuje několik způsobů technologií výroby, od tkaní a pletení, přes vázání a vyšívání, až po výrobu netkaných textilií. Textilie používané pro výrobu košil jsou vyráběny převážně tkaním. Ostatní technologie výroby oděvů nejsou v této práci zohledněny.

2.1 Technologie výroby košilovin

Tkaní je technologický postup výroby plošných textilií, který spočívá v opakovaném provazování dvou navzájem kolmých soustav nití – osnovy a útku.

Samotný proces výroby tkaním probíhá v jednotlivých krocích. V každém kroku se některé osnovní nitě zvednou, čímž vznikne tzv. prošlup, kterým se provléknou útkové nitě. V dalším kroku se zvednou jiné nitě a provléknutím útkových nití vznikne vazba. [7]

I když jsou tkaniny stále více v oděvním průmyslu nahrazovány pleteninami, tak pro výrobu košilí tkaniny stále patří ke klasickým a nenahraditelným materiálům. [2]

2.2 Parametry tkanin

Jednotlivých parametrů, jež přímo, nebo nepřímo ovlivňují komfortní vlastnosti během nošení oděvu je několik. Vybrané parametry byly sestupně seřazeny podle největšího vlivu na celkovou strukturu a vlastnosti tkaniny.

- Materiál použitých nití
- Povrchová či efektní úprava tkaniny
- Dostava tkaniny
- Tloušťka tkaniny
- Vazba tkaniny

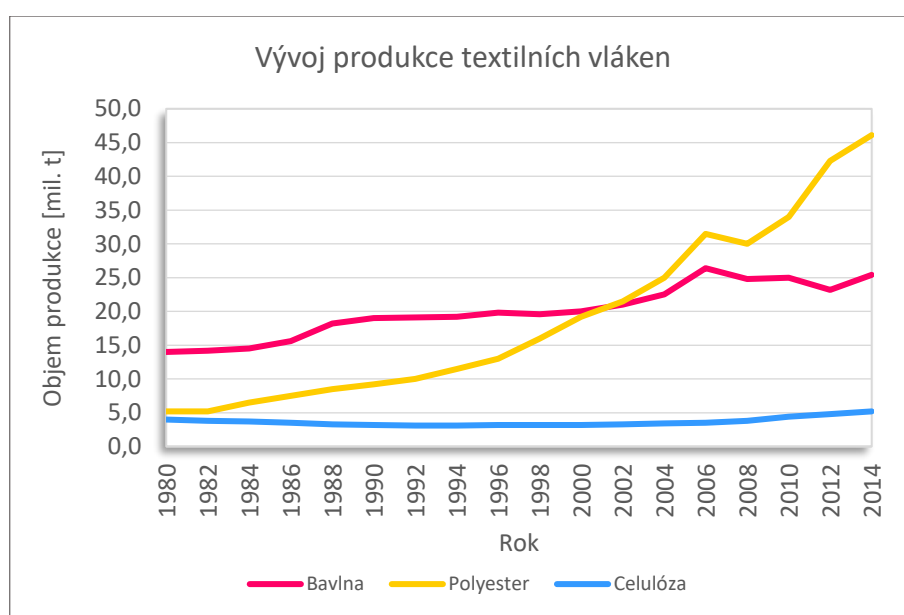
2.2.1 Vlákenné materiály

Textilní vlákna doprovázejí člověka po celou dobu jeho života. Denně se každý z nás setkává s jejich projevy v textilních strukturách za nejrůznějších podmínek. Každý člověk má řadu empirických pozitivních a negativních poznatků o chování vláken, které často

spojuje s jejich podstatou, např. přírodní vlákna coby synonymum komfortu. V řadě případů jsou tyto poznatky ovlivněny tradicí. To vede ke stavu, kdy stále přetrvávají představy o chemických vláknech jako o nedokonalé náhradě vláken přírodních. Současný oděvní průmysl však již delší dobu produkuje syntetická vlákna, která přírodní vlákna nejen dokonale napodobují, ale v řadě vlastností je i výrazně předčí. [4]

Objem produkce syntetických polyesterových vláken dokonce na zlomku tisíciletí předčil v celosvětové produkci, do té doby dominantní výrobu bavlněných vláken.

Vývoj produkce textilních vláken na obrázku 6: [5]



Obrázek 6: Vývoj produkce textilních vláken

Základní rozdělení textilních vláken

Základní rozdělení přírodních vláken je zobrazeno v tabulce 1: [3]

Tabulka 1: Základní rozdělení přírodních vláken

Přírodní vlákna						
Rostlinná				Živočišná		
Ze semen	Ze stonků	Z listů	Z plodů	Keratinová		Fibroinová
Bavlna	Len	Sisal	Kokos	Vlna ovčí	Srsti zvířat	Hedvábí
Kapok	Konopí	Aloe		Merinová	Kašmír	Kultivované
Akund	Juta			Anglická	Mohér	Plané
	Ramie			Nížinná		

Základní rozdělení chemických vláken je zobrazeno v tabulce 2: [3]

Tabulka 2: Základní rozdělení chemických vláken

Chemická vlákna				
Z přírodního polymeru		Ze syntetického polymeru	Anorganická	Speciální
Celulózová	Z rostl. bílkovin	Polyesterová	Z minerálů	Konjungovaná
Viskózová	Z živ. bílkovin	Polyamidová	Z kovů	Dutá
Lyocellová	Z přír. kaučuku	Polyakrylová		Vysocesorpční
Měďnatá		Polypropylenová		
Acetátová		Polyuretanová		
Nitrátová		Polyetylenová		

Níže jsou podrobně vypsány specifika a vlastnosti jednotlivých vláknenných materiálů, jež byly použity při výrobě testovaných tkanin v experimentální části.

Bavlna

Bavlna je nejrozšířenějším přírodním materiálem pro výrobu košilovin. Bavlněná vlákna se získávají ze semen bavlníku. Po sklizni dochází k dalším zpracovatelským procesům.

Bavlna má jemný omak a dobrou sorpční schopnost (zejména potu), dobrou tvarovou stálost a dobrou pevnost v oděru, která se za mokra zvyšuje. Bavlna je částečně hřejivá. Při náhlém zavlhčení suchých vláken se uvolňuje tzv. sorpční teplo. Příjemný komfort při nošení vykazují výrobky jak z čistě bavlněných vláken, tak ze směsi bavlněných a syntetických vláken [3]

Len

Lněné textilní vlákno se získává ze stonku lnu setého. Předběžnými zpracovatelskými procesy jsou máčení a rosení.

Lněná vlákna vykazují vysoké hodnoty pevnosti (vyšší za mokra) a odolnosti v oděru. Textilie z lněných vláken má chladivý omak a vysokou sorpci. Nejčastější jsou směsi lnu s bavlnou, viskózou a polyesterem. Len bývá též přidáván jako efektní komponenta. [3]

Viskóza

Technologickým procesem výroby viskózových vláken je chemická přeměna přírodního polymeru (dřevná celulóza) rozpouštěním v NaOH, jehož poslední fází je zvlákňování alkalického viskózového roztoku do kyselé lázně, kde dochází ke vzniku vlákna a k utváření jeho struktury. Rozpouštění celulózy při výrobě viskózových vláken je velmi neekologickým způsobem výroby. [3]

Viskózová vlákna mají vysokou sorpci. Vlastnostmi se viskózová vlákna blíží těm bavlněným, avšak mají malou odolnost vůči alkáliím i opakovanému praní. Nelze je klasicky mercerovat. [4]

Lyocell

Základní surovinou je, stejně jako u viskózy, dřevná celulóza. Rozdílem mezi výrobou viskózových a lyocellových vláken je v procesu rozpouštění celulózy, ten v případě lyocellu probíhá pomocí tzv. NMMO rozpouštědla, který není tak agresivní jako NaOH. Roztok se při průchodu zvlákňovací tryskou, rozpouštědlo se z vlákniny vypírá, recykluje a vrací k novému použití. [4]

Oproti viskózovým vláknům má lyocell výrazně vyšší pevnost, nižší tažnost, vyšší pevnost ve smyčce a uzlu, vyšší tendenci k fibrilaci za mokra a také speciální omak. Vlastnosti lyocellových vláken lze taktéž měnit přidávkem různých polymerů. [4]

Polyester

Polymer vzniká chemickou reakcí ze dvou vstupních komponent, ze kterých je vyroben polykondenzát, který se zvlákňuje z taveniny do šachty, následně dlouží, popřípadě sdružuje do kabelu, který se dále řeže na stříž, nebo trhá na trhanec. Vznikají různě jemná, profilovaná, popřípadě bikomponentní vlákna. [3]

Polyester má dobrou odolnost v oděru a malou navlhavost (0,4 % za standardních podmínek). Výrobky z polyesteru se snadno perou a rychle usychají, mají velkou tepelnou stálost a velmi dobře odolávají vysokým teplotám (do 150°C). Výrobky z polyesterových vláken jsou pevné, nemačkové a pružné. [7]

Polyamid

Polyamidových vláken jsou zvláknována z roztaveného polymeru do šachty, tudíž je možné vyrábět různé profily průřezů vláken, včetně mikrovláken. Následným dloužením vlákno získává konečné, zejména mechanické, vlastnosti. Jelikož se jedná o termoplastická vlákna, je zapotřebí výrobky z polyamidu tepelně fixovat. [3]

Polyamidová vlákna jsou velmi snadná na údržbu, mají dobrou tvarovou stabilitu a mohou posloužit jako náhrada přírodního hedvábí. Polyamidová vlákna mají vysokou pevnost za sucha i za mokra, vysokou pružnost a odolnost v oděru. Tato vlákna jsou odolná vůči chemickým činidlům. [3]

2.2.2 Povrchové úpravy

V současné době existuje celá řada textilních úprav, které slouží ke zlepšení určitých vlastností textilních materiálů. Např. hydrofobní, nehořlavá či antistatická úprava. Ne všechny úpravy mají vliv na vzhled tkaniny, a ne všechny jsou rozeznatelné pouhým okem a hmatem. [2]

Kalandrování

Kalandrování je konečná úprava dodávající tkaninám určitý vzhled povrchu a požadovaný omak. Na povrch textilie procházející kontinuálně kalandrem se působí vysokým lineárním tlakem a teplotou. Vzhled povrchu a omak je také závislý na počtu a povrchu válců, podle nichž rozlišujeme různé úpravy na kalandrech. [2]

Gaufrování

Gaufrování je úprava tkanin pomocí razicího kalandru. Vzorovacím válcem se vytváří na tkanině plastický vzor. Úprava gaufrováním se používá především u tkanin ze syntetických materiálů. [2]

Krepová úprava

Krepovou úpravou se dosáhne zvlněného, zdrsňného, krepového povrchu tkaniny. Provádí se: U bavlnářských tkanin místní mercerací prováděnou potiskováním zahuštěným louhem, čímž v místě tisku dochází k rozměrovým změnám v porovnání

s místy nepotisknutými a vzniku krepového nařasení. U hedvábnických tkanin srážením ve volném stavu, gaufrováním nebo vyvářením a napařováním na dekatovacím stroji. [2]

Krepového efektu lze dosáhnout zatkáním nití o různé srážlivosti a následným vysrážením. Tento efekt se často aplikuje kombinací bavlněných a polyesterových nití.

Krešová úprava

Kreš (z anglického crash) je úprava tkanin ze syntetických vláken, docílená tepelným zpracováním pomačkané tkaniny. Touto úpravou se dosáhne nepravidelného trvalého pomačkání. V současné době se jako kreš označují i viskóзовé tkaniny, u kterých se zmačkaného efektu docílilo různými zákruty nebo krepovými nitěmi. [2]

2.2.3 Vazby tkaniny

Plátno

Plátnová vazba je ve tkalcovství nejjednodušší a nejhustěji provazující vazbou. Zároveň se jedná o nejpevnější a nejtrvanlivější vazbu. Typické pro tuto vazbu je pravidelné střídání osnovních a útkových vazných bodů. [8]

Běžně se používá na košiloviny, letní dámské šatovky, kapesníky, stolní a ložní prádlo, dekorační a technické tkaniny a další. [8]

Kepr

Keprvá vazba je charakteristická pro své šikmé řádkování. Podle směru řádkování se dělí na pravý Z a levý S. Kepry se rozlišují na osnovní a útkové. V osnovním kepru převažují osnovní vazné body a v útkovém převažují útkové vazné body. Podle počtu nití ve střídě vazby se kepr dále označuje jako třívazný, čtyřvazný a jiné. [8]

Použití keprových vazeb je velmi časté u džínoviny (denim), podšívkoviny ze syntetického hedvábí, pracovního oděvu nebo u plášťovin a jiných. [8]

Atlas

Atlasová vazba vytváří na tkanině jemné šikmé řádkování různého sklonu a hladký povrch. Vazní body jsou ve střídě pravidelně rozloženy a nesmí se vzájemně dotýkat. Znamená to, že u osnovního atlasu se nedotýkají útkové vazné body a naopak.

Převládající osnovní vazné body značí atlas osnovní a převládající útkové vazné body značí útkový atlas. Vzdálenost vazných bodů se určuje číslem. [8]

Použití atlasových vazeb je díky jejich typickému lesklému vzhledu u dámských společenských oděvů. [8]

2.2.4 Dostava nití

Dostavou nití se rozumí počet nití protkaných v určité délce textilie. Rozlišují se dva druhy, a to dostava osnovy D_o a dostava útku D_u . Na hustotě dostavy tkaniny je přímo závislá plošná hmotnost tkaniny. Čím hustší je dostava, tím se pochopitelně zvyšuje i plošná hmotnost. [2]

Hustá dostava

Hustě protkaná tkanina vykazuje menší ohebnost a splývavost, je také méně propustná pro vzduch, vlhkost i světlo. U hustých tkanin není možné nad určitou mez k sobě přibližovat sousední nitě, kvůli vlivu vazby. [2]

Řídká dostava

Řídce protkaná tkanina je méně pevná a má menší stabilitu vlivem nedostatečně ukotvených nití, což způsobuje jejich nežádoucí posuv ve vazných bodech. Pro docílení pevnější struktury a celkové tvarové stability řídké zatkané tkaniny se užívají tzv. perlinkové vazby, u kterých dochází k vzájemnému provázání útkových nití. Následným zakřížením osnovních nití dochází k zafixování její polohy, což zabraňuje posuvu ve vazných bodech. [2]

3. Komfort textilií

Komfort je stav organismu, při kterém jsou fyziologické funkce v optimu a kdy okolí, včetně oděvu, nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Subjektivně je tento pocit brán jako pocit pohody, kdy nepřevládají pocity tepla ani chladu, a je možné v tomto stavu setrvat a pracovat. [1]

Komfort vnímáme všemi lidskými smysly kromě chuti. Komfort rozdělujeme do čtyř základních kategorií, a to na komfort psychologický, patofyziologický, senzorický a termofyziologický. [1]

Lze ho tedy definovat jako absenci diskomfortu, při kterém u člověka nastává pocit tepla, či chladu. Pocit tepla nastává při výkonu práce, nebo při působení vysoké teploty okolního prostředí. Pocit chladu se dostavuje jako reakce na nízkou teplotu okolí, či nízkou fyzickou činnost. [1]

Vlastnosti a síly textilií ovlivňující komfort nošení

Při nošení oděvů se projevují síly statické (váha a tlak elastických částí oděvů), deformační síly (při ohýbání rukávů, či nohavic) a třecí síly (mezi jednotlivými součástmi oděvu při pohybu). Během pohybu pak vzniká dynamická Newtonova síla F , která je dána zrychlením a a hmotností předmětu m . [1]

Velmi důležitou roli hrají síly tlakové, neboť zásadním způsobem ovlivňují komfort nošení mnoha textilních produktů, např. ponožek, spodního prádla a dalších elastických, či zdravotních textilních produktů, jež přímo svírají lidskou pokožku. [1]

3.1 Psychologický komfort

Psychologický komfort dělíme dle základních hledisek.:

Ekonomická hlediska

Historická hlediska

Kulturní hlediska

Skupinová a individuální a hlediska

Klimatická hlediska

Oblečení typické pro denní nošení by mělo v první řadě respektovat tepelně - klimatické podmínky, které jsou podmíněny geograficky. [1]

Sociální hlediska

Do této kategorie spadá věk, vzdělání a kvalifikace, či sociální zařazení. Psychologický komfort vysokého postavení v příslušné třídě demonstrováný odlišným oděvem může kompenzovat nižší úroveň komfortu termofyziologického. [1]

3.2 Patofyziologický komfort

Pocit komfortu může být ovlivněn také působením patofyziologicko-toxických vlivů. Jedná se o působení chemických látek obsažených v materiálu, ze kterého byl oděv vyroben a z mikroorganismů, které se vyskytují v pokožce člověka. Působení těchto vlivů je závislé na odolnosti lidské pokožky proti účinkům chemických látek obsažených v textiliích a na podmínkách růstu mikroorganismů vyskytujících se v mikroklimatu mezi povrchem lidského těla a textilií. Působením oděvu na pokožku může dojít k vyvolání kožního onemocnění – tzv. dermatózy. Ta bývá převážně způsobena drážděním, tedy působením třecích sil oděvu na pokožku, nebo alergií. [1]

3.3 Senzorický komfort

Senzorický komfort zahrnuje vjemy a pocity člověka při přímém styku pokožky a první vrstvy oděvu. Tyto pocity vznikají při styku pokožky s textilií a mohou být buď příjemné, jako pocit měkkosti či splývavosti, nebo naopak nepříjemné či dráždivé, jež se mohou projevit tlakem, škrábáním, kousáním, pícháním či pocitem vlhkosti apod. [1]

Senzorický komfort lze rozdělit na komfort nošení a na omak.

Komfort nošení oděvů zahrnuje povrchovou strukturu použitých textilií, vybrané mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků v oděvním systému, schopnost textilií absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost s dopadem na své kontaktní vlastnosti. V tomto případě senzorický komfort souvisí s komfortem fyziologickým. [1]

Omak je veličina značně subjektivní a špatně reprodukovatelná, jelikož je založená na subjektivních vjemech vnímaným především prostřednictvím prstů a dlaní. Zjednodušeně lze omak charakterizovat následujícími vlastnostmi: [1]

- Hladkostí (součinitelem povrchového tření)
- Tuhostí (ohybovou a smykovou)
- Objemností (lze nahradit stlačitelností)
- Tepelně - kontaktním vjemem

3.4 Termofyziologický komfort

Termofyziologický komfort popisuje schopnost textilie, v jaké míře dokáže propouštět vlhkost a teplo z těla do okolního prostředí. Termofyziologický komfort lze definovat dvěma základními parametry: tepelného a výparného odporu.

Popisem termofyziologických vlastností se zabývá česká norma pod označením ČSN EN 31092. Tato norma je identická s normou mezinárodní (tedy s normou ISO 11092). V roce 1993 byla uznána za evropskou normu. [14]

Optimální podmínky termofyziologického komfortu nastávají při: [1]

- Teplota pokožky: $33 \div 35 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Relativní vlhkost vzduchu: $50 \pm 10 \text{ } \%$
- Rychlost proudění vzduchu: $25 \pm 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Obsah CO_2 : max 0,07 %
- Nepřítomnost vody na pokožce

4. Hodnocení sensorického a termofyziologického komfortu

4.1 Hodnocení sensorického komfortu

Přehled mechanických a kontaktních vlastností textilních výrobků:

Spotřebitel při nákupu oděvu vnímá následující charakteristiky související s omakem seřazené sestupně podle pořadí při hodnocení: [1]

1 – Koeficient tření	f_s	[-]
2 – Drsnost povrchu	D_f	[-]
3 – Tloušťka (souvisí s plošnou hmotností)	h	[mm]
4 – Stlačitelnost (plnost)	S	[-]
5 – Tepelná jímavost (tepelný omak)	b	$[W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}]$
6 – Roztažnost	ε	[%]
7 – Ohybová tuhost	B	$[10^{-7} N \cdot m^{-2}]$
8 – Smyková tuhost	G	$[g \cdot m^{-2}]$

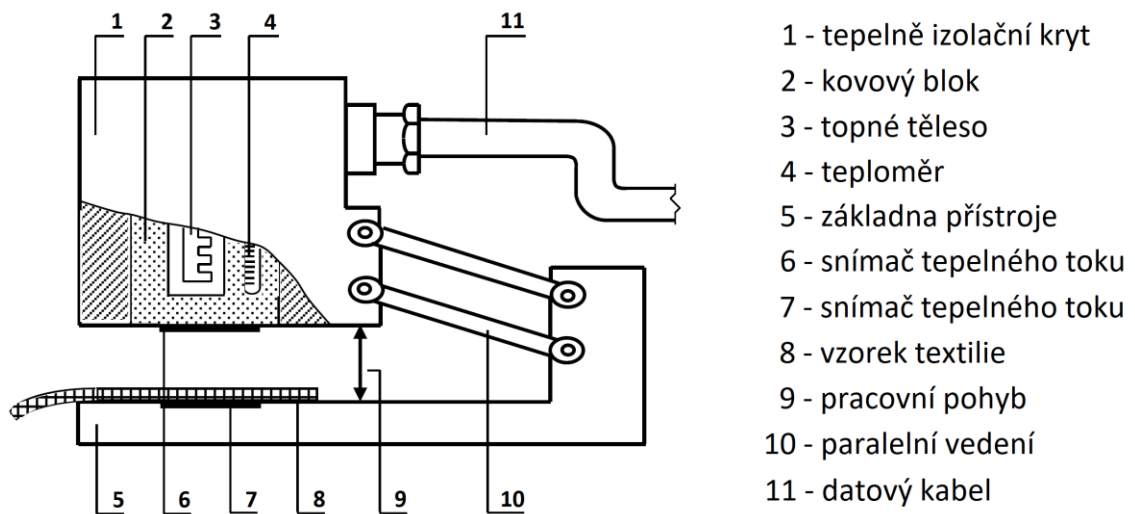
4.1.1 Měření pomocí přístroje ALAMBETA

Přístroj Alambeta byl vyvinut a patentován profesorem Lubošem Hesem z Technické univerzity v Liberci.

ALAMBETA je počítačem řízený poloautomatický přístroj měřící termofyziologické vlastnosti textilií. Tento přístroj měří jak tepelně - izolační vlastnosti (tepelný odpor a tepelnou vodivost), tak i dynamické vlastnosti (tepelnou jímavost, tepelný tok). Aparát je schopen vyhodnotit statistické údaje během měření. Proces měření spočívá v průchodu tepelného toku přes plochu vzorku. Při měření jsou snímány teploty t_1 a t_2 , přičemž t_1 značí teplotu měřící hlavy, která odpovídá teplotě lidské pokožky, tedy 35 °C. Teplota t_2 značí teplotu měřeného vzorku, která je totožná s teplotou vzduchu v laboratoři. Výslednou hodnotu pak dostaneme jako rozdíl mezi hodnotami t_1 a t_2 . Měření trvá celkem 3 až 5 minut včetně statistického vyhodnocení. [1]

Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta definuje norma TUL č. 23-304-02/01.

Popis přístroje ALAMBETA je zobrazen na obrázku 7: [1]



Obrázek 7: Schéma přístroje ALAMBETA

4.1.2 Výpočet tepelných vlastností z naměřených hodnot

Tepelný tok q

Tepelný tok q je množství tepla šířící se z ruky (hlavice přístroje) o teplotě t_2 do textilie o počáteční teplotě t_1 za jednotku času. Pro krátkou dobu kontaktu přibližně platí: [15]

$$q = b \cdot \frac{t_2 - t_1}{\sqrt{\pi \cdot \tau}} [W \cdot m^{-2}] \quad (4)$$

Měrná tepelná vodivost λ

Součinitel měrné tepelné vodivosti λ představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a vytvoří rozdíl teplot 1 K. S rostoucí teplotou teplotní vodivost klesá, výsledná hodnota se dělí 10^3 . Materiály, které mají vysokou hodnotu λ se označují jako vodiče, materiály s nízkou hodnotou λ jako izolátory. Nejmenší tepelnou vodivost mají materiály z velmi jemných vláken. Průměr vláken a tloušťka tepelnou vodivost zvyšují. [15]

Plošný odpor vedení tepla r

Plošný odpor vedení tepla r je dán poměrem tloušťky materiálu a měrné tepelné vodivosti. Udává, jaký odpor klade materiál proti průchodu tepla textilií. Čím nižší je tepelná vodivost, tím vyšší je tepelný odpor, hodnotu udávanou přístrojem

ALAMBETA je nutno dělit 10^3 . Z výše uvedeného vyplývá, že nízká tepelná vodivost a vysoký tepelný odpor charakterizují kvalitní tepelnou izolaci. Platí: [15]

$$r = \frac{h}{\lambda} [W^{-1} \cdot K \cdot m^2] \quad (5)$$

Měrná teplotní vodivost a

Měrná teplotní vodivost a [$m^2 \cdot s^{-1}$] vyjadřuje schopnost textilie vyrovnávat teplotu. Čím je hodnota vyšší, tím textilie rychleji vyrovnává teplotu (při nestacionárním procesu), hodnota na displeji přístroje se dělí 10^6 . Platí: [15]

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} [m^2 \cdot s^{-1}] \quad (6)$$

Tepelná jímavost b

Tepelná jímavost b je jediný parametr, který charakterizuje tepelný omak a představuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu. Platí: [15]

$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} [W \cdot m^{-2} \cdot s^{\frac{1}{2}} \cdot K^{-1}] \quad (7)$$

Jako chladnější pociťujeme hmatem ten materiál, který má větší absorpční schopnost, má tedy větší tepelnou jímavost.

Škála naměřených hodnot pro vyhodnocení vlhkostní jímavosti: [1]

Stupeň 5	výborná	400 ÷ 550 [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$]
Stupeň 4	dobrá	550 ÷ 650 [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$]
Stupeň 3	průměrná	650 ÷ 750 [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$]
Stupeň 2	podprůměrná	750 ÷ 850 [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$]
Stupeň 1	nedostačující	850 a více [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$]

4.2 Hodnocení termofyziologického komfortu

Termofyziologický komfort poskytovaný oděvem lze hodnotit buď pomocí přístrojů, které přesně charakterizují příslušný fyzikální děj, ale bez přímého vztahu k podmínkám platícím v systému pokožka - oděv - prostředí, nebo lze přenos tepla a vlhkosti měřit za podmínek blízkých fyziologickému režimu lidského těla. V posledních letech převažuje

druhý způsob, neboť umožňuje hodnotit termofyziologický komfort věrohodněji, než metody první skupiny. [1]

V této práci je aplikován první způsob měření, založený na použití tzv. „skin modelu“, modelu lidské pokožky. Termofyziologický komfort oděvů resp. textilií lze pak zjednodušeně charakterizovat pomocí dvou základních parametrů: tepelného a výparného odporu. Výparný odpor má mimořádně důležitou úlohu při ochlazování těla odpařováním potu z povrchu pokožky. Úroveň ochlazování závisí především na rozdílu parciálních tlaků vodních par na povrchu pokožky a ve vnějším prostředí, a dále pak na propustnosti oděvní soustavy pro vodní páry. [1]

Stanovení termofyziologických vlastností definuje norma TUL č. 23-304-01/01.

4.2.1 Stanovení parametrů dle Skin Modelu

Základem přístroje je vyhřívaná a zvlhčovaná porézní deska označovaná jako „model kůže“ sloužící k simulaci procesů přenosu tepla a hmoty, ke kterým dochází mezi lidskou pokožkou a okolím. Měření zahrnující jeden nebo oba přenosy se mohou provádět buď separátně, nebo při měnících se vnějších podmínkách, zahrnujících kombinaci různých teplot, relativní vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu. Naměřené hodnoty mohou tedy odpovídat rozdílným ustáleným i proměnlivým okolním podmínkám nošení oděvu. [1]

Zkouška za stacionárních podmínek

Zkušební vzorek se umístí na elektricky vyhřívanou desku o teplotě 35 °C, obtékanou vzduchem proudícím paralelně s jeho povrchem desky o rychlosti 1 m·s⁻¹ a teplotě 20 °C (při měření tepelného odporu), nebo 35 °C (při měření propustnosti pro vodní páry). Po dosažení ustálených podmínek celého systému (což běžně trvá několik hodin) se měří příkon vytápěné desky. [1]

Zkouška za nestacionárních podmínek

Touto zkouškou se pomocí SKIN modelu měří regulační účinek z parní fáze, který určuje komfort nošení textilií nejbližších pokožce, za podmínek intenzivního pocení, kde pot se však ještě z potních kanálků kůže stačí vypařit. Tento děj lze simulovat pomocí hydrofilní tkaniny umístěné na porézní vyhřívané desce a zvlhčené 4 cm³ vody, která se odpařuje.

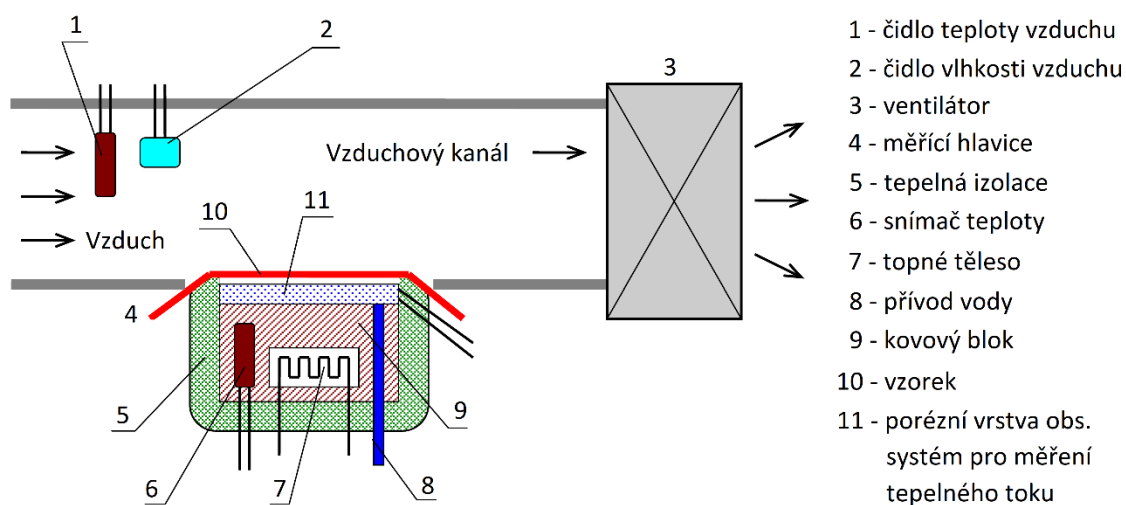
Měřicí čidla ve vzduchovém prostoru mezi porézní deskou a vzorkem měří časový průběh teploty a vlhkosti podle nastaveného režimu impulsů pocení. [1]

4.2.2 Měření pomocí přístroje PERMETEST

Permetest je malý poloautomatický aparát fungující na principu skin modelu. Stejně jako přístroj Alambeta byl patentován profesorem Lubošem Hesem z Technické univerzity v Liberci. Přístroj měří bez mechanického poškození testované textilie její tepelný a výparný odpor a relativní paropropustnost.

Podstatou přístroje PERMETEST je měření tepelného (chladícího) toku procházejícího povrchem modelu lidské pokožky. Tento model je porézní a dochází při něm k zavlhčování, což simuluje potní impuls potřebný k ochlazení lidské pokožky. Na tento povrch hlavice se vkládá testovaný vzorek, jehož vnější strana je vystavena proudění vzduchu. Hlavice je zahřívána na teplotu okolního vzduchu, který je do přístroje nasáván. Uvnitř přístroje jsou zajištěny stálé rovnoměrné podmínky. Vlhkost v porézní vrstvě se při měření mění v páru, která prochází přes nepropustnou fólii. Speciálním snímačem se zaznamenává výparný tepelný tok, jehož hodnota je nepřímo úměrná výparnému odporu a přímo úměrná paropropustnosti daného vzorku. Měření probíhá ve dvou krocích, z nichž prvním je tzv. referenční měření a až po něm probíhá měření daného testovaného vzorku. [1, 17]

Popis přístroje PERMETEST je zobrazen na obrázku 8: [1]



Obrázek 8: Schéma přístroje PERMETEST

4.2.3 Výpočet termofyziologických vlastností z naměřených hodnot

Relativní paropropustnost P (RWVP)

Přístroj měří relativní propustnost textilií pro vodní páry P, což je nenormalizovaný, ale velmi praktický parametr, kde 100% propustnost představuje tepelný tok q_o vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru jaký má měřený vzorek. Zakrytí této hladiny měřeným vzorkem se pak tepelný tok sníží na hodnotu q_v . Platí: [1]

$$P = \frac{q_v}{q_o} \cdot 100 [\%] \quad (8)$$

Výparný odpor R_{et}

Parciální tlak vodní páry ve vzduchu P_a je veličina, která je určena z relativní vlhkosti vzduchu φ a jeho teploty t_a . Parciální tlak páry ve stavu nasycení P_m je funkcí teploty vzduchu, která je naprogramována v počítači přístroje. Platí: [15]

$$R_{et} = (P_m - P_a) \cdot (q_v^{-1} - q_o^{-1}) [Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}] \quad (9)$$

Klasifikace paropropustnosti textilií v závislosti na výparném odporu: [9]

$R_{et} < 6$	velmi dobrá	nad 20 000 g/m ² za 24 h
$R_{et} < 6 \div 13$	dobrá	20 000 ÷ 9 000 g/m ² za 24 h
$R_{et} < 13 \div 20$	uspokojivá	9 000 ÷ 5 000 g/m ² za 24 h
$R_{et} > 13$	neuspokojivá	pod 5 000 g/m ² za 24 h

Tepelný odpor R_{ct}

Měření probíhá v suchém režimu (bez vlhčení) stejným způsobem jako výparný odpor. Tepelný odpor R_{ct} charakterizuje odpor proti prostupu tepla vzorkem při definované teplotě t_m jeho jedné strany a při přenosu tepla konvekci z jeho druhé (vnější) strany do vzduchu o teplotě t_a , přičemž tepelný odpor této vnější mezní vrstvy se odečítá. Protože se však odečítá tepelný odpor platící pro hladký měřicí povrch, zatímco povrch skutečné textilie je drsný, a proto odlišný, je takto stanovená hodnota tepelného odporu jen přibližná. Platí: [1]

$$R_{ct} = (t_m - t_a) \cdot (q_v^{-1} - q_o^{-1}) [Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}] \quad (10)$$

5. Popis experimentu

Experiment spočívá v porovnávání vlastností termofyziologického a sensorického komfortu 14 vzorků rozdílných druhů košilovin, rozlišených několika parametry, např. typem vazby tkaniny, rozdílnou plošnou hmotností a dalšími parametry, primárně však rozdílným materiálovým složením, jehož vliv na celkový komfort během nošení je detailně zkoumán.

Porovnání daných komfortních vlastností vyplývá z laboratorních měření prováděných na Katedře hodnocení textilií, a to na přístrojích PERMETEST a ALAMBETA. Na těchto aparátech se postupně měří vliv materiálového složení na tepelnou jímavost b_T , vlhkostní jímavost b_V , tepelnou vodivost λ , plošný odpor vedení tepla r (*naměřené hodnoty λ a r jsou z důvodů malé relevance uvedeny pouze v přílohové části*), relativní paropropustnost P , výparný odpor R_{et} , relativní propustnost pro vodní páry RWVP a efektivní relativní propustnost pro vodní páry ERWVP.

Z naměřených hodnot těchto tepelně-izolačních a dynamických vlastností termofyziologického komfortu se vytvoří přímá tabelární a diagramová závislost na rozdílném materiálovém složení testovaných vzorků. Vliv ostatních parametrů tkaniny je při vyhodnocování výsledků zohledněn, avšak není detailně zkoumán.

Pro potřeby tohoto experimentu, tedy k určení košiloviny s nejlepšími komfortními vlastnostmi, bylo nutné zavést tzv. index celkového komfortu i_K , při jehož vyhodnocení se zohledňuje schopnost textilie, v jaké míře je schopna propouštět vodní páry a jak rychle dokáže odvést vlhkost od pokožky do okolí. Jedná se o takové termofyziologické vlastnosti, jejichž kombinací vzniká ukazatel celkového komfortu během nošení i při nadměrném pocení. Tento diskomfortní stav nastává v okamžiku, ve kterém textilie nasákne 50 % vlhkosti a přestane tak docházet k znatelnému zvyšování kinetického tření mezi pokožkou a navlhčenou textilií.

Výsledným porovnáním naměřených a vypočítaných hodnot výše zmíněných parametrů vyplývá, jaké materiálové složení použité při výrobě košiloviny, vykazuje nejlepší

výsledky termofyziologického a sensorického komfortu, a tedy, jaká košilovina evokuje v uživateli nejpříjemnější pocit komfortu během nošení i při nadměrném pocení.

5.1 Testované vzorky

Výchozím vzorkem pro měření termofyziologických vlastností košilovin je sada 14 rozdílných plošných textilií, běžně používaných pro výrobu košilí. Rozborem katalogového listu, spolu s laboratorním ověřením, byly stanoveny základní parametry jednotlivých textilií, tedy použitý materiál nití, plošná hmotnost, tloušťka tkaniny, dostava nití, základní vazba a vazební efekt a také finální úprava tkaniny.

Výchozí velikostí jednotlivých tkanin je vzorek o velikosti 50 x 200 cm. Pro účely měření, při kterých dochází ke změnám vlhkosti ve vzorku, se ze základní sady vzorků vytvořily sekundární vzorky o rozměrech 15 x 15 cm, resp. o ploše 225 cm², ze které je možné získat plošnou hmotnost v závislosti na měnící se vlhkosti.

Pro základní rozlišení jednotlivých vzorků byla zavedena tabulka 3:

Tabulka 3: Specifikace jednotlivých vzorků

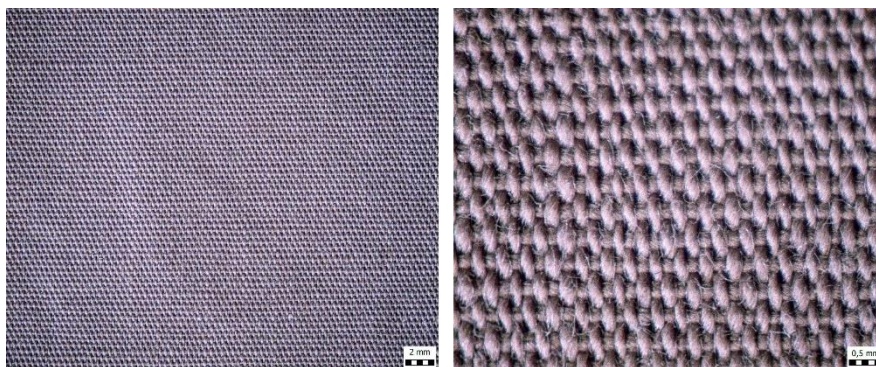
Hlavní materiál	Vzorek	Materiálové složení	m _p [g·m ⁻²]	Vazba
100% bio-CO	1	100 % bio-bavlna	120	Plátno
100% CO	2	100 % bavlna	105	Plátno + kepr
80% CO	3	80 % bavlna, 20 % polyamid	69	Plátno
70% CO	4	70 % bavlna, 30 % polyester	108	Plátno
65% CO	5	65 % Bavlna, 35 % polyamid	113	Plátno
60% CO	6	60 % bavlna, 40 % polyester	104	Hrotový kepr
100% LI	7	100 % len	140	Plátno
55% LI	8	55 % len, 45 % viskóza	133	Plátno
50% LI CO	9	50 % len, 50 % bavlna	198	Plátno
100% VI	10	100 % viskóza	101	3vazný kepr
70% VI	11	70 % viskóza, 30 % akryl	134	Plátno
100% PES	12	100 % polyester	161	Plátno
50% PES CO	13	50 % polyester, 50 % bavlna	97	Plátno
100% CLY	14	100 % lyocell	182	4vazný kepr

5.1.1 Vzorek 1

Vzorkem je velmi hustě tkaná bavlnářská tkanina v plátňové vazbě, o plošné hmotnosti 120 g/m² a tloušťce 0,24 mm. Dostava osnovních nití je 50/10 mm a dostava útkových nití je 38/10 mm. Použité nitě jsou čistě z bavlněných vláken z bio bavlny, bez povrchové úpravy.

Materiálové složení: **100 % bio-bavlna**

Makroskopické snímky vzorku č. 1 jsou na obrázku 9:



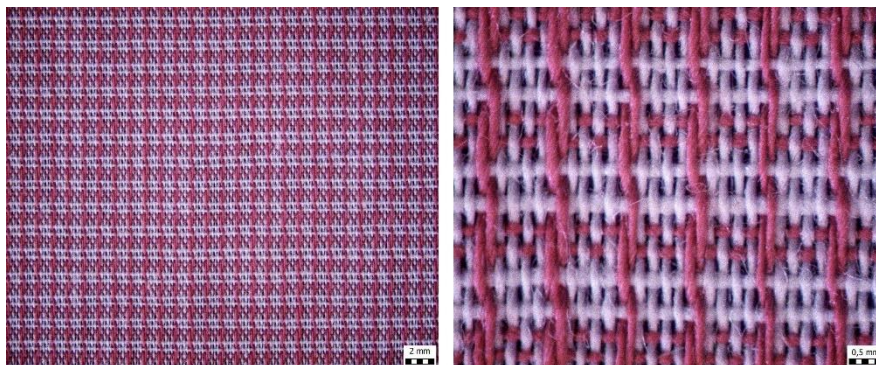
Obrázek 9: Makroskopické snímky vzorku č. 1

5.1.2 Vzorek 2

Vzorkem je lehká, velmi hustě tkaná bavlnářská tkanina v plátňové vazbě s keprovým efektním proužkem, o plošné hmotnosti 105 g/m² a tloušťce 0,18 mm. Dostava osnovních nití je 58/10 mm a dostava útkových nití je 32/10 mm. Použité nitě jsou čistě z bavlněných vláken, bez povrchové úpravy.

Materiálové složení: **100 % bavlna**

Makroskopické snímky vzorku č. 2 jsou na obrázku 10:



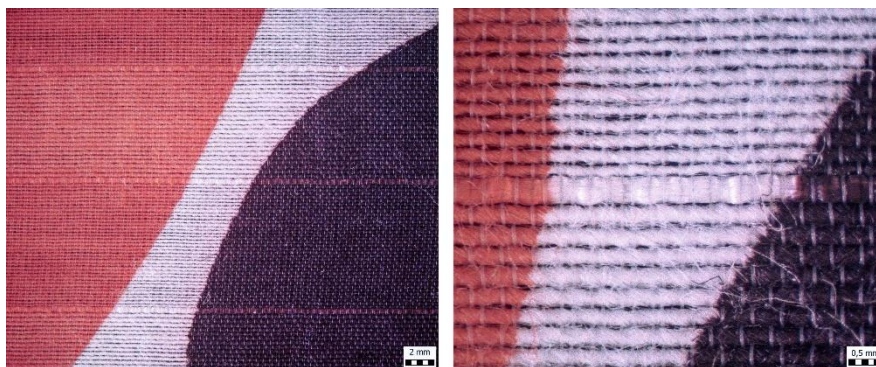
Obrázek 10: Makroskopické snímky vzorku č. 2

5.1.3 Vzorek 3

Vzorkem je velmi lehká, hustě tkaná bavlnářská tkanina v plátnové vazbě s efektním vlasovým útkovým proužkem, o plošné hmotnosti 69 g/m² a tloušťce 0,17 mm. Dostava osnovních nití je 40/10 mm a dostava útkových nití je 36/10 mm. Použité osnovní nitě jsou z polyamidových vláken a útkové nitě z bavlněných vláken, bez povrchové úpravy.

Materiálové složení: **80 % bavlna, 20 % polyamid**

Makroskopické snímky vzorku č. 3 jsou na obrázku 11:



Obrázek 11: Makroskopické snímky vzorku č. 3

5.1.4 Vzorek 4

Vzorkem je lehká, hustě tkaná bavlnářská tkanina v plátnové vazbě, o plošné hmotnosti 108 g/m² a tloušťce 0,29 mm. Dostava osnovních nití je 36/10 mm a dostava útkových nití je 32/10 mm. Použité nitě jsou ze směsi bavlněných a polyesterových vláken, bez povrchové úpravy.

Materiálové složení: **70 % bavlna, 30 % polyester**

Makroskopické snímky vzorku č. 4 jsou na obrázku 12:



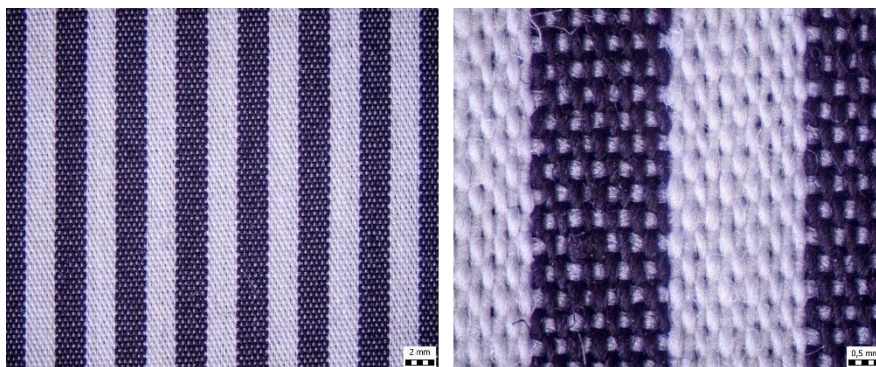
Obrázek 12: Makroskopické snímky vzorku č. 4

5.1.5 Vzorek 5

Vzorkem je lehká, velmi hustě tkaná bavlnářská tkanina v plátňové vazbě, o plošné hmotnosti 113 g/m² a tloušťce 0,26 mm. Dostava osnovních nití je 48/10 mm a dostava útkových nití je 36/10 mm. Použité nitě jsou ze směsi bavlněných a polyamidových vláken, bez povrchové úpravy.

Materiálové složení: **65 % bavlna, 35 % polyamid**

Makroskopické snímky vzorku č. 5 jsou na obrázku 13:



Obrázek 13: Makroskopické snímky vzorku č. 5

5.1.6 Vzorek 6

Vzorkem je lehká, středně hustě tkaná bavlnářská tkanina ve vazbě hrotového kepru, o plošné hmotnosti 104 g/m² a tloušťce 0,28 mm. Dostava osnovních nití je 30/10 mm a dostava útkových nití je 28/10 mm. Použité nitě jsou ze směsi bavlněných a polyesterových vláken, které svou rozdílnou srážlivostí tvoří krepový efekt.

Materiálové složení: **60 % bavlna, 40 % polyester**

Makroskopické snímky vzorku č. 6 jsou na obrázku 14:



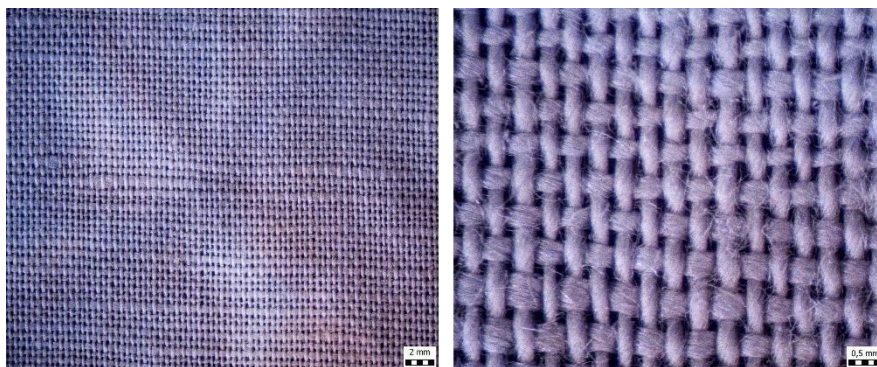
Obrázek 14: Makroskopické snímky vzorku č. 6

5.1.7 Vzorek 7

Vzorkem je řídkce tkaná lnářská tkanina v plátnové vazbě, o plošné hmotnosti 140 g/m² a tloušťce 0,34 mm. Dostava osnovních nití je 28/10 mm a dostava útkových nití je 20/10 mm. Použité nitě jsou čistě z lněných vláken, bez povrchové úpravy. Na textilií je patrná nerovnoměrnost lněných vláken.

Materiálové složení: **100 % len**

Makroskopické snímky vzorku č. 7 jsou na obrázku 15:



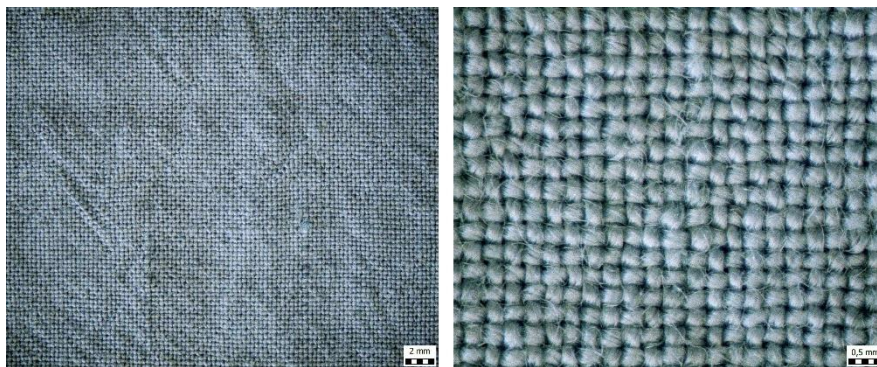
Obrázek 15: Makroskopické snímky vzorku č. 7

5.1.8 Vzorek 8

Vzorkem je středně hustě tkaná lnářská tkanina v plátnové vazbě, o plošné hmotnosti 133 g/m² a tloušťce 0,28 mm. Dostava osnovních nití je 32/10 mm a dostava útkových nití je 28/10 mm. Použité nitě jsou ze směsi lněných a viskózových vláken, s dočasnou úpravou napodobující kreš.

Materiálové složení: **55 % len, 45 % viskóza**

Makroskopické snímky vzorku č. 8 jsou na obrázku 16:



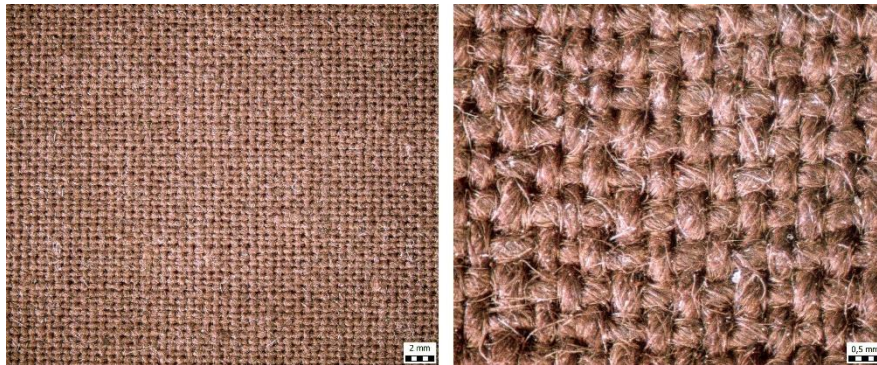
Obrázek 16: Makroskopické snímky vzorku č. 8

5.1.9 Vzorek 9

Vzorkem je těžší, velmi řídkce tkaná lnářská tkanina v plátnové vazbě, o plošné hmotnosti 198 g/m² a tloušťce 0,32 mm. Dostava osnovních nití je 24/10 mm a dostava útkových nití je 20/10 mm. Použité nitě jsou ze směsi lněných a bavlněných vláken, bez povrchové úpravy.

Materiálové složení: **50 % len, 50 % bavlna**

Makroskopické snímky vzorku č. 9 jsou na obrázku 17:



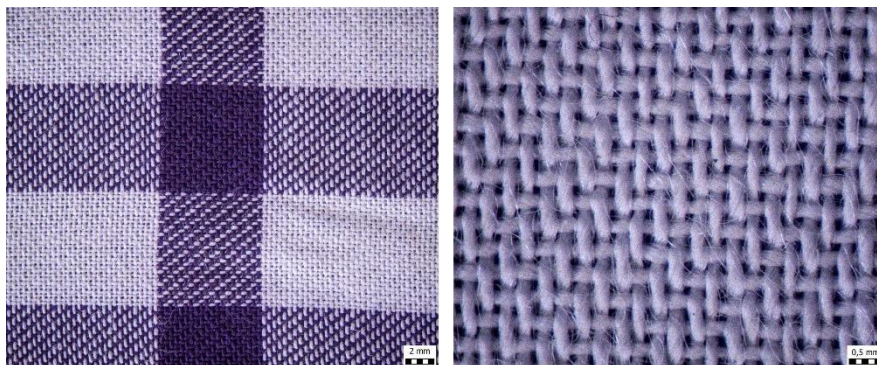
Obrázek 17: Makroskopické snímky vzorku č. 9

5.1.10 Vzorek 10

Vzorkem je lehká, hustě tkaná celulósová tkanina ve vazbě 3vazného kepru, o plošné hmotnosti 101 g/m² a tloušťce 0,26 mm. Dostava osnovních nití je 38/10 mm a dostava útkových nití je 32/10 mm. Použité nitě jsou čistě z celulósových viskózových vláken, bez povrchové úpravy.

Materiálové složení: **100 % viskóza**

Makroskopické snímky vzorku č. 10 jsou na obrázku 18:



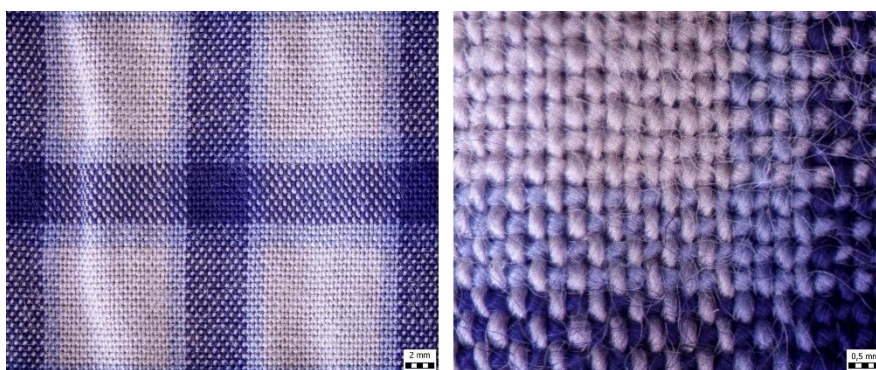
Obrázek 18: Makroskopické snímky vzorku č. 10

5.1.11 Vzorek 11

Vzorkem je hustě tkaná celulózová tkanina v plátnové vazbě, o plošné hmotnosti 134 g/m² a tloušťce 0,35 mm. Dostava osnovních nití je 38/10 mm a dostava útkových nití je 32/10 mm. Použité nitě jsou ze směsi viskózových a akrylových vláken, bez povrchové úpravy.

Materiálové složení: **70 % viskóza, 30 % akryl**

Makroskopické snímky vzorku č. 11 jsou na obrázku 19:



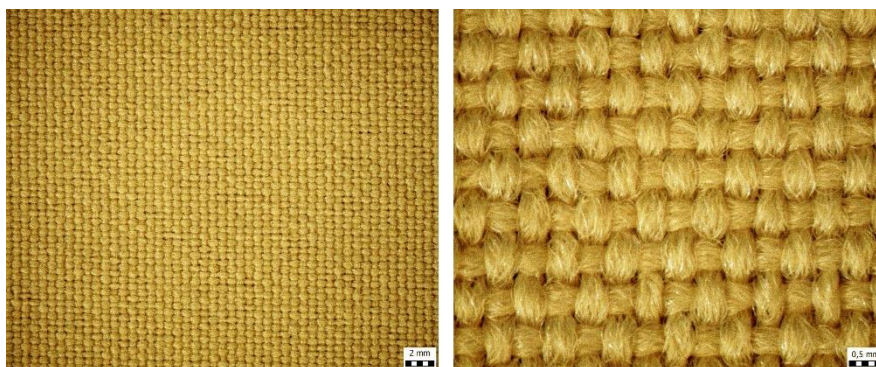
Obrázek 19: Makroskopické snímky vzorku č. 11

5.1.12 Vzorek 12

Vzorkem je těžší, velmi řídkce tkaná syntetická tkanina v plátnové vazbě, o plošné hmotnosti 161 g/m² a tloušťce 0,39 mm. Dostava osnovních nití je 26/10 mm a dostava útkových nití je 20/10 mm. Použité nitě jsou čistě ze syntetických polyesterových vláken, bez povrchové úpravy.

Materiálové složení: **100 % polyester**

Makroskopické snímky vzorku č. 12 jsou na obrázku 20:



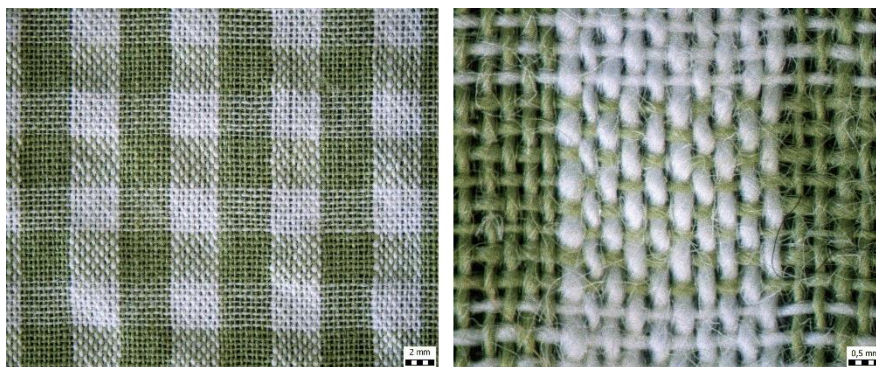
Obrázek 20: Makroskopické snímky vzorku č. 12

5.1.13 Vzorek 13

Vzorkem je velmi lehká, středně hustě tkaná synteticko-bavlnářská tkanina v plátnové vazbě, o plošné hmotnosti 97 g/m² a tloušťce 0,25 mm. Dostava osnovních nití je 30/10 mm a dostava útkových nití je 28/10 mm. Použité nitě jsou ze směsi polyesterových a bavlněných vláken, které svou rozdílnou srážlivostí tvoří krepový efekt.

Materiálové složení: **50 % polyester, 50 % bavlna**

Makroskopické snímky vzorku č. 13 jsou na obrázku 21:



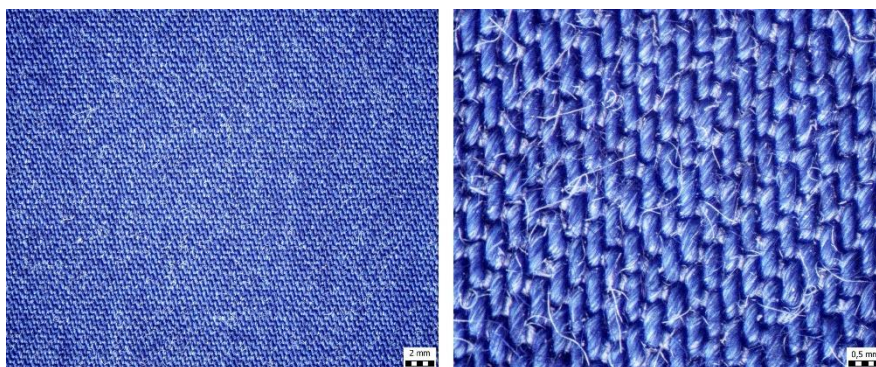
Obrázek 21: Makroskopické snímky vzorku č. 13

5.1.14 Vzorek 14

Vzorkem je těžší, středně hustě tkaná celulózová tkanina ve vazbě 4vazného kepru, o plošné hmotnosti 182 g/m² a tloušťce 0,48 mm. Dostava osnovních nití je 32/10 mm a dostava útkových nití je 28/10 mm. Použité nitě jsou čistě z celulózových lyocellových vláken, bez povrchové úpravy. Textilie napodobuje tkaninu denim.

Materiálové složení: **100 % lyocell**

Makroskopické snímky vzorku č. 14 jsou na obrázku 22:



Obrázek 22: Makroskopické snímky vzorku č. 14

6. Testování vybraných vlastností

Pro určení košiloviny s nejlepšími vlastnostmi termofyziologického a sensorického komfortu bylo nutné porovnat vliv jejich materiálového složení na následující stacionární tepelně-izolační a dynamické vlastnosti:

- Relativní propustnost pro vodní páry RWVP (P měřená za vlhka)
- Efektivní relativní propustnost pro vodní páry ERWVP (efektivní P měřená za vlhka)
- Relativní paropropustnost P
- Výparný odpor R_{et}
- Tepelná jímavost b_T
- Vlhkostní jímavost b_v
- Index celkového komfortu iK

6.1 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP při 50% vlhkosti

Vliv materiálového složení na relativní propustnost pro vodní páry RWVP a efektivní relativní propustnost pro vodní páry ERWVP je zkoumán na přístroji PERMETEST. Měření probíhá v laboratorní komoře zajišťující stále klimatické podmínky.

Měření relativní paropropustnosti zahrnuje efekt výparného odporu textilie a mezní vrstvy. Mezní vrstva se nachází nad měřeným vzorkem, bez vzorku se jedná o mezní vrstvu vlastního přístroje, proto se musí měřit ve dvou krocích.

Měření spočívá v navlhčení vzorku na min. 100% vlhkost, kde se, při následném snižujícím se objemu vody (vlhkosti) obsaženém ve vzorku vlivem postupného usychání, sledují hodnoty propustnosti pro vodní páry (chladícího toku), a to střídavě s podložením vzorku nepropustnou fólií a bez folie, až k vlhkosti blížící se 0 %. Při měření s vloženou separační fólií se během měření uplatňuje pouze odpar z povrchu navlhčené textilie, dochází zde tedy k proudění chladících toků místo tepelných. Hodnoty paropropustnosti přístroj PERMETEST sám vypočítává z dvou rozdílných chladících toků – z vrchu mokré textilie a z chladícího toku procházejícího skrz textilií.

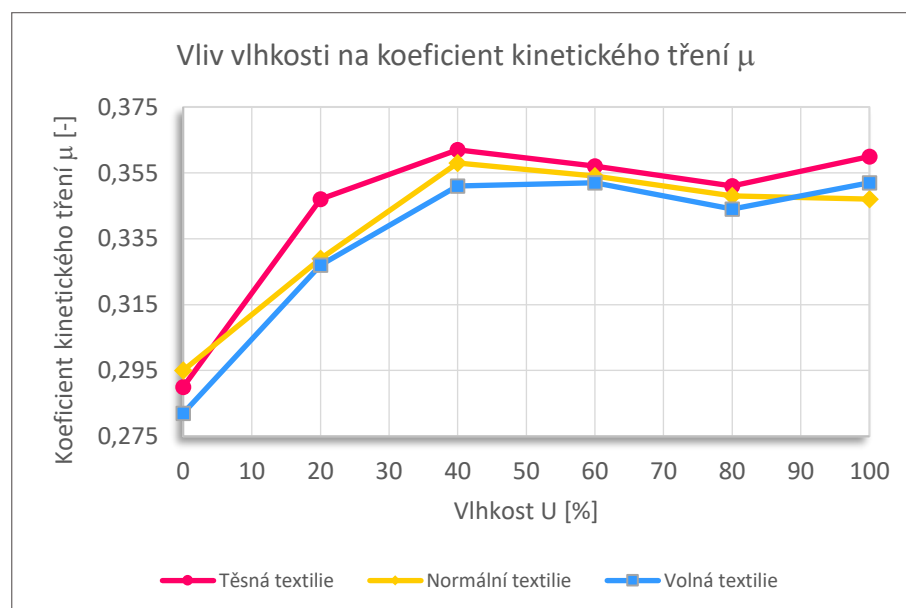
Promítnutím naměřených hodnot do bodového diagramu a následným protnutím těchto bodů získáme dvě lineární přímky znázorňující hodnoty celkového relativního

chladícího toku v navlhčené textilií $RWVP_T$ měřeného bez fólie a chladícího toku z povrchu navlhčené textilie $RWVP_{SF}$ měřeného s fólií, v závislosti na klesající vlhkosti. Ze znalosti rovnice těchto dvou přímek lze získat rozdíl mezi $RWVP_T$ a $RWVP_{SF}$, tedy efektivní relativní propustnost pro vodní páry $ERWVP$, neboli efektivní chladící tok.

Dle publikace pana profesora Luboše Hese a spoluautorů zkoumající vliv vlhkosti na kinetický koeficient tření textilií lze upozorovat, že tření se zvyšuje spolu se vzrůstající vlhkostí ve vzorku. Tento kontaktně-diskomfortní stav dosáhne svého maxima, jakmile vlhkost ve vzorku překročí 40 %. Od této hranice již nedochází k výraznému zvyšování tření v textilií, a tudíž ani k zhoršování komfortu během nošení. Rozdíl od 40% do 100% vlhkosti není markantní z důvodu specifické distribuce vody v textilií. U menší vlhkosti do 40 % voda prochází mikro-kapilárními kanálky a nevytváří tak povrchový film. K tvorbě nepřetržitého vodního filmu dochází až při vyšších vlhkostech textilie, což způsobuje vyšší hydrodynamické tření. [19]

Z této publikace, mimo jiné, vyplývá i to, že na velikost tření má také vliv, byť nepatrný, těsnost struktury textilie. Z naměřených výsledků se dá vyvodit, že těsnější textilie (např. o hustší dostavy) vykazují vyšší hodnoty třecího koeficientu, než volnější textilie, a to z důvodu větší kontaktní oblasti. [19]

Vliv vlhkosti na koeficient kinetického tření dle prof. Hese a spol. na obrázku 23: [19]



Obrázek 23: Vliv vlhkosti na koeficient kinetického tření

Ze znalosti výše uvedených údajů je pro účely tohoto experimentu nejdůležitější naměřenou hodnotou ERWVP ta při 50% vlhkosti, tedy takové vlhkosti, při které již dochází k diskomfortním podmínkám během nošení oděvu. Tato vlhkostní hodnota simuluje stav nadměrného pocení.

ERWVP při 50% vlhkosti získáme ze znalosti rovnice přímky dříve promítnutých bodů. Vypočtené hodnoty ERWVP při 50% vlhkosti jsou dále zohledněny i v indexu celkového komfortu i_K . Vzorky s nejlepšími termofyziologickými vlastnostmi vykazují nejvyšší hodnoty ERWVP při 50% vlhkosti.

Měření probíhá v souladu s normou TUL č. IN 23-304-01/01.

Průběh měření

Protože během měření výše zmíněných parametrů dochází ke změně vlhkosti vzorku, bylo zapotřebí všechny vzorky optimalizovat, proto byly vzorky naformátovány na stejnou velikost 15x15 cm, tedy o ploše 225 cm².

Nastříhané vzorky byly vloženy do pece předehřáté na 100 °C po dobu 1 h. Po vytažení z pece se vzorky ihned zvážily na digitální váze, čímž jsme dostali hodnotu plošné hmotnosti textilie při 0% vlhkosti.

Po zvážení vzorků došlo k jejich smáčení ve vodní lázni s přidáním 1 % detergentu, který po smíchání s vodou snížil celkovou viskozitu lázně. Všechny vzorky se smáčely nejméně 1 h. Za tuto dobu vzorky nasály takový objem vody, který odpovídá min. 2násobnému přírůstku hmotnosti vzorku, tak aby nastal stav 100% vlhkosti. Navlhčený vzorek se před každým měřením váží a následným výpočtem se ze znalosti plošné hmotnosti vzorku při 0% vlhkosti a při 100% vlhkosti určí vlhkost U .

Samotné měření spočívá ve sledování přístrojem přepočítávaných hodnot tepelných (chladících) toků na hodnoty RWVP při současném klesání vlhkosti vzorku až k hodnotám směřujícím k 0% vlhkosti U . Každé měření je prováděno střídavě bez a s nepropustnou fólií. Hodnoty ERWVP lze získat ze znalosti rovnice přímky dvou dříve promítnutých lineárních přímek celkového relativního chladícího toku v navlhčené textili RWVP_T a chladícího toku z povrchu navlhčené textilie RWVP_{SF}.

Počet měření je závislý na schopnosti každého vzorku jak rychle dokáže odvádět vlhkost do okolí. Protože se klesající vlhkost neustále mění a není možno jednotlivá měření opakovat, statistické šetření dat tak v tomto souboru naměřených hodnot chybí.

Pro ověření přesnosti měření byla v pravidelných intervalech testována referenční textilie. V případě potřeby byla provedena opětovná kalibrace.

Laboratorní podmínky během měření

Teplota: 23,6 °C

Relativní vlhkost: 40 %

Rovnice použité při měření

$$P = \frac{q_v}{q_o} \cdot 100 [\%] \quad (8)$$

$$q_{tot} = q_{skin} + q_{fab} [W \cdot m^{-2}] \quad (11)$$

$$U = \frac{m_{wet} - m_{dry}}{m_{dry}} \cdot 100 [\%] \quad (12)$$

$$ERWVP = RWVP_T - RWVP_{SF} [\%] \quad (13)$$

Veličiny použité při měření

m_{dry}	hmotnost textilie při 0% vlhkosti	[g]
m_{wet}	hmotnost textilie při navlhčeném stavu	[g]
ERWVP	efektivní chladící tok (efektivní propustnost pro vodní páry)	[%]
P	relativní paropropustnost	[%]
q_o	tep. tok procházející měřicí hlavicí nezakrytou vzorkem	[W·m ⁻²]
q_v	tepelný tok procházející měřicí hlavicí zakrytou vzorkem	[W·m ⁻²]
$RWVP_T$	celkový relativní chladící tok v navlhčené textilii (relativní propustnost pro vodní páry měřená bez fólie)	[%]
$RWVP_{SF}$	chladící tok z povrchu navlhčené textilie (relativní propustnost pro vodní páry měřená s fólií)	[%]
U	vlhkost textilie	[%]

6.1.1 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 1

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 1.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 1:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

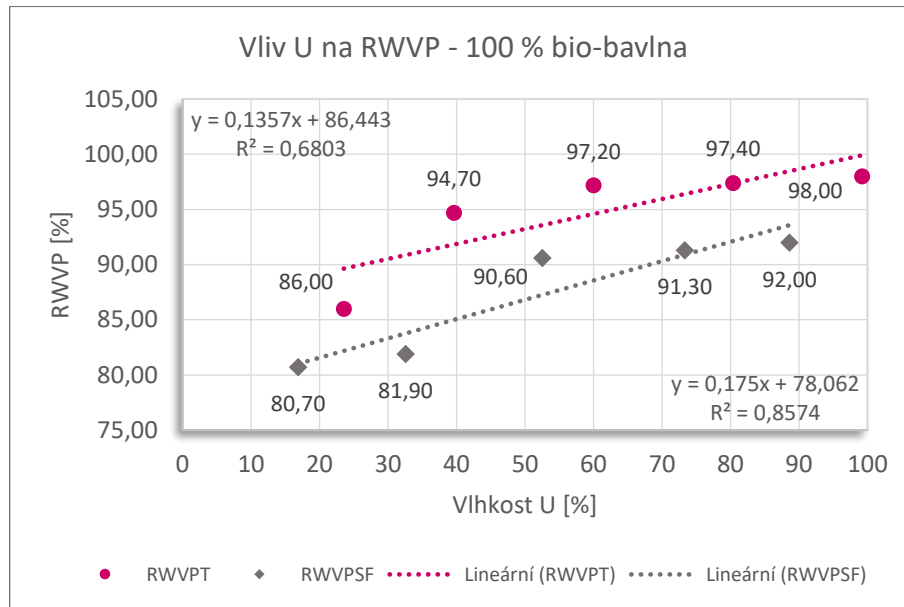


Diagram 1: RWVP vzorku č. 1

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 2.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 2:

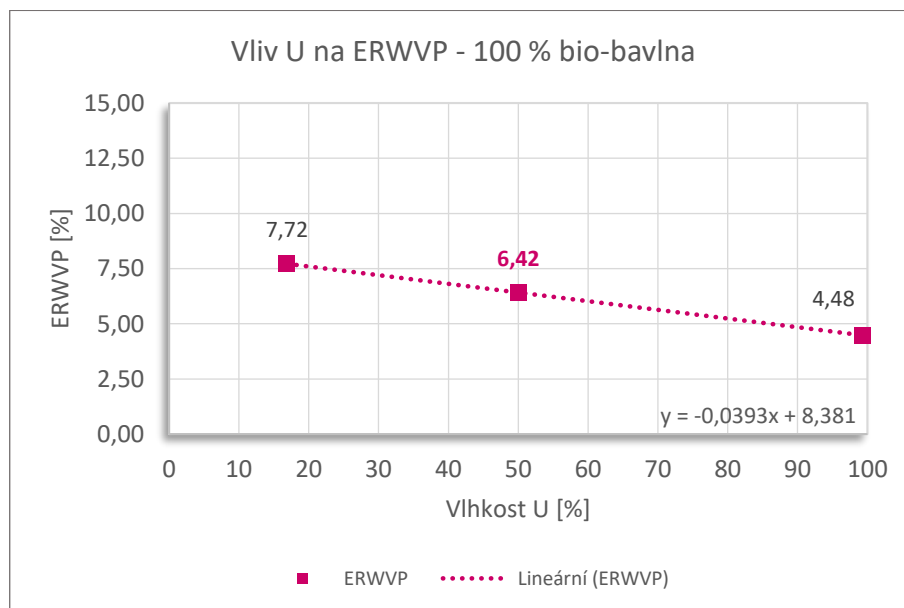


Diagram 2: ERWVP vzorku č. 1

6.1.2 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 2

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 3.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 3:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

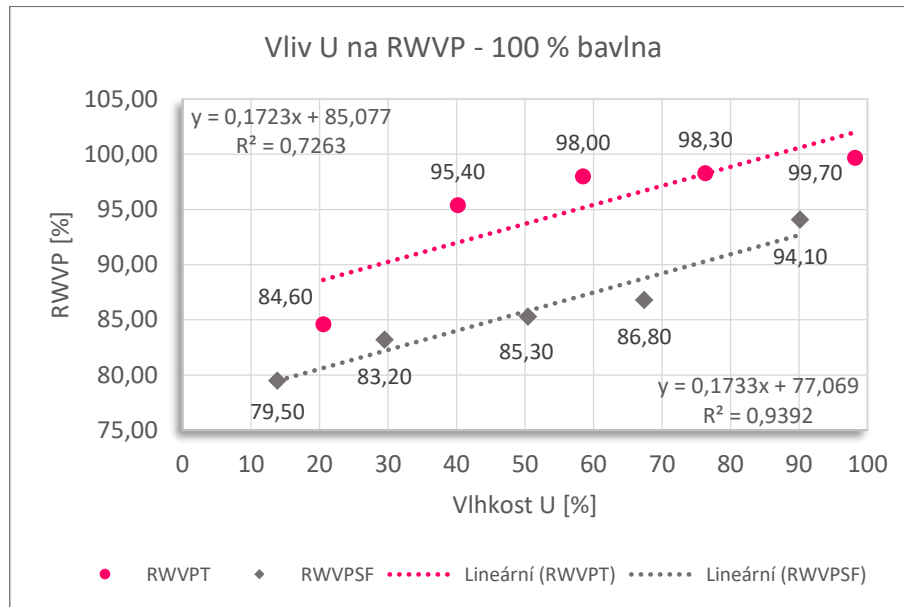


Diagram 3: RWVP vzorku č. 2

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 4.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 4:

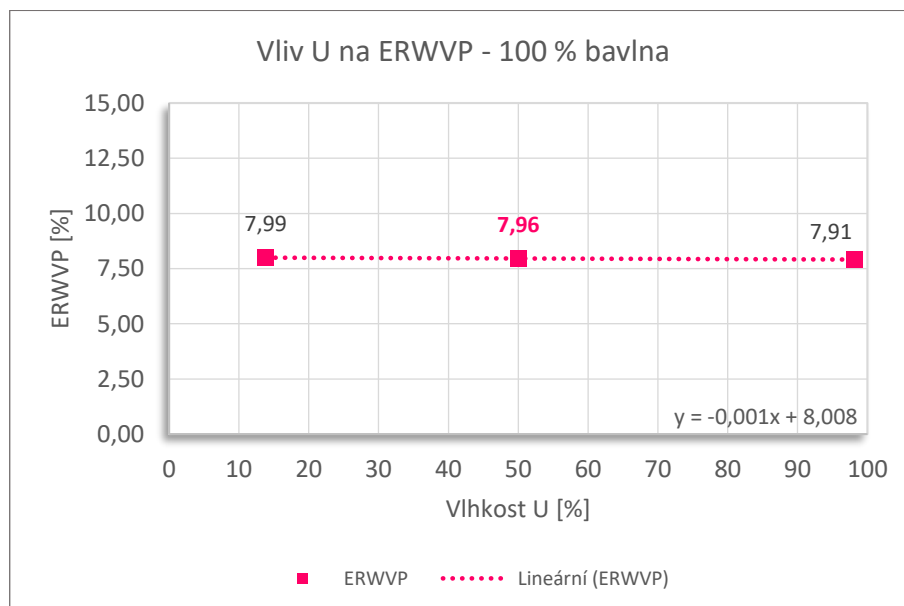


Diagram 4: ERWVP vzorku č. 2

6.1.3 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 3

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 5.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 5:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

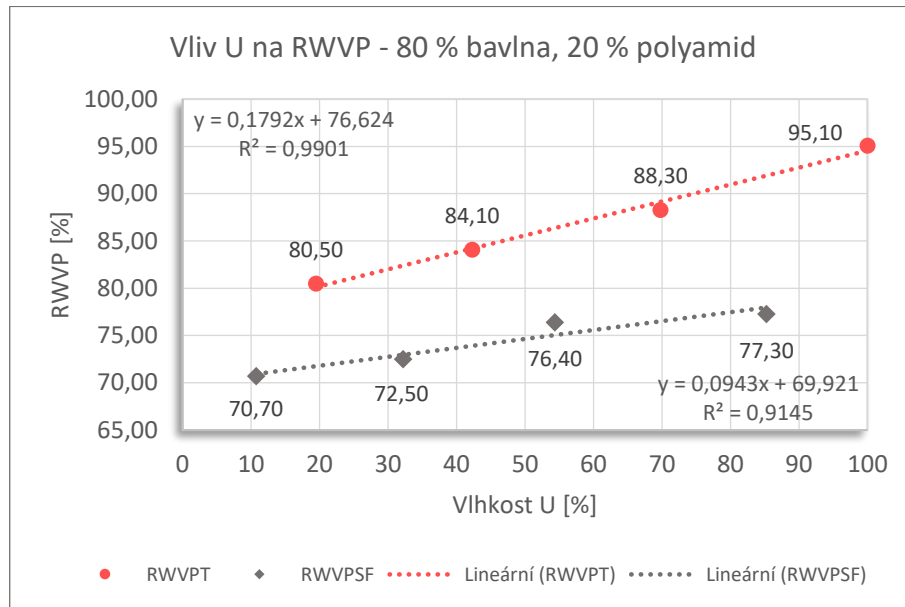


Diagram 5: RWVP vzorku č. 3

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 6.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 6:

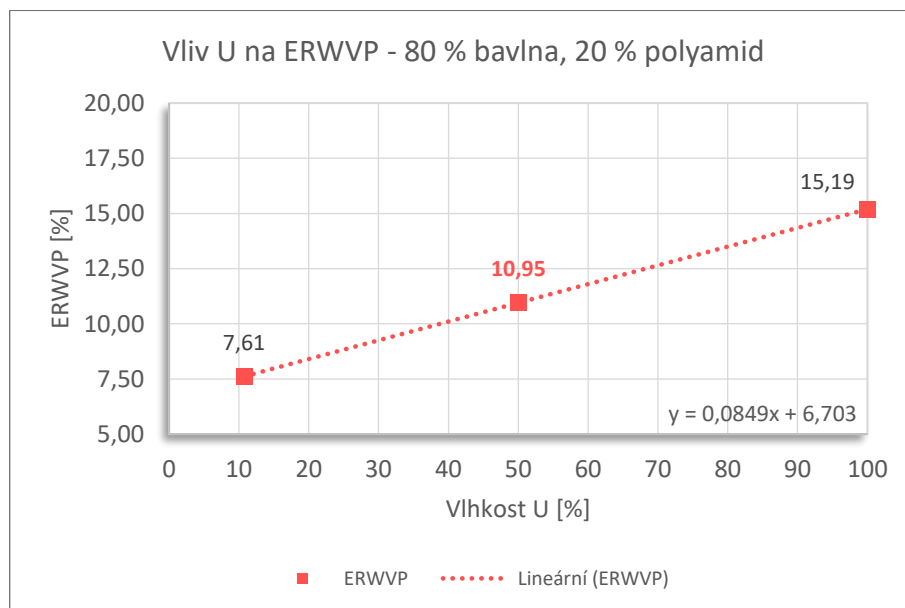


Diagram 6: ERWVP vzorku č. 3

6.1.4 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 4

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 7.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 7:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

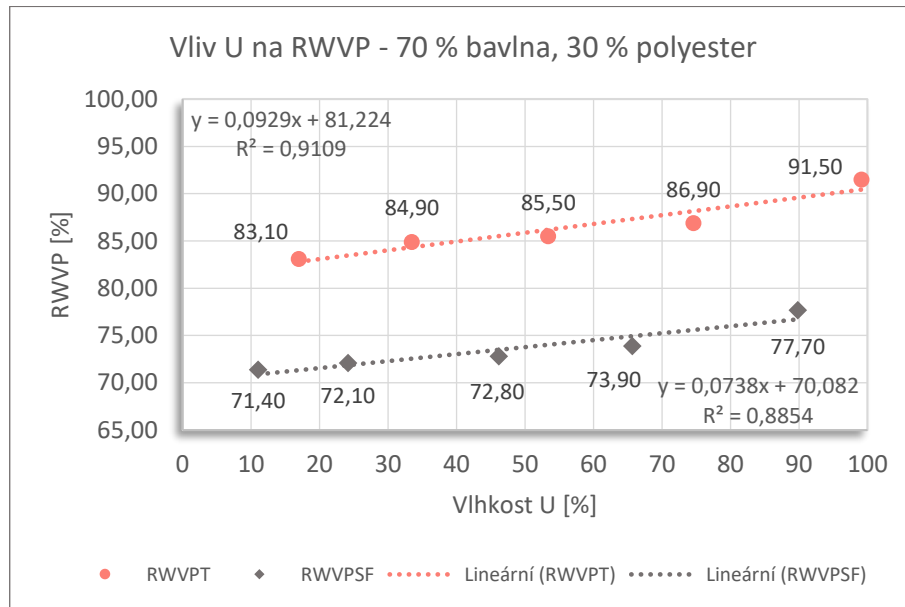


Diagram 7: RWVP vzorku č. 4

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 8.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 8:

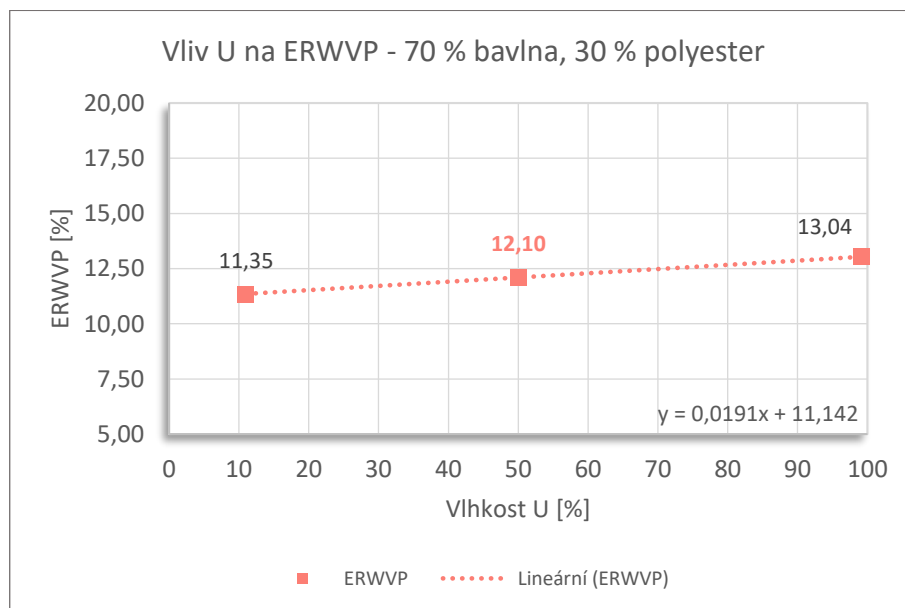


Diagram 8: ERWVP vzorku č. 4

6.1.5 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 5

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 9.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 9:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

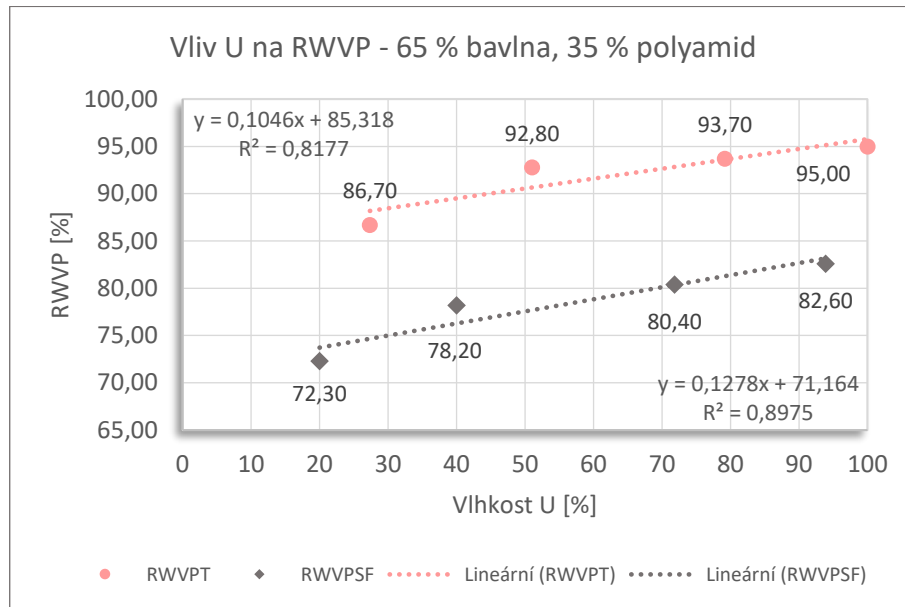


Diagram 9: RWVP vzorku č. 5

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 10.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 10:

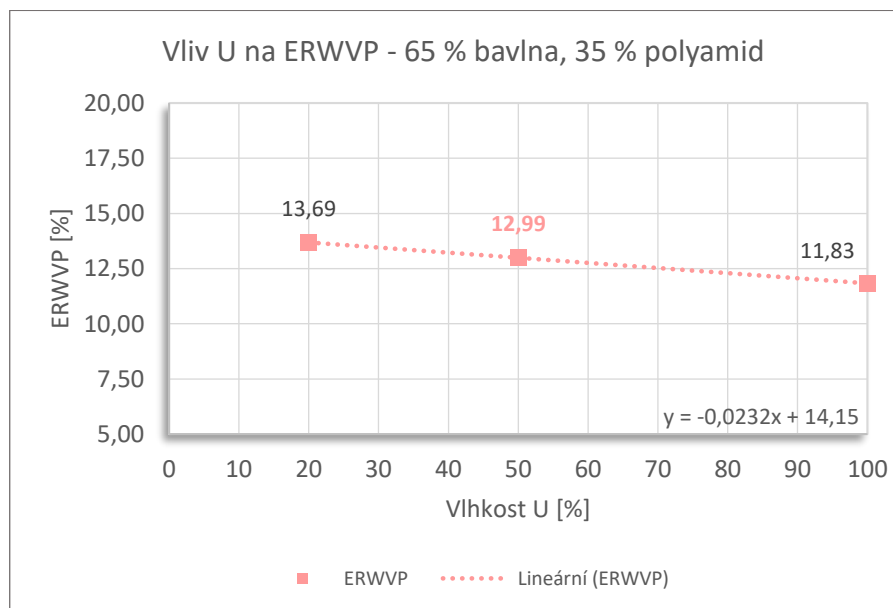


Diagram 10: ERWVP vzorku č. 5

6.1.6 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 6

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 11.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 11:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

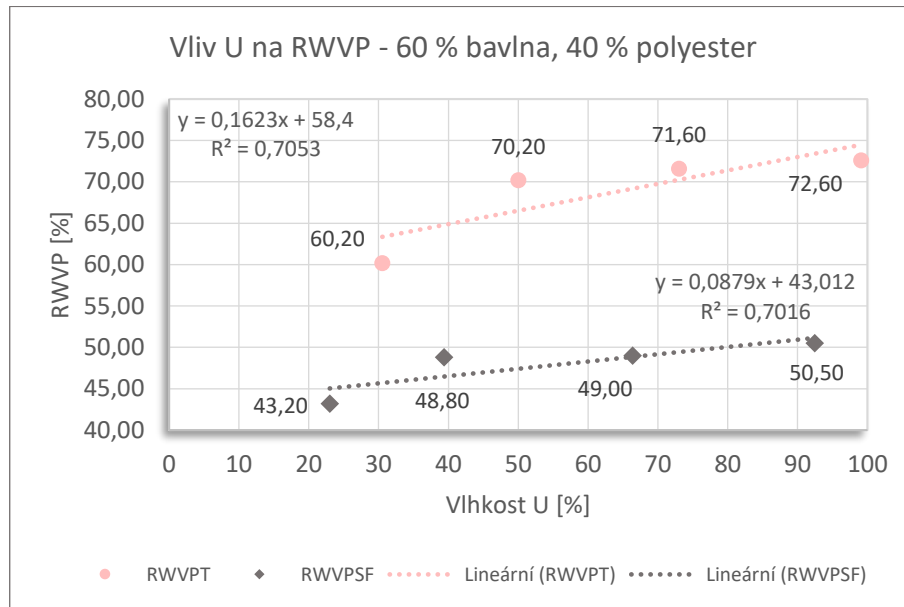


Diagram 11: RWVP vzorku č. 6

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 12.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 12:

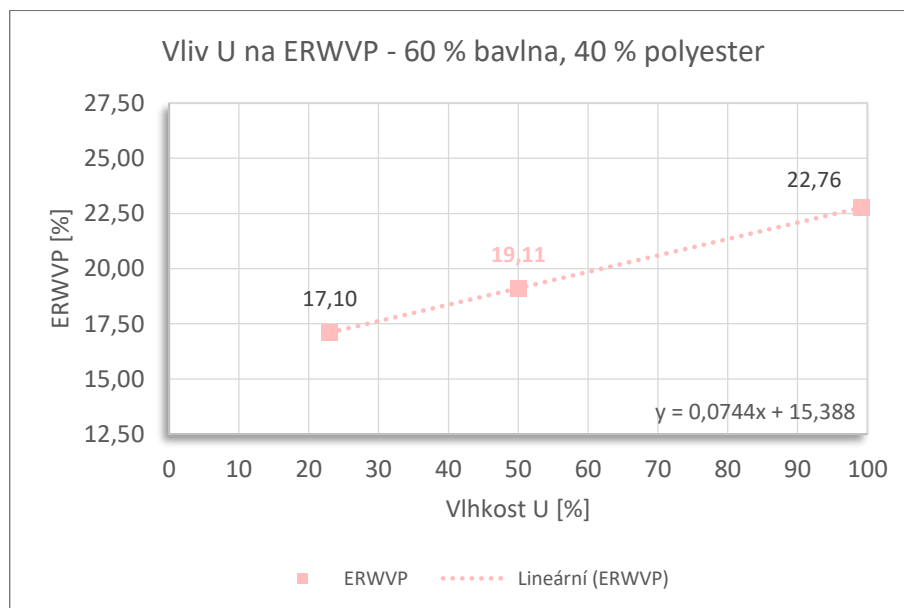


Diagram 12: ERWVP vzorku č. 6

6.1.7 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 7

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 13.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 13:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

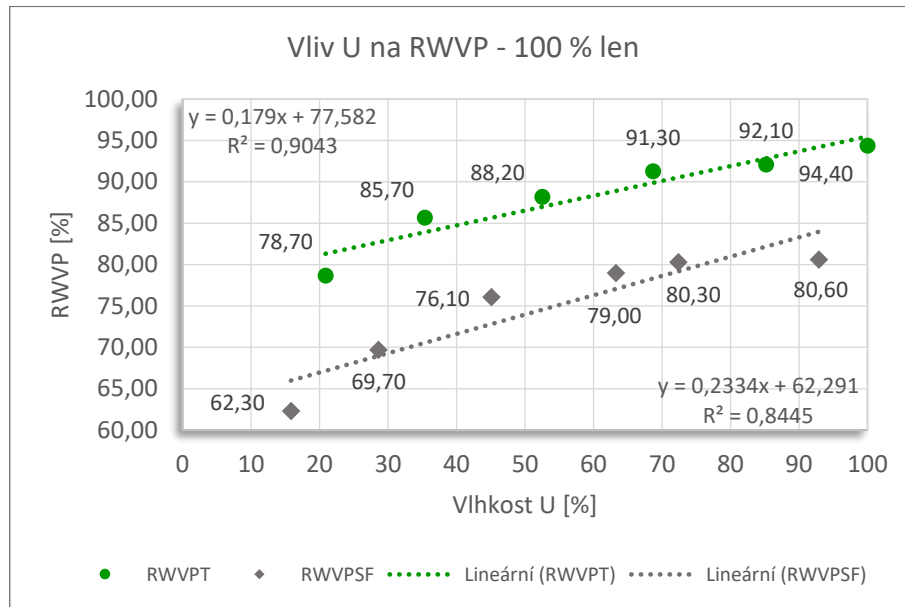


Diagram 13: RWVP vzorku č. 7

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 14.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 14:

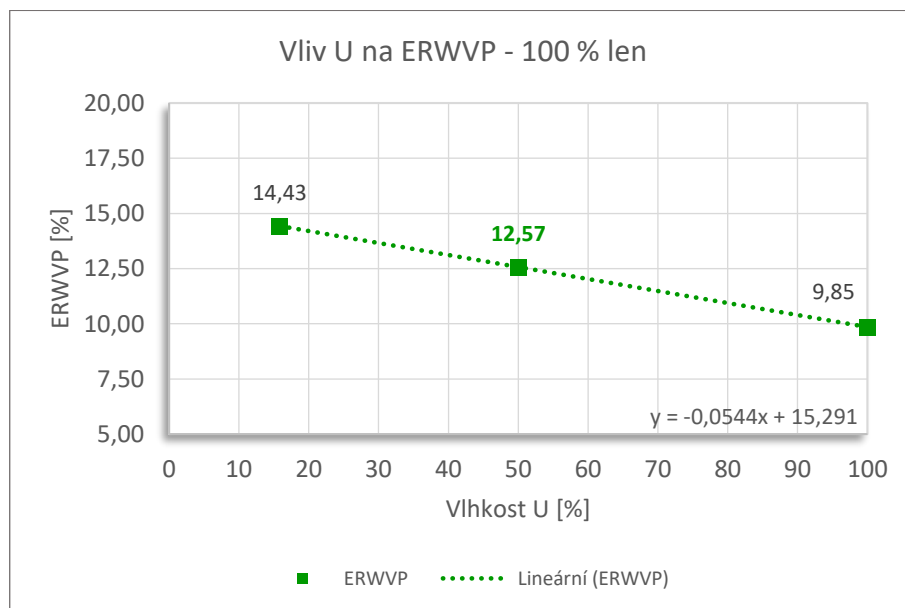


Diagram 14: ERWVP vzorku č. 7

6.1.8 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 8

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 15.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 15:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

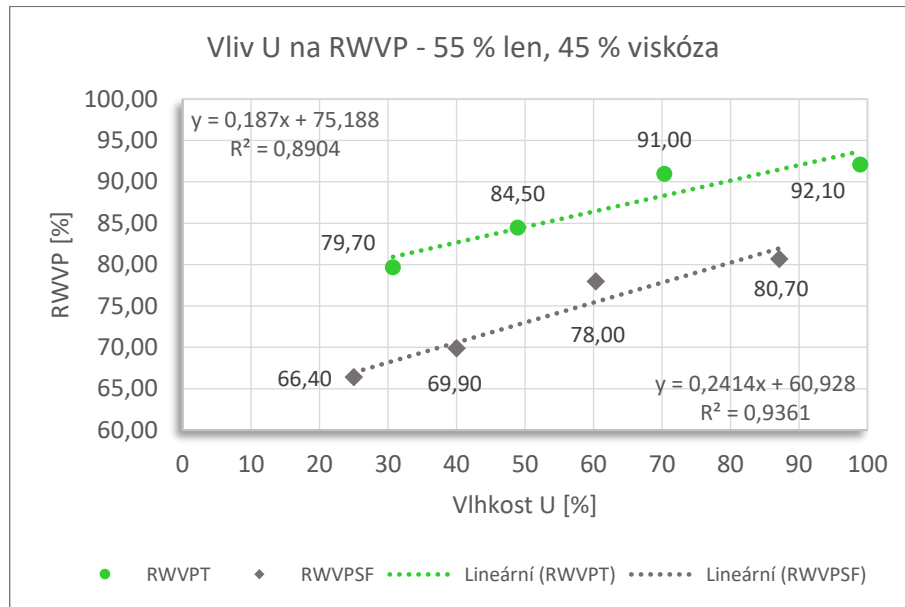


Diagram 15: RWVP vzorku č. 8

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 16.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 16:

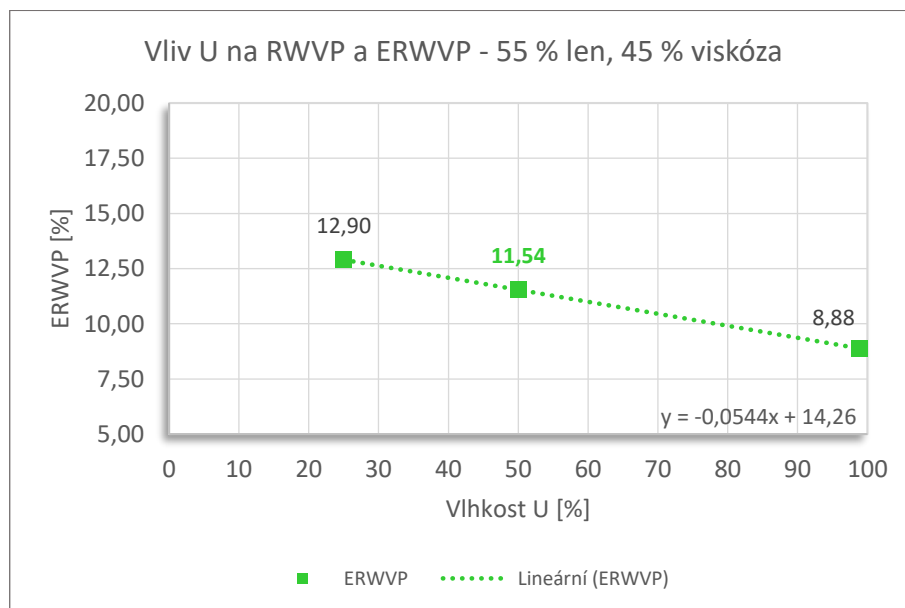


Diagram 16: ERWVP vzorku č. 8

6.1.9 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 9

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 17.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 17:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

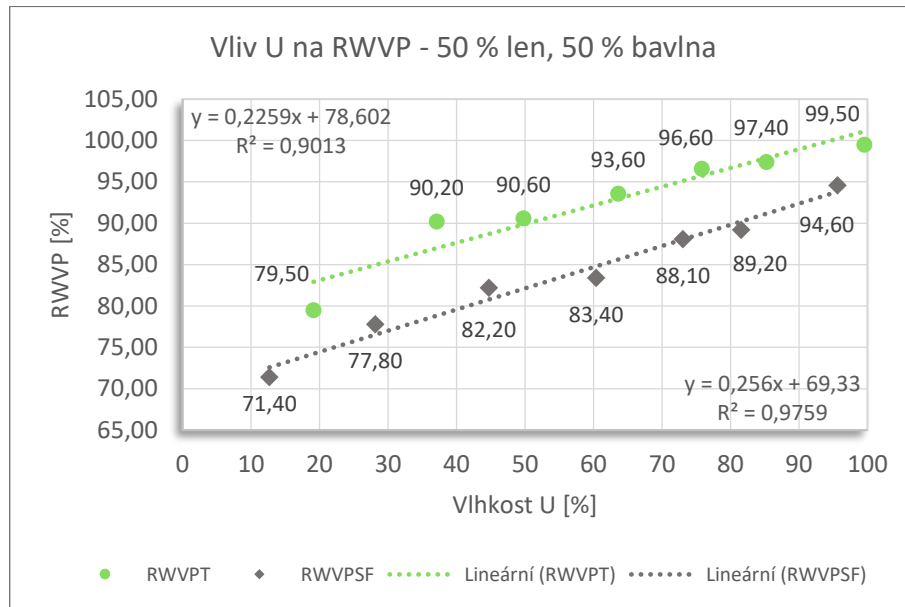


Diagram 17: RWVP vzorku č. 9

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 18.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 18:

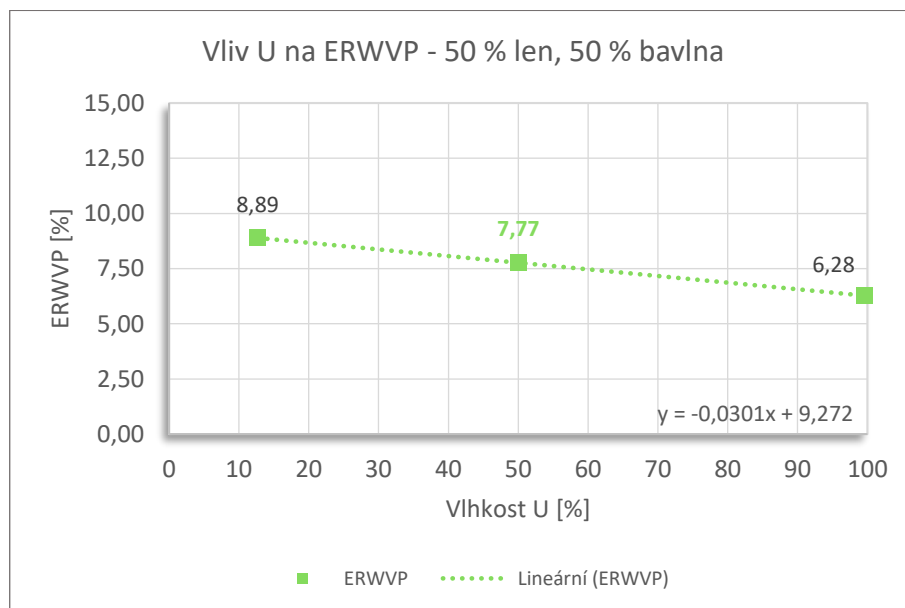


Diagram 18: ERWVP vzorku č. 9

6.1.10 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 10

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 19.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 19:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

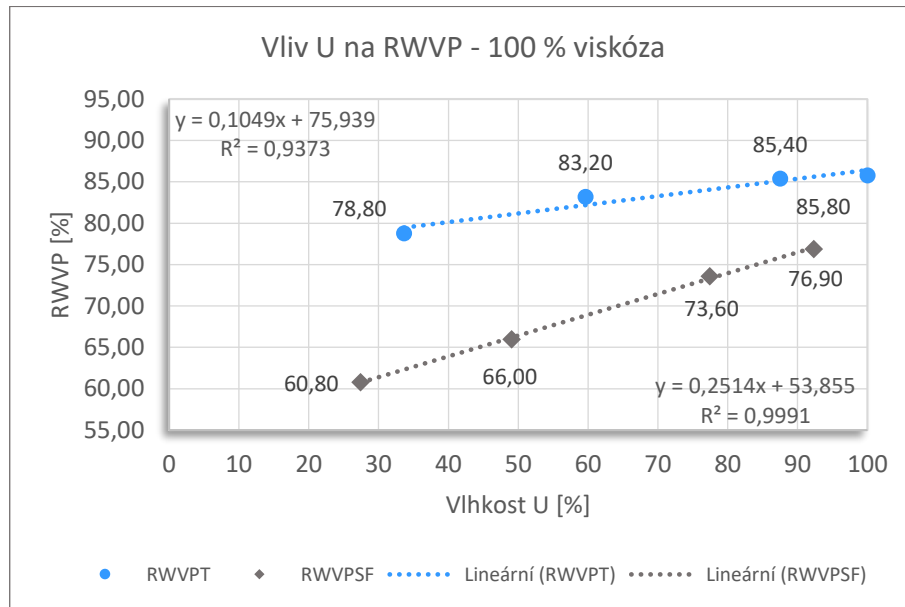


Diagram 19: RWVP vzorku č. 10

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 20.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 20:

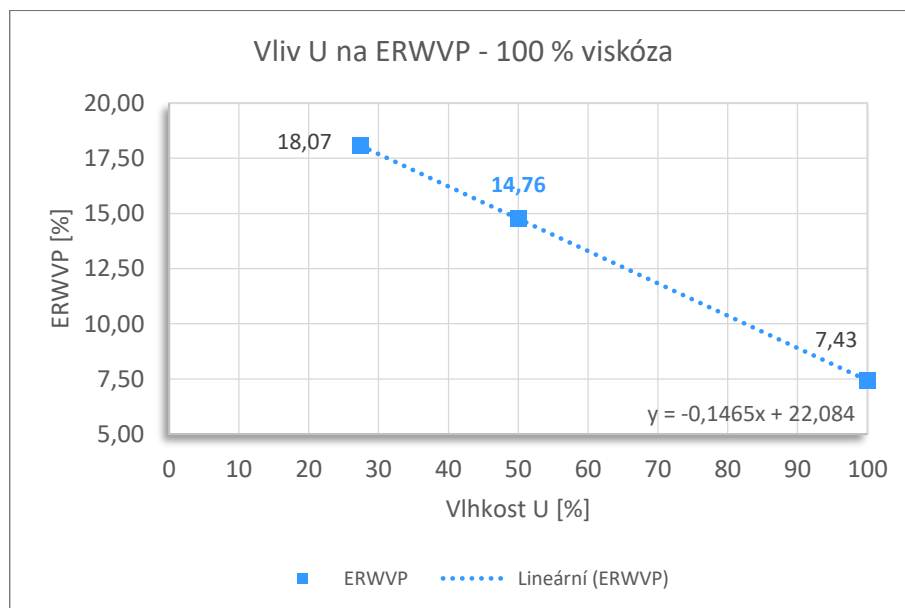


Diagram 20: ERWVP vzorku č. 10

6.1.11 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 11

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 21.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 21:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

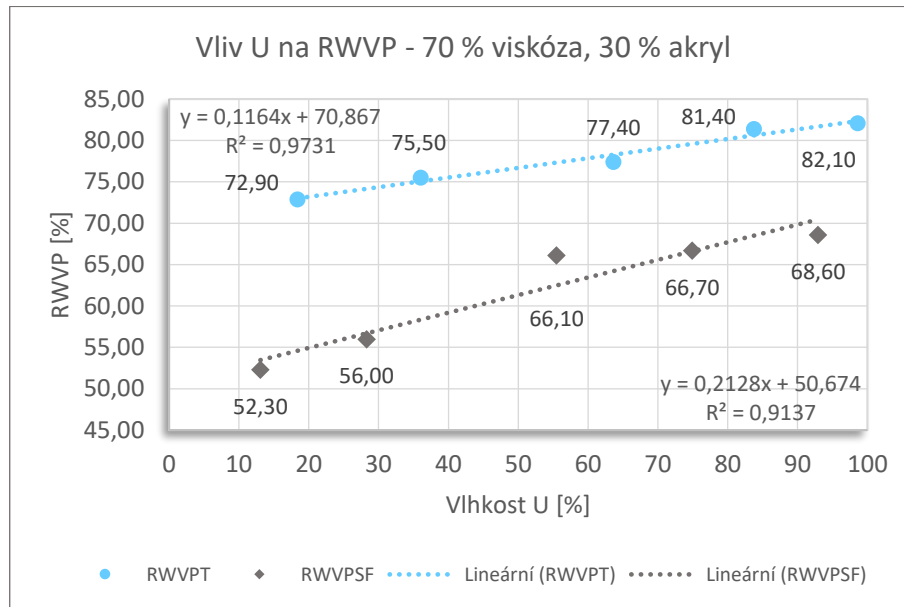


Diagram 21: RWVP vzorku č. 11

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 22.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 22:

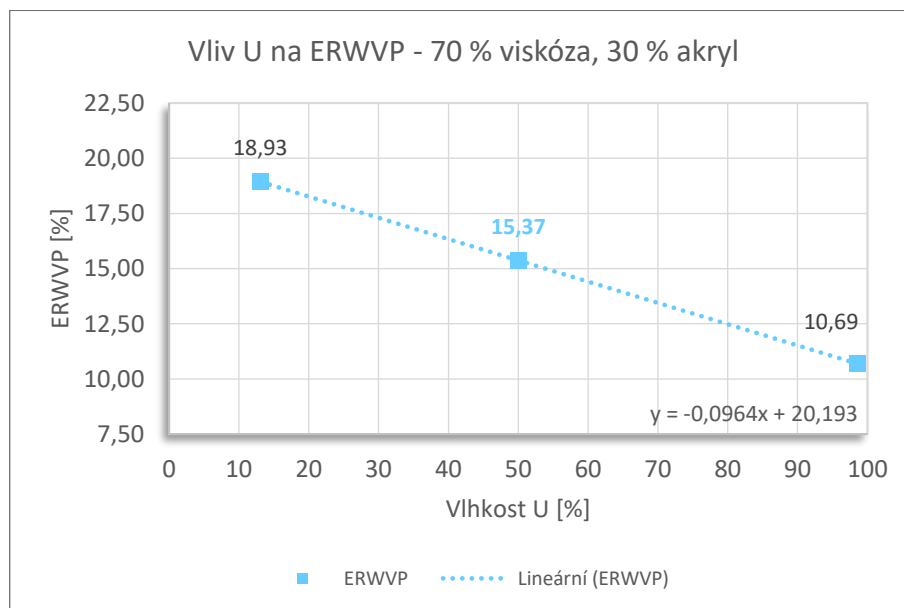


Diagram 22: ERWVP vzorku č. 11

6.1.12 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 12

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 23.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 23:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

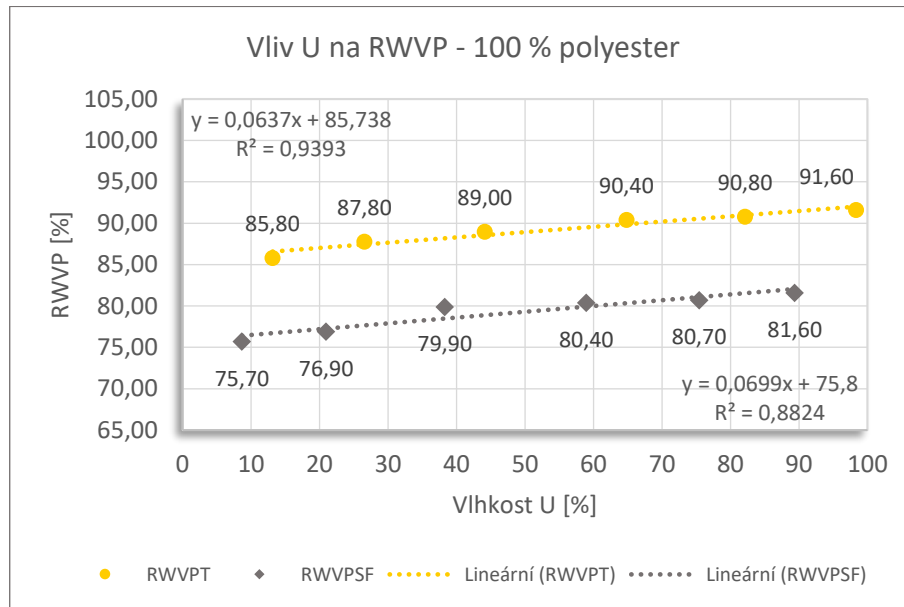


Diagram 23: RWVP vzorku č. 12

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 24.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 24:

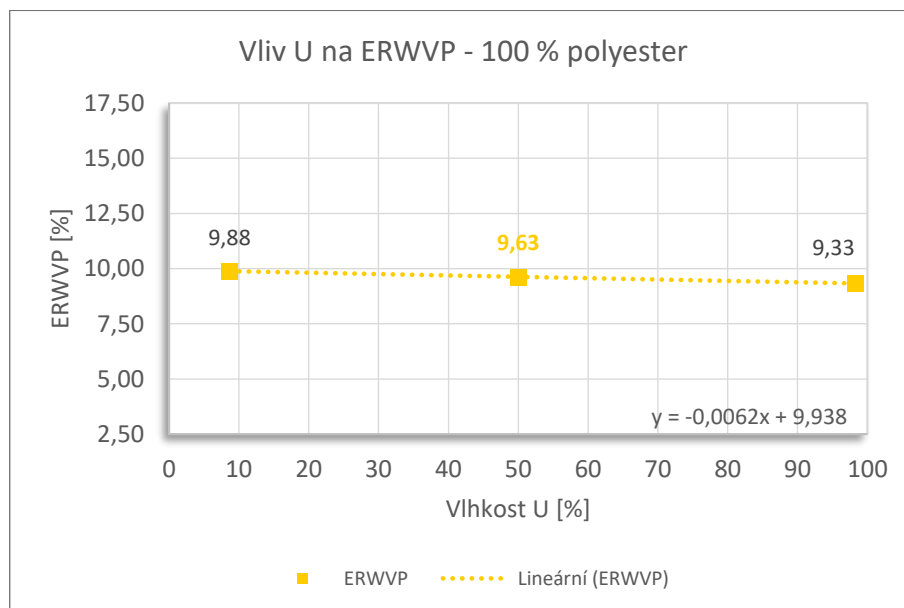


Diagram 24: ERWVP vzorku č. 12

6.1.13 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 13

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 25.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 25:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

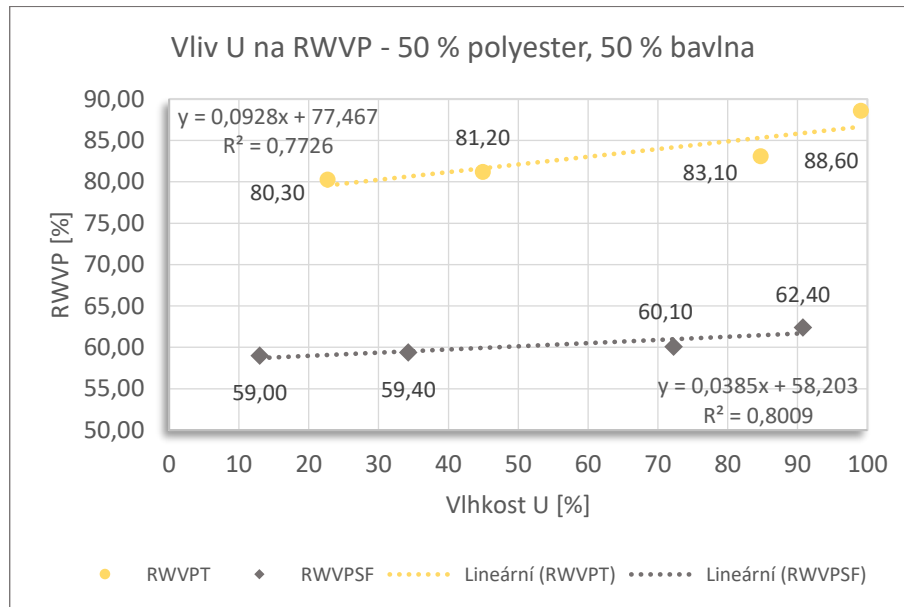


Diagram 25: RWVP vzorku č. 13

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 26.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 26:

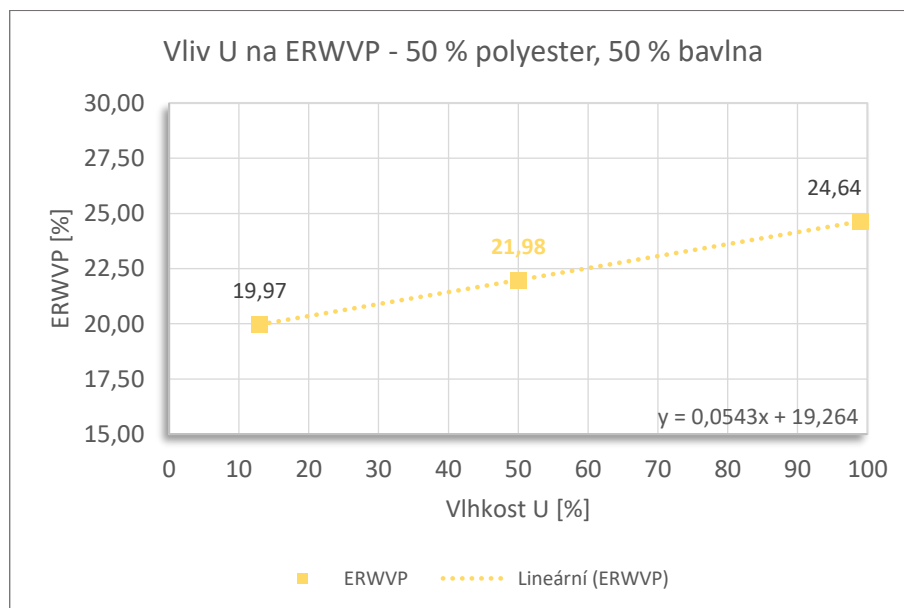


Diagram 26: ERWVP vzorku č. 13

6.1.14 Vliv materiálového složení na RWVP a ERWVP – Vzorek 14

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou zaneseny v příloze 27.

Naměřené hodnoty chladících toků RWVP jsou promítnuty v diagramu 27:

$RWVP_T$ – celkový relativní chladící tok, $RWVP_{SF}$ – chladící tok z povrchu textilie

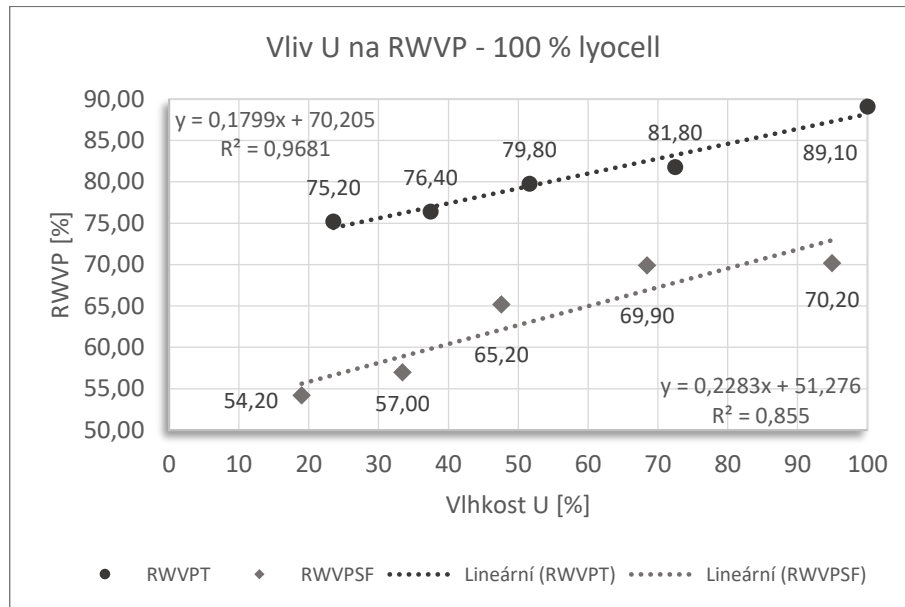


Diagram 27: RWVP vzorku č. 14

Naměřené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 28.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 28:

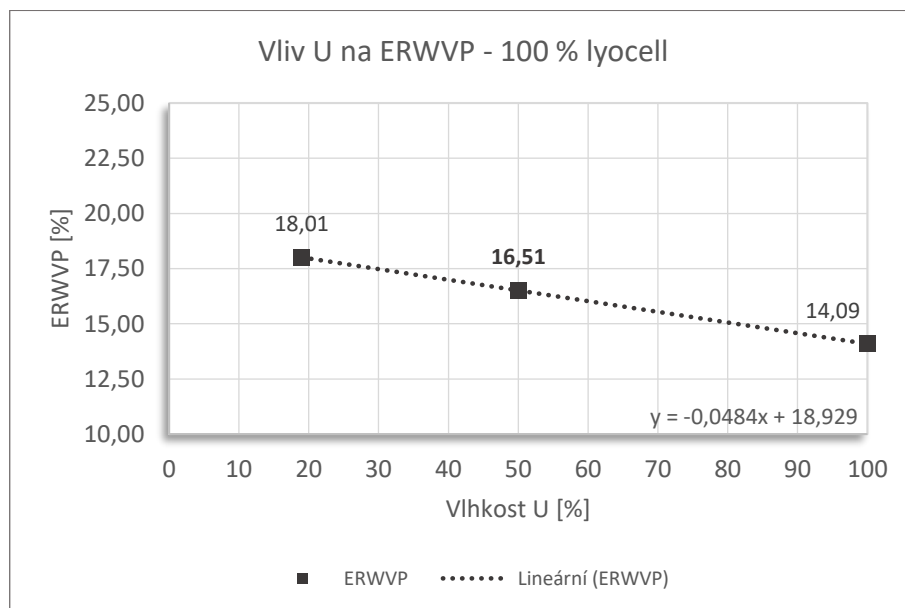


Diagram 28: ERWVP vzorku č. 14

6.1.15 Vyhodnocení vypočtených hodnot ERWVP při 50% vlhkosti

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou zaneseny v příloze 2 až 28.

Vypočtené hodnoty efektivního chladícího toku ERWVP jsou promítnuty v diagramu 29:

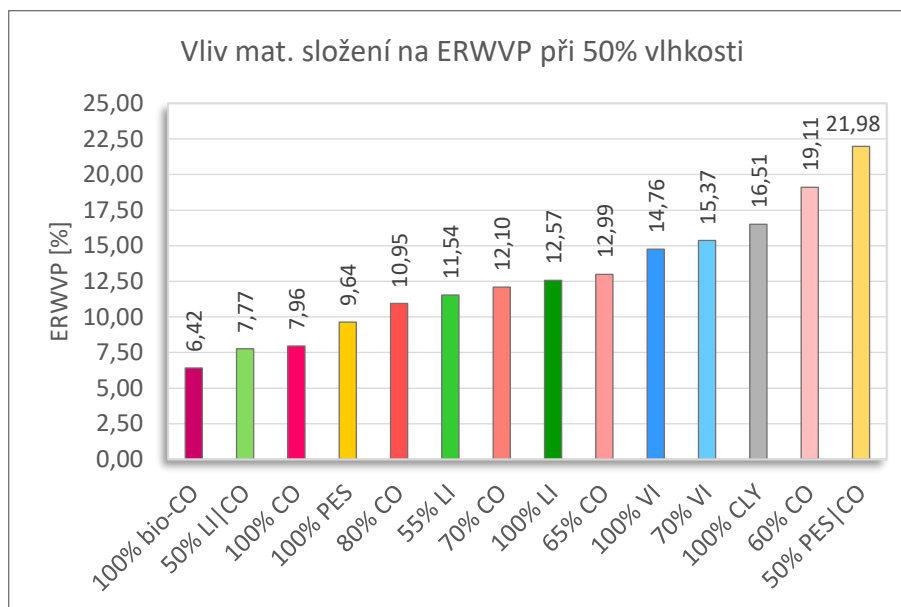


Diagram 29: Vliv materiálového složení na ERWVP při 50% U

Efektivní relativní propustnost pro vodní páry neboli efektivní chladící tok ERWVP při 50% vlhkosti vypovídá o textilií, v jaké míře je schopna propouštět vodní páry v případě již nasáklé vlhkosti do její struktury. Vysoké hodnoty ERWVP znamenají, že textilie je i po zavlhčení velmi dobře propustná pro vodní páry. Naopak nižší hodnoty ERWVP vypovídají o vzorku, že tuto vlastnost nemá, což znamená, že při navlhčení se vlhkost drží ve struktuře textilie a ta pak ulpívá na povrchu textilie ve formě nežádoucích a především nevzhledných potních skvrn.

Z vypočítaných hodnot je patrné, že nejlepší výsledky efektivní propustnosti pro vodní páry při 50% vlhkosti vykazují ty vzorky, které byly zatčány krepovým efektem, v obou případech tento efekt vznikl provázáním dvou nití o různé srážlivost (bavlna a polyester) a následným vysrážením, čímž vznikl zvrásněný povrch. Takto zvlněný povrch má za následek snížení kontaktní plochy textilie, čímž klesá výparný odpor a v závislosti na něm se zvyšuje paropropustnost.

Dalších velmi dobrých hodnot propustnosti pro vodní páry při začínajících diskomfortních podmínkách dosahují všechny textilie, u nichž převládají celulózová vlákna. Těchto výsledků dosahují díky jejich dobré tepelné vodivosti.

Dvou ze tří nejhorších výsledků ERWVP při 50% dosahují vzorky, které obsahují nitě ze 100 % z bavlny. To je způsobeno velkou sorpční schopností bavlněných vláken a zároveň jejich neschopností odvádět vlhkost při trvalém zavlhčení dál do okolí.

Druhého nejhoršího výsledku dosáhl vzorek ze směsi bavlněných a lněných nití, s velmi hrubou, pevnou a celkově těsnou strukturou, která textilií neumožní dostatečný průstup vlhkosti. Stejně tvrzení se dá aplikovat i na vzorek z čistě polyesterových vláken.

Naměřené hodnoty ostatních vzorků nijak nevybočují z průměru.

6.2 Vliv materiálového složení na relativní paropropustnost P

Vliv materiálového složení na relativní paropropustnost P je zkoumán na přístroji PERMETEST. Měření probíhá v laboratorní komoře zajišťující stále klimatické podmínky.

Měření relativní paropropustnosti P (za sucha) probíhá obdobně jako měření paropropustnosti za vlhka RWVP, s tím rozdílem, že se testovaný vzorek nesmáčí ve vodní lázni. Tím nedochází ke změně objemu vody ve vzorku, což znamená, že vzorek není potřeba před každým měřením vážit. Z tohoto důvodu je možné jednotlivá měření opakovat a získat tak i variační koeficient a 95% interval spolehlivosti těchto dat. Jednotlivá měření musí pokaždé probíhat na jiné části testovaného vzorku, z důvodu uchovávacího se tepla ve vzorku od topného tělesa přístroje z předešlého měření.

Průběh měření

Měření probíhá v souladu s normou TUL č. IN 23-304-01/01

Jak bylo uvedeno výše, měření relativní paropropustnosti P se skládá z opakovaného vkládání vzorků do snímací hlavice a sledování hodnot paropropustnosti, která je přístrojem v reálném čase přepočítávaná z rozdílu dvou probíhajících tepelných toků.

Každý vzorek byl měřen 4krát, pokaždé na jiném místě látky tak, aby nedošlo ke zkreslení naměřených dat. Pro ověření přesnosti měření byla v pravidelných intervalech testována referenční textilie. V případě potřeby byla provedena opětovná kalibrace.

Laboratorní podmínky během měření

Teplota: 23,2 °C

Relativní vlhkost: 38 %

Rovnice použité při měření

$$P = \frac{q_v}{q_o} \cdot 100 [\%] \quad (8)$$

Veličiny použité při měření

P	relativní paropropustnost	[%]
q_o	tep. tok procházející měřicí hlavicí nezakrytou vzorkem	[W·m ⁻²]
q_v	tepelný tok procházející měřicí hlavicí zakrytou vzorkem	[W·m ⁻²]

6.2.1 Vyhodnocení naměřených hodnot relativní paropropustnosti P

Naměřené hodnoty relativní paropropustnosti jsou zaneseny v příloze 30.

Naměřené hodnoty relativní paropropustnosti jsou promítnuty v diagramu 30:

Hodnoty 95% intervalu spolehlivosti jsou zobrazeny ve vertikálních úsečkách

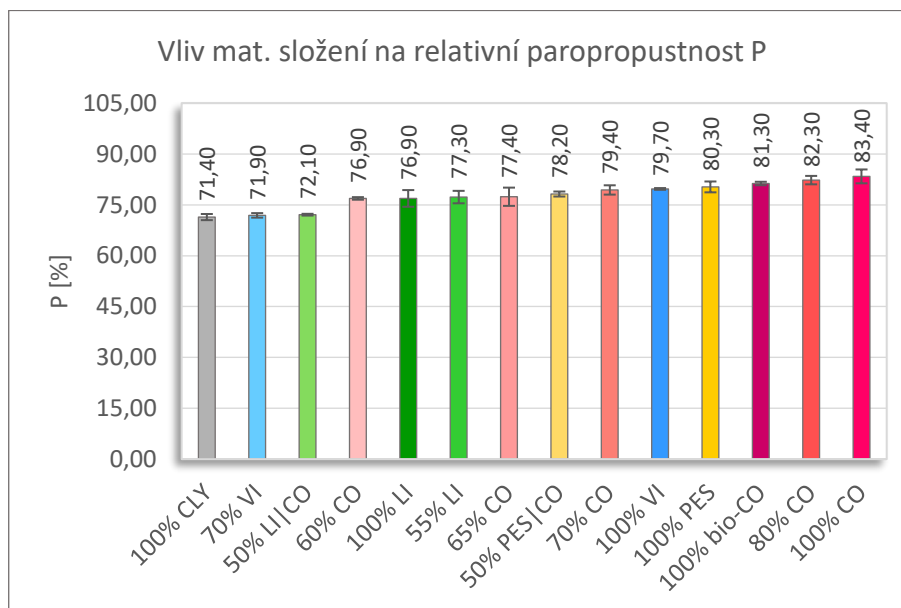


Diagram 30: Vliv materiálového složení na relativní paropropustnost P

Relativní paropropustnost měřená za sucha popisuje vlastnost textilie, v jaké míře je schopna propustit vodní páry, do okamžiku, než dojde k jejímu trvalému zvlhčení. Obecně jsou hodnoty paropropustnosti u košilových tkanin v nenavlhčeném stavu považovány za velmi dobré.

Z naměřených hodnot lze vyvodit, že materiálové složení, ani další proměnné parametry testovaných vzorků, nemají nijak zásadní vliv na relativní paropropustnost P za suchého stavu textilie. Nejnížší naměřená hodnota je od té nejvyšší odlišná pouze o 14 %. I přesto lze tvrdit, že nejlepších hodnot dosahují tři vzorky s nejvyšším poměrem bavlněných vláken obsažených v tkanině. Tento fakt je zapříčiněn velmi malým výparným odporem bavlněných tkanin.

Nejmenších, byť stále velice dobrých hodnot paropropustnosti, dosahují vzorky s velmi těsnou strukturou, která textiliu neumožňuje dostatečný prostup vlhkosti.

Závislost krepového efektu tkaniny na paropropustnost měřenou za sucha není, na rozdíl od paropropustnosti měřené za vlhka, z naměřených hodnot prokazatelná.

6.3 Vliv materiálového složení na výparný odpor R_{et}

Vliv materiálového složení na výparný odpor R_{et} je zkoumán na přístroji PERMETEST. Měření probíhá v laboratorní komoře zajišťující stále klimatické podmínky.

Princip měření výparného odporu R_{et} je totožný s měřením relativní paropropustnosti P , s tím rozdílem, že se na přístroji sledují hodnoty výparného odporu R_{et} , které rovněž přístroj přepočítává z hodnot dvou probíhajících tepelných toků.

Za vlhkého stavu se výparný odpor neměří.

Měření probíhá v souladu s normou TUL č. IN 23-304-01/01

Průběh měření

Měření probíhá zároveň s měřením relativní paropropustnosti.

Laboratorní podmínky během měření

Teplota: 23,2 °C

Relativní vlhkost: 38 %

Rovnice použité při měření

$$R_{et} = (P_m - P_a) \cdot (q_v^{-1} - q_o^{-1}) [Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}] \quad (9)$$

Veličiny použité při měření

P_a	parciální tlak vodní páry ve zkušebním prostoru	[Pa]
P_m	nasyčený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavice	[Pa]
R_{et}	výparný odpor	[Pa·m ² ·W ⁻¹]
q_o	tepelný tok procházející měřicí hlavicí nezakrytou vzorkem	[W·m ⁻²]
q_v	tepelný tok procházející měřicí hlavicí zakrytou vzorkem	[W·m ⁻²]

6.3.1 Vyhodnocení naměřených hodnot výparného odporu R_{et}

Naměřené hodnoty výparného odporu jsou zaneseny v příloze 31.

Naměřené hodnoty výparného odporu jsou promítnuty v diagramu 31:

Hodnoty 95% intervalu spolehlivosti jsou zobrazeny ve vertikálních úsečkách

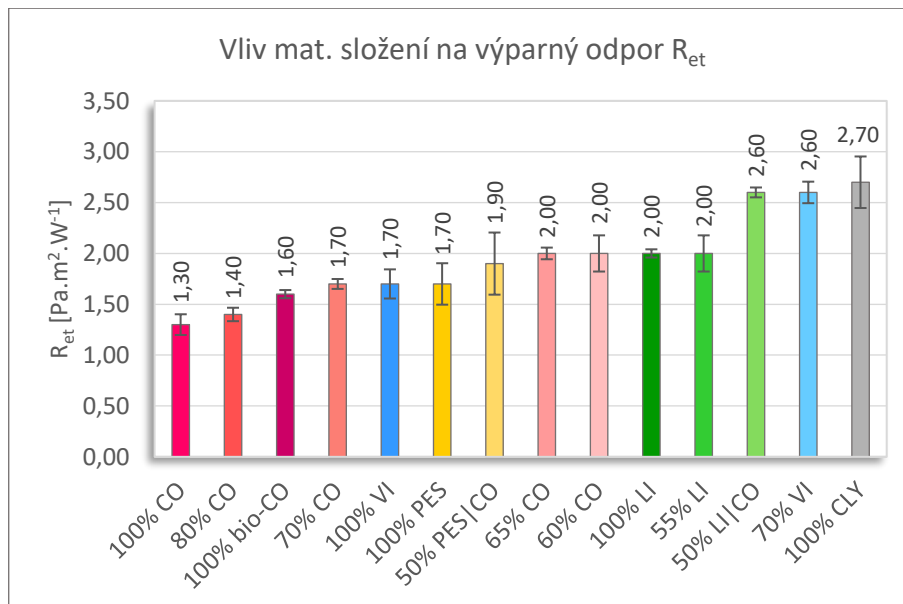


Diagram 31: Vliv materiálového složení na výparný odpor R_{et}

Hodnota výparného odporu vypovídá o textílii, v jaké míře její struktura brání v přenosu vlhkosti, zjednodušeně se dá tvrdit, že s klesajícím výparným odporem roste relativní paropropustnost.

Ze znalosti dříve zmíněné klasifikace paropropustnosti v závislosti na výparném odporu, která definuje všechny hodnoty $R_{et} < 6$ jako hodnoty velmi malého výparného odporu, lze obecně považovat všechny testované vzorky za velmi paropropustné. Výparný odpor není, kvůli kolísajícímu odporu v mezní vrstvě, reverzní hodnotou paropropustnosti, avšak velmi se této závislostní křivce přibližuje.

Z naměřených hodnot lze vyzorovat, že nejmenšího odporu proti přenosu vlhkosti za suchého stavu dosahují textilie s největším podílem bavlněných vláken, což reflektuje i nejvyšší hodnoty paropropustnosti za sucha (nikoliv však při zavlhčení). To znamená, že bavlna je ideální při podmínkách minimální fyzické aktivity, kdy nedochází k trvalému zavlhčení textilie.

Z testovaných vzorků největšího, byť obecně stále velice malého odporu, dosahují vzorky s velmi těsnou strukturou z celulózových a lněných vláken, která má za následek větší kontaktní plochu a tedy větší výparný odpor.

Závislost krepového efektu tkaniny na výparný odpor taktéž není z naměřených hodnot prokazatelná.

6.4 Vliv materiálového složení na tepelnou jímavost b_T

Vliv materiálového složení na tepelnou jímavost b_T je zkoumán na přístroji ALAMBETA. Měření probíhá v laboratoři, při stálých klimatizovaných podmínkách.

Měření tepelné jímavosti b_T , či tepelného omaku, spočívá ve sledování množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu v izotermním pracovním prostředí.

Měření probíhá v souladu s normou TUL č. IN 23-304-02/01

Průběh měření

Jelikož je přístroj Alambeta poloautomatickým zařízením, skládá se měření z jednoduchých úkonů. Po zapnutí přístroje se po pár chvílích automaticky spustí měřící hlavice a provede kalibraci snímačů. Pro dosažení nejstabilnějšího měření je doporučeno zařízení nechat 30 minut zapnuté a po následném restartování znovu provést kalibraci.

Samotné měření spočívá pouze ve vkládání jednotlivých vzorků mezi podložku a měřící hlavici přístroje. Veškeré další měřící a mechanické operace zajišťuje aparát sám.

Pro docílení nej přesnějších naměřených hodnot jednotlivých vzorků se veškerá měření na přístroji Alambeta (s výjimkou měření vlhkostní jímavosti b_T) prováděla na zdvojené vrstvě jednotlivých vzorků, a to z důvodu malé tloušťky těchto tkanin, skrz které prostoupí příliš velké množství tepla, které způsobuje přehřívání přístroje, a z toho vyplývající chybové hlášky a degradace naměřených hodnot.

Každý vzorek byl měřen 5krát, pokaždé na jiném místě textilie tak, aby nedošlo ke zkreslení naměřených dat. Protože je možné každé měření na Alambetě opakovat, lze tak provést statistické šetření a získat tak variační koeficient a 95% interval spolehlivosti těchto dat. Vzorky se vkládají rubem vzhůru, směrem k měřící hlavici.

Pro ověření přesnosti měření byla v pravidelných intervalech testována referenční textilie a prováděna kalibrace.

Laboratorní podmínky během měření

Teplota: 22,5 °C

Relativní vlhkost: 43 %

Rovnice použité při měření

$$b_T = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} [W \cdot m^{-2} \cdot s^{\frac{1}{2}} \cdot K^{-1}] \quad (7)$$

Veličiny použité při měření

b_T	tepelná jímavost	$[W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}]$
λ	měrná tepelná vodivost	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
ρc	tepelná kapacita	$[J \cdot m^{-3}]$

6.4.1 Vyhodnocení naměřených hodnot tepelné jímavosti b_T

Naměřené hodnoty tepelné jímavosti jsou zaneseny v příloze 32.

Naměřené hodnoty tepelné jímavosti jsou promítnuty v diagramu 32:

Hodnoty 95% intervalu spolehlivosti jsou zobrazeny ve vertikálních úsečkách

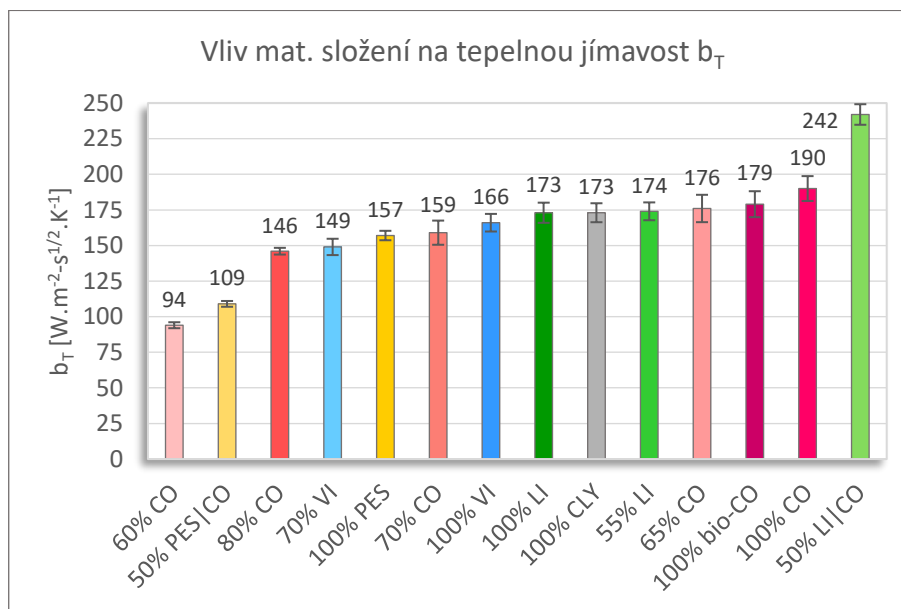


Diagram 32: Vliv materiálového složení na tepelnou jímavost b_T

Tepelná jímavost popisuje tepelně-kontaktní vjem při dotyku pokožky s textilií, tedy tepelný omak. Čím vyšší jsou hodnoty tepelné jímavosti b_T , tím dochází k chladnějšímu pocitu při kontaktu s textilií. S klesajícími hodnotami textilie dosahuje teplejšího omaku.

Z vypočítaných hodnot lze vyvodit, že nejnižších hodnot tepelné jímavosti a tedy nejpříjemnějšího nejteplejší omaku při kontaktu s pokožkou dosahují ty vzorky, které byly zatčány s krepovým efektem. Tyto nízké hodnoty jsou zapříčiněny zvlněnou strukturou textilie, což má za následek zvýšení měrné teplotní vodivosti vzorku, tedy schopnosti textilie, rychleji vyrovnávat teplotu, to znamená, že se teplo v textilii udrží déle, a to i při vychladnutí zdroje tepla.

Dále lze tvrdit, že teplejší omak vykazují všechny vzorky s nitěmi z chemických vláken, a to jak z přírodního, tak i ze syntetického polymeru. To je způsobeno vlastností chemických vláken dobře vést teplo jak v podélném, tak i v příčném směru.

Nejstudenějšího omaku v závislosti na materiálovém složení dosahují obě textilie z čistě bavlněných vláken, protože v příčném směru tato vlákna vedou teplo až 5násobně méně, než v podélném směru.

Od všech vzorků se svými vysokými hodnotami tepelné jímavosti vysoce odchyľuje vzorek č. 9. Tato odchylka je způsobena velice hrubým povrchem textilie, s použitím 50 % lněných vláken, které obecně mají studený tepelně-kontaktní vjem.

6.5 Vliv materiálového složení na vlhkostní jímavost b_v

Vliv materiálového složení na vlhkostní jímavost b_v je zkoumán na přístroji ALAMBETA. Měření probíhá v laboratoři, při stálých klimatizovaných podmínkách.

Měření vlhkostní jímavosti b_v spočívá v principu simulace potního impulsu při současném sledování množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu.

Při měření vlhkostní jímavosti, (na rozdíl od tepelné jímavosti, jejíž měření probíhá bez ztráty tepla vlivem izotermního pracovního prostředí), dochází po vložení navlhčené textilie k úniku tepla a vlhkosti v rovině textilie.

Měření probíhá v souladu s normou TUL č. IN 23-304-02/01

Průběh měření

Pro měření vlhkostní jímavosti byla použita pouze jedna vrstva textilie, a to z důvodu použití navlhčené coolmax pleteniny simulující model vlhké pokožky.

Pro měření vlhkostní jímavosti je nutné si připravit vzorek coolmax pleteniny, na který se před každým měřením aplikuje směs 0,3 ml vody a 1 % detergentu. Směs se aplikuje z těsné blízkosti přímo do struktury pleteniny. Po aplikaci tohoto roztoku je nutné čekat 1 min, aby došlo k dostatečnému a rovnoměrnému rozptýlení vlhkosti do struktury vzorku. Po tomto časovém intervalu se vloží testovaný vzorek do přístroje a na něj se volně položí navlhčená coolmax pletenina, do středu pod měřící hlavici a přístroj se spustí.

Kontaktem suché textilie s navlhčenou coolmax pleteninou dochází k přírůstku tepla z absorbované vlhkosti daného vzorku. Vznikající teplo je následně ze spodního povrchu vzorku vedením odváděno do keramické desky pod ním.

Každý vzorek byl měřen 3krát, pokaždé na jiném místě textilie tak, aby nedošlo ke zkreslení naměřených dat. Vzorky jsou vkládány rubem vzhůru, směrem k měřicí hlavici. Coolmax pletenina se vkládá na rubní stranu vzorku. Statistické šetření naměřených dat je uvedeno v přílohové části.

Pro ověření přesnosti měření byla v pravidelných intervalech testována referenční textilie a prováděna kalibrace.

Laboratorní podmínky během měření

Teplota: 23,1 °C

Relativní vlhkost: 42 %

Rovnice použité při měření

$$b_V = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} [W \cdot m^{-2} \cdot s^{\frac{1}{2}} \cdot K^{-1}] \quad (7)$$

Veličiny použité při měření

b_V	vlhkostní jímavost	$[W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}]$
λ	měrná tepelná vodivost	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
$\rho \cdot c$	tepelná kapacita	$[J \cdot m^{-3}]$

6.5.1 Vyhodnocení naměřených hodnot vlhkostní jímavosti b_v

Naměřené hodnoty vlhkostní jímavosti jsou zaneseny v příloze 33.

Naměřené hodnoty vlhkostní jímavosti jsou promítnuty v diagramu 33:

Hodnoty 95% intervalu spolehlivosti jsou zobrazeny ve vertikálních úsečkách

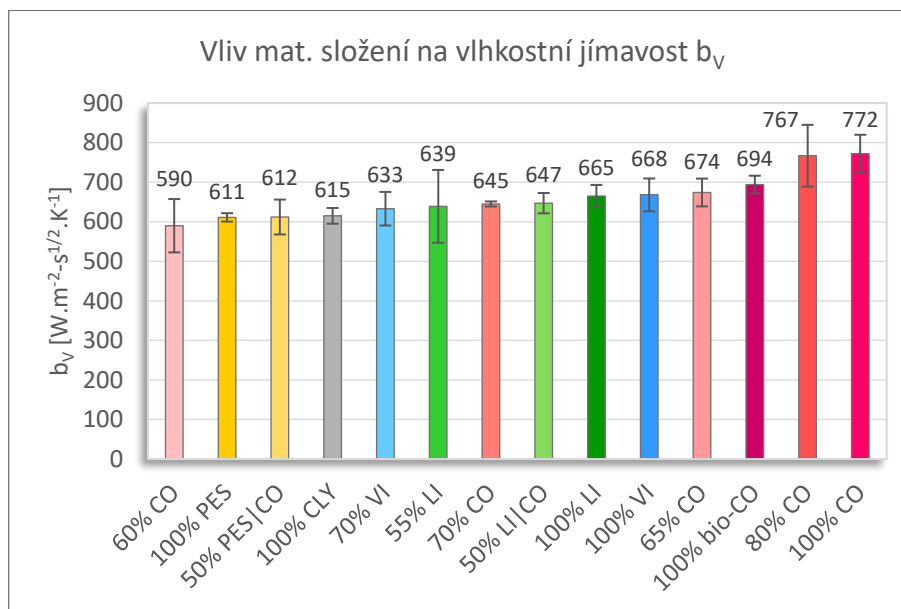


Diagram 33: Vliv materiálového složení na vlhkostní jímavost b_v

Vlhkostní jímavost vypovídá o textilií, v jaké míře je schopná odvést vlhkost od místa vzniku potu do míst, kde je potních žláz daleko méně a kde díky větší ploše těchto míst dochází k několikanásobně většímu odparu, což zapříčiní daleko rychlejší odvod vlhkosti. Vysoké hodnoty vlhkostní jímavosti vypovídají o textilií, že při zavlhčení nedochází k dostatečnému odporu vlhkosti, čímž roste tepelná kapacita a uživatel registruje pocit chladu (vlhka). Naopak pokud vzorky vykazují dobrou schopnost odvádět vlhkost, tepelná kapacita se snižuje a nastává teplý (suchý) pocit během nošení oděvu.

Z naměřených hodnot lze vyvodit, že nejrychlejší odvod vlhkosti do okolí probíhá ve vzorcích, jež byly zatkány s krepovým efektem. Tyto nízké hodnoty jsou zapříčiněny zvlněnou strukturou textilie, čímž se snižuje kontaktní plocha textilie a tím pádem i její kontaktní odpor a dochází tak k snadnějšímu odvodu vlhkosti.

Velice dobré hodnoty vlhkostní jímavosti vykazují vzorky z chemických vláken, a to z důvodu již dříve zmíněné schopnosti polymerních vláken rovnoměrně distribuovat teplo v podélném i příčném směru.

Vyšších hodnot vlhkostní jímavosti dosahují textilie z převážně lněných vláken, to je zapříčiněno jejich obecně studeným omakem a hrubou nerovnoměrnou strukturou.

Nejhorší a tím pádem nejpomalejší odvod vlhkosti do okolního prostředí při zavlhčeném stavu textilie vykazují vzorky s nejvyšším poměrem bavlněných vláken. To znamená, že po navlhčení (při zpcení) košile z bavlněných vláken vlhkost drží a nedokáže jí dostatečně rychle odvést do okolního prostředí a vznikají tak nežádoucí potní skvrny.

6.6 Vliv materiálového složení na celkový komfort iK

Pro určení celkového komfortu při nošení košile během nadměrného pocení, tedy při diskomfortních podmínkách začínajících při 50% vlhkosti textilie, bylo nezbytné zavést tzv. index celkového komfortu iK . Tento komfortní parametr byl zaveden profesorem Lubošem Hesem pouze pro účely tohoto experimentu.

Tento nově založený komfortní parametr popisuje vliv materiálového složení na celkový komfort při nošení košile během nadměrného pocení, zohledňuje tedy všechna dřívě provedená měření za vlhkého stavu textilie, přesněji se jedná o poměr efektivní relativní propustnosti pro vodní páry ERWVP při 50% vlhkosti a vlhkostní jímavosti.

Kombinací těchto komfortních vlastností vzorku lze o textilií získat informaci, v jaké míře je schopna propouštět vodní páry i při zavlhčeném stavu a jak rychle dokáže tuto vlhkost odvést dál do okolního prostředí.

Rovnice použité při výpočtu

$$iK = \frac{ERWVP_{U50}}{\frac{b_V}{b_{Vmax}}} [-] \quad (14)$$

Veličiny použité při výpočtu

b_V	Vlhkostní jímavost	$[W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}]$
b_{Vmax}	Maximální vlhkostní jímavost	$[W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}]$
ERWVP	Efektivní propustnost pro vodní páry	[%]
ERWVP _{U50}	Efektivní propustnost pro vodní páry při 50% U	[%]
iK	Index komfortu během nošení	[-]
U	Vlhkost	[%]

6.6.1 Vyhodnocení vypočítaných hodnot celkového komfortu iK

Vypočítané hodnoty celkového komfortu jsou zaneseny v příloze 34.

Vypočítané hodnoty celkového komfortu jsou promítnuty v diagramu 34:

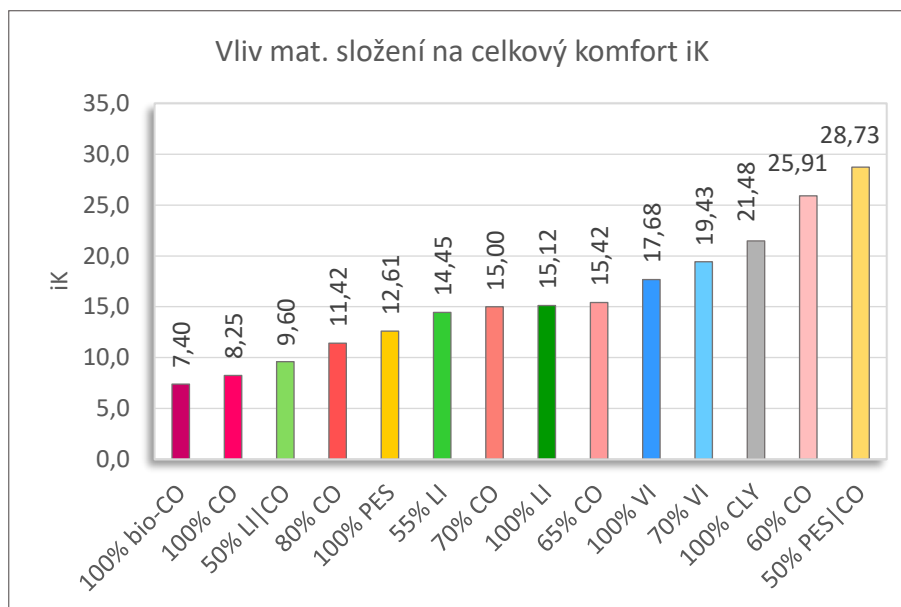


Diagram 34: Vliv materiálového složení na celkový komfort iK

Jak bylo uvedeno dříve, index celkového komfortu zohledňuje schopnost textilie propouštět vodní páry při vlhkém stavu (při zpcení) a zároveň rychlost, jakou dokáže tuto vlhkost odvádět do okolního prostředí. Nejvyšší hodnoty indexu komfortu iK odpovídají nejlepšímu komfortu při nošení košile během nadměrného pocení a naopak.

Z vypočítaných hodnot lze určit, že nejlepší volbou do podmínek evokující nadměrné pocení jsou takové košile, které jsou zatkány krepovým efektem, tedy ty které mají zvlněný povrch, jež je v obou případech docílen provázáním bavlněných a polyesterových nití, což má za následek jedinečné komfortní vlastnosti. Textilie s tímto efektem se pyšní jak největší propustností pro vodní páry při zavlhčení textilie, tak zároveň nejrychlejším odvodem vlhkosti do okolí.

Vyšších hodnot celkového komfortu dosahují všechny textilie celulókových viskózových a lyocellových vláken, což je převážně zapříčiněno jejich velmi dobrou paropropustností při zavlhčeném stavu.

Horších výsledků dosahují textilie tvořeny z primárně lněných vláken a obecně textilie s těsnější a hrubší strukturou tkaniny, což je způsobeno větším výparným odporem.

3 ze 4 nejhorších výsledků celkového komfortu dosahují textilie s nejvyšším poměrem bavlněných vláken. Tento fakt je způsoben velice pomalým odvodem vlhkosti do okolního prostředí, jakmile tato vlákna nasáknou vodu (pot).

Mezi tyto velmi špatné hodnoty celkového komfortu se vměstnal vzorek ze směsi lněných a bavlněných vláken s velmi těsnou a hrubou strukturou, která zabraňuje dostatečnému prostupu vlhkosti skrz textilií.

7. Závěr

Dle naměřených a vypočítaných hodnot vyplývá, že vliv materiálového složení na celkový termofyziologický komfort při nadměrném pocení je podřízen povrchovému efektu textilie. I tak jsou ale rozdíly mezi jednotlivými materiálovými variacemi znatelné a rozhodně se doporučuje druh materiálu při výběru košile zohlednit.

Z naměřených hodnot přímo vyplývá, že člověk trpící potížemi s nadměrným pocením by měl věnovat svou pozornost již zmíněnému povrchu textilie, v našem případě krepovému efektu, který ve všech ohledech vyniká nejlepšími termofyziologickými vlastnostmi během nošení, a to i při diskomfortních podmínkách, jakým je nadměrné pocení. To znamená, že košile s tímto povrchovým efektem dokáží ve velké míře a hlavně velice rychle odvádět vlhkost od pokožky, přes textili, dál do okolního prostředí a zabraňují tak tvorbě nežádoucích potních skvrn na povrchu textilie.

Velmi komfortně se bude uživatel cítit rovněž v košilích z celulózových viskózových a lyocellových vláken a to díky schopnosti těchto vláken ve velké míře propouštět vlhkost skrz textili. Rychlost odparu vlhkosti je u celulózových vláken taktéž velmi dobrá a tak je i menší pravděpodobnost, že se na košilích z těchto vláken budou tvořit potní skvrny.

Naopak košile z primárně bavlněných vláken, byť na trhu s košilemi dosahují nejčastějšího zastoupení, jsou tou nejhorší možnou volbou pro uživatele s problémy nadměrného pocení. Bavlněné košile sice vynikají svými unikátními komfortními vlastnostmi při podmínkách minimální fyzické zátěže, tedy za suchého stavu, avšak pokud dojde k jejich trvalému navlhčení, dochází k degradaci těchto komfortních vlastností, čímž se bavlněné košile stávají velmi nepříjemnými během nošení. Tyto košile pak zanechávají na povrchu textilie velmi výrazné potní stopy.

Nepříliš komfortně se bude uživatel cítit taktéž v košilích z lněných vláken, což je částečně způsobeno jejich obecně chladným a hrubým omakem.

Experiment lze uzavřít následujícím tvrzením:

Pokud se nadměrně potíte, vyhněte se čistě bavlněným košilím a sáhněte spíše po košilích z chemických vláken, či po těch se zvlněným povrchem. V případě, že potížemi s nadměrným pocením netrpíte, lze doporučit setrvání u košil z bavlněných vláken.

Seznam použité literatury

- [1] HES, Luboš a SLUKA, Petr. *Úvod do komfortu textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0.
- [2] PAŘILOVÁ, Hana. *Typologie tkanin – textilní zbožíznalství*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011. ISBN 978-80-7372-674-4.
- [3] STANĚK, Jaroslav. *Textilní zbožíznalství – Vláknenné suroviny, příze, nitě*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006. ISBN 80-7372-147-3.
- [4] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna – Klasická a speciální*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 80-7083-644-X.
- [5] ARORA, Sanjay a PARGAIN, Sanjay. *Man-Made Fibers Continue To Grow* [online]. 2015 [cit. 2018-11-14]. Dostupné z: <https://www.textileworld.com/textile-world/fiber-world/2015/02/man-made-fibers-continue-to-grow/>
- [6] RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. *Oděvní materiály*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003. ISBN 80-7083-682-2
- [7] PILLER, Bohumil a LEVINSKÝ, Otto. *Malá encyklopedie textilních materiálů*. 2. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1982.
- [8] DOSTALOVÁ, Mirka a KŘIVÁNKOVÁ, Mária. *Základy textilní a oděvní výroby*. 3. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN 80-7083-831-0.
- [9] KNÍŽEK, Roman. *Oděvy pro sportovní a outdoorové aktivity*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013. ISBN 978-80-7494-012-5.
- [10] Tkaní. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-11-14]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Tkan%C3%AD>
- [11] ROSICKÁ, Martina. *Hyperhidróza, neboli nadměrné pocení* [online]. In: 2011 [cit. 2018-08-19]. Dostupné z: <http://endokrinologie-obezitologie.cz/cs/clanky/nadmerne-poceni/nadmerne-poceni-priciny-diagnostika-lecba/>

- [12] THOMPSON TEE. *What is Axillary Hyperhidrosis?* [online]. In: 2018 [cit. 2018-08-19]. Dostupné z: <https://thompsontee.com/axillary-hyperhidrosis/>
- [13] *Nadměrné pocení dokáže potrápít* [online]. [cit. 2018-11-14]. Dostupné z: <https://novinky.cz/zena/styl/471220-nadmerne-poceni-dokaze-potrapit.html>
- [14] MACOUN, David. *Porovnání metod pro testování propustnosti pro vodní páry*. Liberec, 2015. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci.
- [15] NORMA TUL č. IN 23-304-01/01: Stanovení termofyziologických vlastností textilií. 2004.
- [16] NORMA TUL č. IN 23-304-02/01: Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta. 2004.
- [17] HES, Luboš. *Nové metody tepelných měření při optimalizaci výroby a vlastnosti textilií*. Liberec, 1991. Doktorská (DrSc) disertační práce. Technická univerzita Liberec.
- [18] ZEMÁNEK, Petr. *Hodnocení paropropustnosti materiálů*. Brno, 2014. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [19] HES, Luboš, Mario LIMA, Arzu MARMARALI, Nilgün ÖZDIL a Nida OGLAKCIOGLU. The effect of moisture on friction coefficient of elastic knitted fabrics [online]. 2008 [cit. 2018-11-26]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/289588563_The_effect_of_moisture_on_friction_coefficient_of_elastic_knitted_fabrics

Seznam obrázků

Obrázek 1: Tepelná bilance lidského organismu	21
Obrázek 2: Odvod kapalné vlhkosti	23
Obrázek 3: Difúzní odvod vlhkosti	24
Obrázek 4: Kapilární odvod vlhkosti	24
Obrázek 5: Nadměrné podpažní pocení	26
Obrázek 6: Vývoj produkce textilních vláken.....	29
Obrázek 7: Schéma přístroje ALAMBETA.....	39
Obrázek 8: Schéma přístroje PERMETEST.....	42
Obrázek 9: Makroskopické snímky vzorku č. 1.....	46
Obrázek 10: Makroskopické snímky vzorku č. 2.....	46
Obrázek 11: Makroskopické snímky vzorku č. 3.....	47
Obrázek 12: Makroskopické snímky vzorku č. 4.....	47
Obrázek 13: Makroskopické snímky vzorku č. 5.....	48
Obrázek 14: Makroskopické snímky vzorku č. 6.....	48
Obrázek 15: Makroskopické snímky vzorku č. 7.....	49
Obrázek 16: Makroskopické snímky vzorku č. 8.....	49
Obrázek 17: Makroskopické snímky vzorku č. 9.....	50
Obrázek 18: Makroskopické snímky vzorku č. 10.....	50
Obrázek 19: Makroskopické snímky vzorku č. 11.....	51
Obrázek 20: Makroskopické snímky vzorku č. 12.....	51
Obrázek 21: Makroskopické snímky vzorku č. 13.....	52
Obrázek 22: Makroskopické snímky vzorku č. 14.....	52

Obrázek 23: Vliv vlhkosti na koeficient kinetického tření	54
---	----

Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní rozdělení přírodních vláken	29
Tabulka 2: Základní rozdělení chemických vláken	30
Tabulka 3: Specifikace jednotlivých vzorků	45

Seznam diagramů

Diagram 1: RWVP vzorku č. 1.....	57
Diagram 2: ERWVP vzorku č. 1.....	57
Diagram 3: RWVP vzorku č. 2.....	58
Diagram 4: ERWVP vzorku č. 2.....	58
Diagram 5: RWVP vzorku č. 3.....	59
Diagram 6: ERWVP vzorku č. 3.....	59
Diagram 7: RWVP vzorku č. 4.....	60
Diagram 8: ERWVP vzorku č. 4.....	60
Diagram 9: RWVP vzorku č. 5.....	61
Diagram 10: ERWVP vzorku č. 5.....	61
Diagram 11: RWVP vzorku č. 6	62
Diagram 12: ERWVP vzorku č. 6.....	62
Diagram 13: RWVP vzorku č. 7	63
Diagram 14: ERWVP vzorku č. 7.....	63
Diagram 15: RWVP vzorku č. 8	64
Diagram 16: ERWVP vzorku č. 8.....	64

Diagram 17: RWVP vzorku č. 9	65
Diagram 18: ERWVP vzorku č. 9.....	65
Diagram 19: RWVP vzorku č. 10	66
Diagram 20: ERWVP vzorku č. 10.....	66
Diagram 21: RWVP vzorku č. 11	67
Diagram 22: ERWVP vzorku č. 11.....	67
Diagram 23: RWVP vzorku č. 12	68
Diagram 24: ERWVP vzorku č. 12.....	68
Diagram 25: RWVP vzorku č. 13	69
Diagram 26: ERWVP vzorku č. 13.....	69
Diagram 27: RWVP vzorku č. 14	70
Diagram 28: ERWVP vzorku č. 14.....	70
Diagram 29: Vliv materiálového složení na ERWVP při 50% U.....	71
Diagram 30: Vliv materiálového složení na relativní paropropustnost P.....	73
Diagram 31: Vliv materiálového složení na výparný odpor Ret	75
Diagram 32: Vliv materiálového složení na tepelnou jímavost bT	78
Diagram 33: Vliv materiálového složení na vlhkostní jímavost bV.....	81
Diagram 34: Vliv materiálového složení na celkový komfort iK	83

Seznam příloh

Příloha 1: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 1	94
Příloha 2: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 1	94
Příloha 3: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 2	94
Příloha 4: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 2	94
Příloha 5: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 3	95
Příloha 6: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 3	95
Příloha 7: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 4	95
Příloha 8: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 4	95
Příloha 9: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 5	96
Příloha 10: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 5	96
Příloha 11: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 6	96
Příloha 12: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 6	96
Příloha 13: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 7	97
Příloha 14: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 7	97
Příloha 15: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 8	97
Příloha 16: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 8	97
Příloha 17: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 9	98
Příloha 18: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 9	98
Příloha 19: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 10	98
Příloha 20: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 10	98
Příloha 21: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 11	99
Příloha 22: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 11	99

Příloha 23: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 12	99
Příloha 24: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 12	99
Příloha 25: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 13	100
Příloha 26: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 13	100
Příloha 27: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 14	100
Příloha 28: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 14	100
Příloha 29: Naměřené hodnoty relativní paropropustnosti P	101
Příloha 30: Naměřené hodnoty výparného odporu Ret	101
Příloha 31: Naměřené hodnoty tepelné jímavosti bT	102
Příloha 32: Naměřené hodnoty vlhkostní jímavosti bV	102
Příloha 33: Neuvedené naměřené hodnoty na přístroji ALAMBETA	103
Příloha 34: Vypočítané hodnoty indexu celkového komfortu iK	103
Příloha 35: Reálné vzorky testovaných tkanin	104

Přílohy

Příloha 1: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 1:

Příloha 1: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 1

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
100% bio-CO	2,55	5,10	1	5,08	99,22	98,00	4,81	88,63	92,00
			2	4,60	80,39	97,40	4,42	73,33	91,30
			3	4,08	60,00	97,20	3,89	52,55	90,60
			4	3,56	39,61	94,70	3,38	32,55	81,90
			5	3,15	23,53	86,00	2,98	16,86	80,70

Příloha 2: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 1:

Příloha 2: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 1

U	16,86	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	99,91
BP_T	88,73	89,16	90,51	91,87	93,23	94,59	95,94	97,30	98,66	100,00
BP_{SF}	81,01	81,56	83,31	85,06	86,81	88,56	90,31	92,06	93,81	95,55
ERWVP	7,72	7,60	7,20	6,81	6,42	6,02	5,63	5,24	4,84	4,45

Příloha 3: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 2:

Příloha 3: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 2

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
100% CO	2,24	4,48	1	4,44	98,21	99,70	4,26	90,18	94,10
			2	3,95	76,34	98,30	3,75	67,41	86,80
			3	3,55	58,48	98,00	3,37	50,45	85,30
			4	3,14	40,18	95,40	2,90	29,46	83,20
			5	2,70	20,54	84,60	2,55	13,84	79,50

Příloha 4: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 2:

Příloha 4: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 2

U	13,84	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	98,21
BP_T	87,46	88,52	90,25	91,97	93,69	95,42	97,14	98,86	100,58	102,00
BP_{SF}	79,47	80,54	82,27	84,00	85,73	87,47	89,20	90,93	92,67	94,09
ERWVP	7,99	7,99	7,98	7,97	7,96	7,95	7,94	7,93	7,92	7,91

Příloha 5: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 3:

Příloha 5: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 3

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
80% CO	1,49	2,98	1	2,98	100,00	95,10	2,76	85,23	77,30
			2	2,53	69,80	88,30	2,30	54,36	76,40
			3	2,12	42,28	84,10	1,97	32,21	72,50
			4	1,78	19,46	80,50	1,65	10,74	70,70

Příloha 6: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 3:

Příloha 6: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 3

U	10,74	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00
BP _T	78,55	80,21	82,00	83,79	85,58	87,38	89,17	90,96	92,75	94,54
BP _{SF}	70,93	71,81	72,75	73,69	74,64	75,58	76,52	77,47	78,41	79,35
ERWVP	7,61	8,40	9,25	10,10	10,95	11,80	12,65	13,50	14,34	15,19

Příloha 7: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 4:

Příloha 7: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 4

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
70% CO	2,36	4,72	1	4,70	99,15	91,50	4,48	89,83	77,70
			2	4,12	74,58	86,90	3,91	65,68	73,90
			3	3,62	53,39	85,50	3,45	46,19	72,80
			4	3,15	33,47	84,90	2,93	24,15	72,10
			5	2,76	16,95	83,10	2,62	11,02	71,40

Příloha 8: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 4:

Příloha 8: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 4

U	11,02	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	99,15
BP _T	82,25	83,08	84,01	84,94	85,87	86,80	87,73	88,66	89,59	90,44
BP _{SF}	70,90	71,56	72,30	73,03	73,77	74,51	75,25	75,99	76,72	77,40
ERWVP	11,35	11,52	11,72	11,91	12,10	12,29	12,48	12,67	12,86	13,04

Příloha 9: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 5:

Příloha 9: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 5

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
65% CO	2,45	4,90	1	4,90	100,00	95,00	4,75	93,88	82,60
			2	4,39	79,18	93,70	4,21	71,84	80,40
			3	3,70	51,02	92,80	3,43	40,00	78,20
			4	3,12	27,35	86,70	2,94	20,00	72,30

Příloha 10: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 5:

Příloha 10: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 5

U		20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00
BP _T		87,41	88,46	89,50	90,55	91,59	92,64	93,69	94,73	95,78
BP _{SF}		73,72	75,00	76,28	77,56	78,84	80,11	81,39	82,67	83,95
ERWVP		13,69	13,45	13,22	12,99	12,76	12,53	12,29	12,06	11,83

Příloha 11: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 6:

Příloha 11: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 6

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
60% CO	2,26	4,52	1	4,50	99,12	72,60	4,35	92,48	50,50
			2	3,91	73,01	71,60	3,76	66,37	49,00
			3	3,39	50,00	70,20	3,15	39,38	48,80
			4	2,95	30,53	60,20	2,78	23,01	43,20

Příloha 12: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 6:

Příloha 12: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 6

U		23,01	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	99,12
BP _T		62,13	63,27	64,89	66,52	68,14	69,76	71,38	73,01	74,49
BP _{SF}		45,03	45,65	46,53	47,41	48,29	49,17	50,04	50,92	51,72
ERWVP		17,10	17,62	18,36	19,11	19,85	20,60	21,34	22,08	22,76

Příloha 13: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 7:

Příloha 13: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 7

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
100% LI	2,97	5,94	1	5,94	100,00	94,40	5,73	92,93	80,60
			2	5,50	85,19	92,10	5,12	72,39	80,30
			3	5,01	68,69	91,30	4,85	63,30	79,00
			4	4,53	52,53	88,20	4,31	45,12	76,10
			5	4,02	35,35	85,70	3,82	28,62	69,70
			6	3,59	20,88	78,70	3,44	15,82	62,30

Příloha 14: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 7:

Příloha 14: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 7

U	15,82	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00
BP_T	80,41	81,16	82,95	84,74	86,53	88,32	90,11	91,90	93,69	95,48
BP_{SF}	65,98	66,96	69,29	71,63	73,96	76,30	78,63	80,96	83,30	85,63
ERWVP	14,43	14,20	13,66	13,12	12,57	12,03	11,48	10,94	10,40	9,85

Příloha 15: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 8:

Příloha 15: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 8

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
55% LI	2,80	5,60	1	5,57	98,93	92,10	5,24	87,14	80,70
			2	4,77	70,36	91,00	4,49	60,36	78,00
			3	4,17	48,93	84,50	3,92	40,00	69,90
			4	3,66	30,71	79,70	3,50	25,00	66,40

Příloha 16: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 8:

Příloha 16: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 8

U		25,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	98,93
BP_T		79,86	80,80	82,67	84,54	86,41	88,28	90,15	92,02	93,69
BP_{SF}		66,96	68,17	70,58	73,00	75,41	77,83	80,24	82,65	84,81
ERWVP		12,90	12,63	12,08	11,54	11,00	10,45	9,91	9,36	8,88

Příloha 17: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 9:

Příloha 17: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 9

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	$RWVP_T$	m_{SF}	U_{SF}	$RWVP_{SF}$
50% LI	4,34	8,68	1	8,66	99,54	99,50	8,49	95,62	94,60
			2	8,04	85,25	97,40	7,88	81,57	89,20
			3	7,63	75,81	96,60	7,51	73,04	88,10
			4	7,10	63,59	93,60	6,96	60,37	83,40
			5	6,50	49,77	90,60	6,28	44,70	82,20
			6	5,95	37,10	90,20	5,56	28,11	77,80
			7	5,17	19,12	79,50	4,89	12,67	71,40

Příloha 18: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 9:

Příloha 18: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 9

U	12,67	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	99,54
BP_T	81,46	83,12	85,38	87,64	89,90	92,16	94,42	96,67	98,93	101,09
BP_{SF}	72,57	74,45	77,01	79,57	82,13	84,69	87,25	89,81	92,37	94,81
ERWVP	8,89	8,67	8,37	8,07	7,77	7,47	7,17	6,86	6,56	6,28

Příloha 19: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 10:

Příloha 19: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 10

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	$RWVP_T$	m_{SF}	U_{SF}	$RWVP_{SF}$
100% VI	2,08	4,16	1	4,16	100,00	85,80	4,00	92,31	76,90
			2	3,90	87,50	85,40	3,69	77,40	73,60
			3	3,32	59,62	83,20	3,10	49,04	66,00
			4	2,78	33,65	78,80	2,65	27,40	60,80

Příloha 20: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 10:

Příloha 20: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 10

U	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00
BP_T	76,99	78,04	79,09	80,14	81,18	82,23	83,28	84,33	85,38	86,43
BP_{SF}	56,37	58,88	61,40	63,91	66,43	68,94	71,45	73,97	76,48	79,00
ERWVP	20,62	19,15	17,69	16,22	14,76	13,29	11,83	10,36	8,90	7,43

Příloha 21: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 11:

Příloha 21: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 11

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
70% VI	2,83	5,66	1	5,62	98,59	82,10	5,46	92,93	68,60
			2	5,20	83,75	81,40	4,95	74,91	66,70
			3	4,63	63,60	77,40	4,40	55,48	66,10
			4	3,85	36,04	75,50	3,63	28,27	56,00
			5	3,35	18,37	72,90	3,20	13,07	52,30

Příloha 22: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 11:

Příloha 22: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 11

U	13,07	27,40	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	98,59
BP_T	86,57	74,06	74,36	75,52	76,69	77,85	79,02	80,18	81,34	82,34
BP_{SF}	76,71	56,50	57,06	59,19	61,31	63,44	65,57	67,70	69,83	71,65
ERWVP	9,86	17,55	17,30	16,34	15,37	14,41	13,45	12,48	11,52	10,69

Příloha 23: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 12:

Příloha 23: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 12

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
100% PES	3,58	7,16	1	7,10	98,32	91,60	6,78	89,39	81,60
			2	6,52	82,12	90,80	6,28	75,42	80,70
			3	5,90	64,80	90,40	5,69	58,94	80,40
			4	5,16	44,13	89,00	4,95	38,27	79,90
			5	4,53	26,54	87,80	4,33	20,95	76,90
			6	4,05	13,13	85,80	3,89	8,66	75,70

Příloha 24: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 12:

Příloha 24: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 12

U	8,66	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	98,32
BP_T	86,29	87,01	87,65	88,29	88,92	89,56	90,20	90,83	91,47	92,00
BP_{SF}	76,41	77,20	77,90	78,60	79,30	79,99	80,69	81,39	82,09	82,67
ERWVP	9,88	9,81	9,75	9,69	9,63	9,57	9,50	9,44	9,38	9,33

Příloha 25: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 13:

Příloha 25: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 13

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
50% PES	2,16	4,32	1	4,30	99,07	88,60	4,12	90,74	62,40
			2	3,99	84,72	83,10	3,72	72,22	60,10
			3	3,13	44,91	81,20	2,90	34,26	59,40
			4	2,65	22,69	80,30	2,44	12,96	59,00

Příloha 26: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 13:

Příloha 26: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 13

U	12,96	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	99,07
BP_T	78,67	79,32	80,25	81,18	82,11	83,04	83,96	84,89	85,82	86,66
BP_{SF}	58,70	58,97	59,36	59,74	60,13	60,51	60,90	61,28	61,67	62,02
ERWVP	19,97	20,35	20,89	21,44	21,98	22,52	23,07	23,61	24,15	24,64

Příloha 27: Tabulka naměřených hodnot RWVP vzorku č. 14:

Příloha 27: Naměřené hodnoty RWVP vzorku č. 14

Hlavní materiál	m_{U0}	m_{U100}	Měření	m_T	U_T	RWVP _T	m_{SF}	U_{SF}	RWVP _{SF}
100% CLY	3,74	7,48	1	7,48	100,00	89,10	7,29	94,92	70,20
			2	6,45	72,46	81,80	6,30	68,45	69,90
			3	5,67	51,60	79,80	5,52	47,59	65,20
			4	5,14	37,43	76,40	4,99	33,42	57,00
			5	4,62	23,53	75,20	4,45	18,98	54,20

Příloha 28: Tabulka vypočítaných hodnot ERWVP vzorku č. 14:

Příloha 28: Vypočítané hodnoty ERWVP vzorku č. 14

U	18,98	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00
BP_T	73,62	73,80	75,60	77,40	79,20	81,00	82,80	84,60	86,40	88,20
BP_{SF}	55,61	55,84	58,13	60,41	62,69	64,97	67,26	69,54	71,82	74,11
ERWVP	18,01	17,96	17,48	16,99	16,51	16,03	15,54	15,06	14,57	14,09

Příloha 29: Tabulka naměřených hodnot relativní paropropustnosti P:

Příloha 29: Naměřené hodnoty relativní paropropustnosti P

Hlavní materiál	Vzorek	n	P [%]	CV P	S P	95%IS-	95%IS+
100% bio-CO	1	4	81,30	0,70	0,569	82,205	80,395
100% CO	2		83,40	0,50	0,417	84,063	82,737
80% CO	3		82,30	0,20	0,165	82,562	82,038
70% CO	4		79,40	0,30	0,238	79,779	79,021
65% CO	5		77,40	2,00	1,548	79,863	74,937
60% CO	6		76,90	1,50	1,154	78,735	75,065
100% LI	7		76,90	2,20	1,692	79,592	74,208
55% LI	8		77,30	0,60	0,464	78,038	76,562
50% LI CO	9		72,10	1,20	0,865	73,477	70,723
100% VI	10		79,70	0,20	0,159	79,954	79,446
70% VI	11		71,90	1,40	1,007	73,502	70,298
100% PES	12		80,30	0,40	0,321	80,811	79,789
50% PES CO	13		78,20	1,00	0,782	79,444	76,956
100% CLY	14		71,40	1,80	1,285	73,445	69,355

Příloha 30: Tabulka naměřených hodnot výparného odporu R_{et} :

Příloha 30: Naměřené hodnoty výparného odporu R_{et}

Hlavní materiál	Vzorek	n	R_{et} [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]	CV R_{et}	S R_{et}	95%IS-	95%IS+
100% Bio-CO	1	4	1,60	4,00	0,064	1,702	1,498
100% CO	2		1,30	3,20	0,042	1,366	1,234
80% CO	3		1,40	1,80	0,025	1,440	1,360
70% CO	4		1,70	1,80	0,031	1,749	1,651
65% CO	5		2,00	4,50	0,090	2,143	1,857
60% CO	6		2,00	6,40	0,128	2,204	1,796
100% LI	7		2,00	9,60	0,192	2,305	1,695
55% LI	8		2,00	1,80	0,036	2,057	1,943
50% LI CO	9		2,60	4,30	0,112	2,778	2,422
100% VI	10		1,70	1,50	0,026	1,741	1,659
70% VI	11		2,60	4,30	0,112	2,778	2,422
100% PES	12		1,70	1,80	0,031	1,749	1,651
50% PES CO	13		1,90	3,50	0,067	2,006	1,794
100% CLY	14		2,70	5,90	0,159	2,953	2,447

Příloha 31: Tabulka naměřených hodnot tepelné jímavosti b_T :

Příloha 31: Naměřené hodnoty tepelné jímavosti b_T

Hlavní materiál	Vzorek	n	b_T [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$]	CV b_T	S b_T	95%IS-	95%IS+
100% bio-CO	1	5	179	4,10	7,339	188,111	169,889
100% CO	2		190	3,70	7,030	198,728	181,272
80% CO	3		146	1,30	1,898	148,356	143,644
70% CO	4		159	4,30	6,837	167,488	150,512
65% CO	5		176	4,40	7,744	185,614	166,386
60% CO	6		94	1,80	1,692	96,101	91,899
100% LI	7		173	3,30	5,709	180,088	165,912
55% LI	8		174	2,90	5,046	180,265	167,735
50% LI CO	9		242	2,40	5,808	249,211	234,789
100% VI	10		166	3,00	4,980	172,183	159,817
70% VI	11		149	3,10	4,619	154,735	143,265
100% PES	12		157	1,70	2,669	160,314	153,686
50% PES CO	13		109	1,50	1,635	111,030	106,970
100% CLY	14		173	3,10	5,363	179,658	166,342

Příloha 32: Tabulka naměřených hodnot vlhkostní jímavosti b_V :

Příloha 32: Naměřené hodnoty vlhkostní jímavosti b_V

Hlavní materiál	Vzorek	n	b_V [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$]	CV b_V	S b_V	95%IS-	95%IS+
100% Bio-CO	1	3	694	1,30	9,022	716,414	671,586
100% CO	2		772	2,50	19,300	819,949	724,051
80% CO	3		767	4,10	31,447	845,127	688,873
70% CO	4		645	0,40	2,580	651,410	638,590
65% CO	5		674	2,10	14,154	709,164	638,836
60% CO	6		590	4,60	27,140	657,427	522,573
100% LI	7		665	1,70	11,305	693,086	636,914
55% LI	8		639	5,80	37,062	731,077	546,923
50% LI CO	9		647	1,60	10,352	672,719	621,281
100% VI	10		668	2,50	16,700	709,490	626,510
70% VI	11		633	2,70	17,091	675,461	590,539
100% PES	12		611	0,70	4,277	621,626	600,374
50% PES CO	13		612	2,90	17,748	656,093	567,907
100% CLY	14		615	1,30	7,995	634,863	595,137

Příloha 33: Tabulka neuvedených naměřených hodnot na přístroji ALAMBETA:

Příloha 33: Neuvedené naměřené hodnoty na přístroji ALAMBETA

Hlavní materiál	Vzorek	n	h [mm]	CV _h	λ [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	CV _λ	r [W ⁻¹ ·m ² ·K]	CV _r
100% bio-CO	1	5	0,24	3,60	0,042	5,70	0,006	6,50
100% CO	2		0,18	5,20	0,039	2,70	0,005	3,30
80% CO	3		0,17	4,30	0,037	3,30	0,006	1,20
70% CO	4		0,29	3,00	0,042	3,50	0,008	0,80
65% CO	5		0,26	7,80	0,040	8,90	0,007	6,00
60% CO	6		0,28	2,80	0,039	2,60	0,018	5,20
100% LI	7		0,34	6,00	0,042	7,00	0,009	5,00
55% LI	8		0,28	5,20	0,046	3,90	0,009	1,90
50% LI CO	9		0,32	3,40	0,059	4,50	0,007	5,60
100% VI	10		0,26	7,20	0,038	5,90	0,007	2,40
70% VI	11		0,35	4,10	0,042	5,60	0,010	2,40
100% PES	12		0,39	4,80	0,049	5,90	0,010	1,20
50% PES CO	13		0,25	5,90	0,037	4,50	0,013	2,70
100% CLY	14		0,48	5,30	0,049	3,80	0,011	3,60

Příloha 34: Tabulka vypočítaných hodnot indexu celkového komfortu iK:

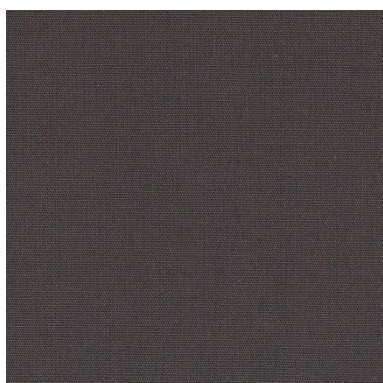
Příloha 34: Vypočítané hodnoty indexu celkového komfortu iK

Hlavní materiál	Vzorek	b _{vmax}	b _v	ERWVP při 50% U [%]	Index Komfortu iK
100% bio-CO	1	800	694	6,42	7,40
100% CO	2		772	7,96	8,25
80% CO	3		767	10,95	11,42
70% CO	4		645	12,10	15,00
65% CO	5		674	12,99	15,42
60% CO	6		590	19,11	25,91
100% LI	7		665	12,57	15,12
55% LI	8		639	11,54	14,45
50% LI CO	9		647	7,77	9,60
100% VI	10		668	14,76	17,68
70% VI	11		633	15,37	19,43
100% PES	12		611	9,63	12,61
50% PES CO	13		612	21,98	28,73
100% CLY	14		615	16,51	21,48

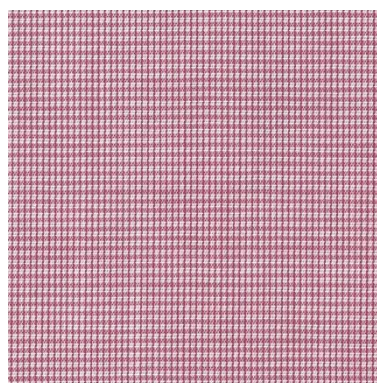
Příloha 35: Reálné vzorky testovaných tkanin:

Příloha 35: Reálné vzorky testovaných tkanin

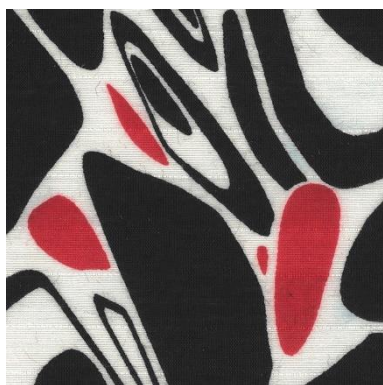
Vzorek 1



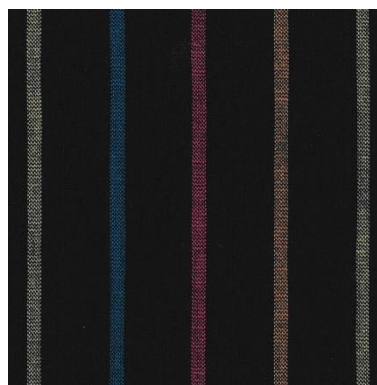
Vzorek 2



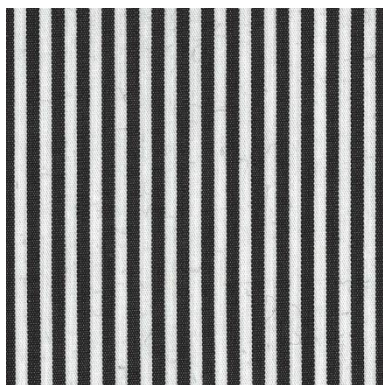
Vzorek 3



Vzorek 4



Vzorek 5



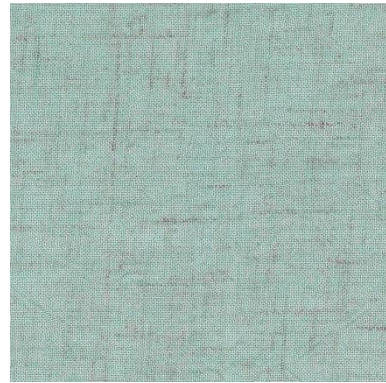
Vzorek 6



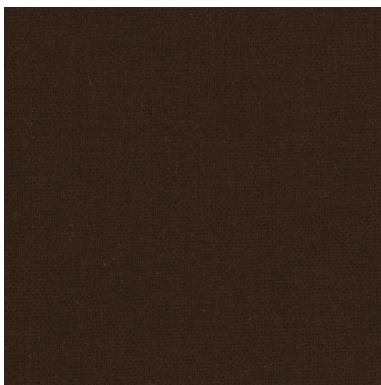
Vzorek 7



Vzorek 8



Vzorek 9



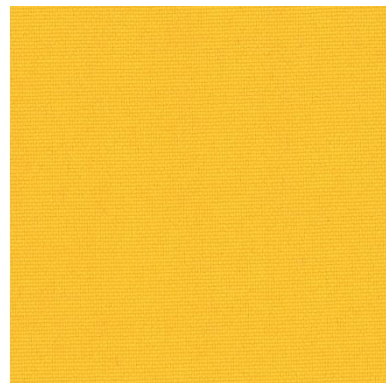
Vzorek 10



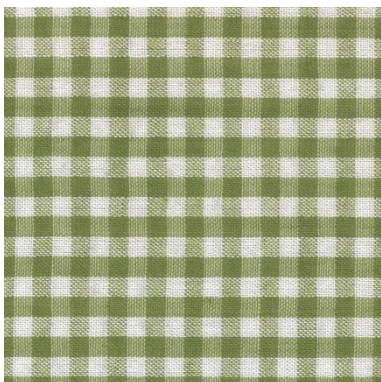
Vzorek 11



Vzorek 12



Vzorek 13



Vzorek 14

