



TEPELNÉ VLASTNOSTI VRCHOVÝCH ODĚVNÍCH MATERIÁLŮ HODNOCENÉ POMOCÍ CLO

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3107R007 – Textilní marketing

Autor práce: **Tereza Ducháčová**

Vedoucí práce: Ing. Pavla Těšinová, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

THERMAL PROPERTIES OF OUTERWEAR CLOTHING MATERIALS BY CLO

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil

Study branch: 3107R007 – Textile marketing - textile marketing

Author: **Tereza Ducháčová**

Supervisor: Ing. Pavla Těšínová, Ph.D.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tereza Ducháčová**
Osobní číslo: **T12000139**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní marketing**
Název tématu: **Tepelné vlastnosti vrchových oděvních materiálů hodnocené pomocí CLO**
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. Proveďte literární rešerši komfortních vlastností vrchových oděvních materiálů. Zaměřte se na tepelné vlastnosti a jejich převod na hodnotu CLO.
2. Hodnotu CLO definujte a proveďte zařazení testovaných materiálů do příslušné kategorie.
3. Proveďte měření tepelných vlastností. Proveďte statistické vyhodnocení dat.
4. Proveďte výpočet CLO pro jednotlivé materiály a diskutujte výsledky.

Rozsah grafických prací:

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

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

Seznam odborné literatury:

**IN 23-304-02/01 Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta. TUL
a Výzkumné centrum Textil LN00B090,2004,10 s.
Alambeta Measuring Device. User's Guide. Features and Principles. Senzora,
Liberec 2009**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavla Těšínová, Ph.D.**
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání bakalářské práce: **24. října 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2015**



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



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

V Liberci dne 2. března 2015

Prohlášení

Byla jsem seznámena 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 vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala 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: 13.5.2015

Podpis: *Barbora Tereza*

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla velice poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Pavle Těšinové, Ph.D. za cenné rady, připomínky, odborné vedení a čas, který mi při zpracování této práce věnovala.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině za neustálou podporu a trpělivost během studia.

ANOTACE

Bakalářská práce je zaměřena na tepelné vlastnosti a komfort vrchových oděvních materiálů pomocí CLO.

V práci bylo provedeno zařazení testovaných materiálů podle hodnoty CLO do příslušné kategorie. Následně byly změřeny tepelné vlastnosti a provedeno statistické vyhodnocení dat.

Výsledné hodnoty CLO byly vysvětleny v diskuzi.

KLÍČOVÁ SLOVA:

CLO, oděvní komfort, tepelné vlastnosti, vrchové oděvy, zátěr, membrána.

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the thermal properties and the comfort of the top layer clothing materials using CLO.

In the work was carried out the thorough classification of the tested materials according to their CLO value. Subsequently, the thermal properties were measured and statistical data processing was performed.

Gathered findings were explicated in the section of Discussion.

KEY WORDS:

CLO, Clothing Comfort, Thermal Properties, The Top Layer Clothing, Coating, Membrane

Obsah

ÚVOD.....	9
1 KOMFORT ODĚVU.....	10
1.1 Rozdělení.....	10
2 VLASTNOSTI VRCHOVÝCH MATERIÁLŮ.....	12
2.1 Nepromokavost, voděodolnost.....	12
2.1.1 Zátěr.....	12
2.1.2 Membrána.....	13
2.1.3 Laminace.....	13
2.2 Vlhkostní jímavost.....	14
2.3 Propustnost pro vodní páry.....	14
3 TEPELNÉ VLASTNOSTI.....	15
3.1 Měrná tepelná vodivost.....	15
3.2 Měrná tepelná kapacita.....	15
3.3 Tepelná jímavost.....	15
3.4 Plošný odpor vedení tepla.....	15
3.5 Měrná teplotní vodivost.....	15
3.6 Tepelný tok.....	16
4 IZOLACE OBLEČENÍ – CLO.....	17
4.1 Převod tepelných vlastností na hodnotu CLO.....	18
5 PLOŠNÉ TEXTILIE.....	19
5.1 Tkaniny.....	19
5.2 Pleteniny.....	19
PRAKTICKÁ ČÁST.....	20
6 ROZBOR VZORKŮ.....	20
7 TEPELNÝ ODPOR A TEPELNÁ JÍMAVOST.....	25
8 ZAŘAZENÍ TESTOVANÝCH MATERIÁLŮ.....	29
9 DISKUZE VÝSLEDKŮ.....	32
ZÁVĚR.....	34
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:.....	35
SEZNAM GRAFŮ, OBRÁZKŮ, TABULEK A ROVNIC.....	36
PŘÍLOHY.....	37

Seznam použitých veličin

značka veličiny	jednotka	název veličiny
R	$[\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}]$	tepelný odpor
h	[mm]	tloušťka materiálu
λ	$[\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}]$	měrná tepelná vodivost
q	$[\text{W}/\text{m}^2]$	tepelný tok
c	[m/s]	rychlost šíření vlny
Ret	$[\text{Pa} \cdot \text{m}^2/\text{W}]$	výparný odpor
b	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{K}^{-1}]$	tepelná jímavost
r	$[\text{W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2]$	plošný odpor vedení tepla
a	$[\text{m}^2/\text{s}]$	měrná teplotní vodivost
π	[-]	matematická konstanta
ρ	$[\text{kg}/\text{m}^3]$	hustota

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá tepelnými vlastnostmi vrchových oděvních materiálů a zařazením testovaných materiálů do příslušné kategorie pro hodnotu CLO. Tato bakalářská práce je rozdělena na dvě části a to na teoretickou a praktickou.

Teoretická část je zaměřena na oděvní komfort a jeho rozdělení. Dále jsou v této části popsány tři hlavní vlastnosti vrchových materiálů. Protože se tato práce zabývá tepelnými vlastnostmi vrchových oděvních materiálů, nesmí zde chybět již zmíněný rozbor tepelných vlastností. V této části práce je také vysvětlen pojem CLO a jeho převod z tepelných vlastností. V neposlední řadě jsou popsány plošné textilie, ze kterých se většinou vrchové oděvní materiály vyrábí.

Praktická část je zaměřena na rozbor 12 vzorků, které byly měřeny na přístroji Alambeta. V této části je uveden postup měření, naměřené parametry a výsledky měření. Výsledky měření, jsou pro lepší přehlednost zpracovány do tabulek a uvedeny v příloze. Dále bude provedeno zařazení jednotlivých materiálů pomocí jednotky CLO, které bude vybráno podle tabulky a vyhodnoceno v grafech.

Následně budou porovnávány výsledky jednotlivých materiálů v diskuzi.

TEORETICKÁ ČÁST

1 KOMFORT ODĚVU

U komfortu můžeme všeobecně říci, že se jedná se o pocit pohodlí uživatele při nošení oděvu. Komfort je *stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly*. Komfort lze vnímat hmatem, zrakem, sluchem, čichem. Opakem komfortu je diskomfort, což je stav, kdy se uživatel cítí nepohodlně. Oděv způsobuje pocity příliš velkého chladu či tepla, nebo může dráždit pokožku. Komfort oděvu je rozdělen do čtyř hledisek: psychologický, senzorický, patofyziologický a termofyziologický. [1]

1.1 Rozdělení

Psychologický komfort

Psychologický komfort lze rozdělit na několik hledisek, která jsou rozdělena do určitých skupin. Klimatická hlediska: zahrnují klimatické podmínky, které jsou dány geografickou polohou. Oděv by měl respektovat klimatické podmínky v dané oblasti. Ekonomická hlediska: zde se jedná o úroveň přírodních podmínek obživy, politických systémů, či úrovní technologie apod. Historická hlediska: jde o zvyky a tradice z historie daného národa. Kulturní hlediska: zde se také jedná o zvyky a tradice národa, ale v přítomném čase. Zahrnujeme sem i náboženství. Sociální hlediska: obsahují věk, vzdělání, sociální třídu, nebo postavení v ní. [1]

Senzorický komfort

Senzorický komfort zachycuje pocity člověka při styku s textilií. Pocity lze rozdělit na příjemné a nepříjemné. Mezi příjemné pocity můžeme zařadit pocit měkkosti, splývavosti nebo mnoho dalších. Mezi nepříjemné pocity můžeme zařadit drsnost materiálů, pocit vlhkosti, škrábání atd. Senzorický komfort lze rozdělit na *komfort nošení a omak*. [1]

Komfort nošení zahrnuje veškeré mechanické a geometrické vlastnosti. Dále také absorbování a transportování plynné či kapalně vlhkosti. Omak je subjektivně vnímán pomocí prstů a dlaně. Omak souvisí s vlastnostmi, které byly uvedeny v komfortu nošení. [1]

Patofyziologický komfort

Patofyziologický komfort se zabývá působením chemických látek. Tyto látky jsou převážně obsaženy v materiálech oděvů, které jsou v přímém kontaktu s lidskou pokožkou. Tímto působením může vzniknout podráždění pokožky nebo alergická reakce na tyto chemické látky. [1]

Termofyziologický komfort

Termofyziologický komfort můžeme popsat jako stav lidského organismu za optimálních podmínek, kdy člověk dokáže pracovat neomezeně dlouho, tudíž vzniká stav fyziologické, psychologické a fyzikální harmonie mezi člověkem a okolím. [1]

2 VLASTNOSTI VRCHOVÝCH MATERIÁLŮ

2.1 Nepromokavost, voděodolnost

Nepromokavost je schopnost odolávat proniknutí vody zvenčí. Schopnost materiálu odolávat vodě se vyjadřuje výškou vodního sloupce. Udává se v milimetrech a platí, že čím vyšší vodní sloupec, tím více odolá promoknutí. Podle normy se považuje za nepromokavý materiál takový, který odolá alespoň 2 000 mm vodního sloupce. V praxi se ale vyžaduje od 7 000 mm do 20 000 mm. [8]

Způsoby dosažení nepromokavosti[2]:

- zátěr
- membrána

2.1.1 Zátěr

Zátěrem se rozumí pružný, pevný film jedné či více vrstev, který je nanesen nátěrem na tkaninu. Hodnoty nepromokavosti se různí a jsou nižší než u membrány a stejně tak je tomu s životností. Předností je nižší cena.[2]

- Neprodyšný zátěr – vodonepropustný

Neprodyšný zátěr je mechanicky odolný, ale nepřilíš hygienický. U tohoto zátěru je používáno k aplikaci povrstvení nebo zatírání latexem či pryskyřicemi. Používá se více u stanů nebo batohů.[2]

- Prodyšný zátěr – hydrofobní

Zabraňuje vniknutí vody. Elastický film nanesený na textilií má uzavřené uspořádání molekul. Vrstva se může porušit vlivem častého praní nebo mechanického namáhání. Vodoodpudivá úprava textilie je z perflouralkanů a po každém praní a žehlení při 180°C se vrátí do původního stavu.[2]

- Prodyšný zátěr – hydrofilní

Modifikace mají chemickou afinitu (snaha reagovat s jinou látkou) pro vodní páru umožňující její difúzi. Mezi hydrofilní a hydrofobní komponentou panuje rovnováha pro zajištění dostatečné propustnosti pro vodní páry, trvanlivosti, poškození při praní, ale i pružnosti.[2]

2.1.2 Membrána

Membránou je rozuměna tenká vrstva polymerního materiálu (2-10 μm). Membrány jsou nepromokavé a prodyšné. Ideální podmínky pro fungování membrány jsou: musí být chladnější než venkovní klima a suchá na vnější straně.[2]

- Porézní (hydrofobní) membrána

Mikroskopické póry jsou větší, než jsou rozměry transportované molekuly páry, ale pro kapky vody jsou příliš malé. Vzduch a vodní pára prochází, ale voda ne. Příklad Gore-Tex, Windstopper, Dermizax,..[2]

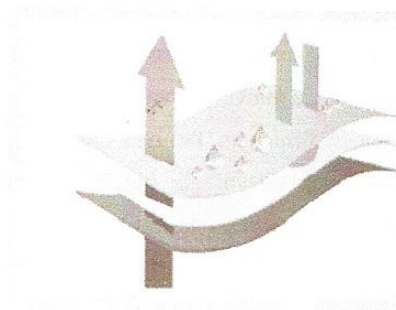
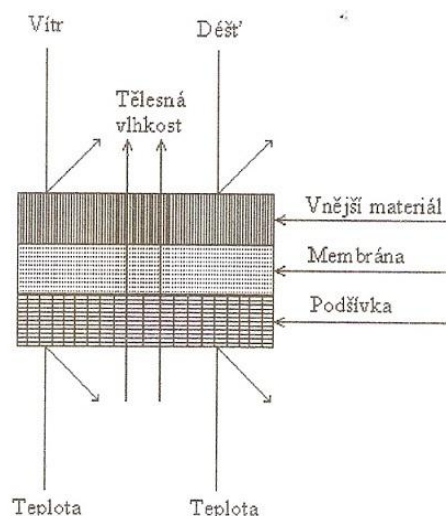
- Neporézní (hydrofilní) membrána

Nemá póry, transport částic je dán fyzikálně-chemickým procesem, kdy se vlhkost stává na krátkou dobu součástí membrány a poté se odpaří. Příklad Sympatex, Gelenots,..[2]

2.1.3 Laminace

Laminace je v textilu pojem pro spojení dvou a více tkanin, pletenin či netkaných textilií stejného či různého složení i určení (např. podšívka, vrchní materiál). Laminaci membrán si můžeme rozdělit do pěti základních skupin [3]:

- Dvouvrstvý laminát (vrchní látka + membrána)
- Dvouvrstvý laminát s volnou podšívkou (vrchní látka + membrána + volná podšívka)
- Dvou a půlvrstvý laminát (vrchní látka + membrána + půl vrstva)
- Třívrstvý laminát (vrchní látka + membrána + podšívka)
- Volně vložená membrána (Z-liner)



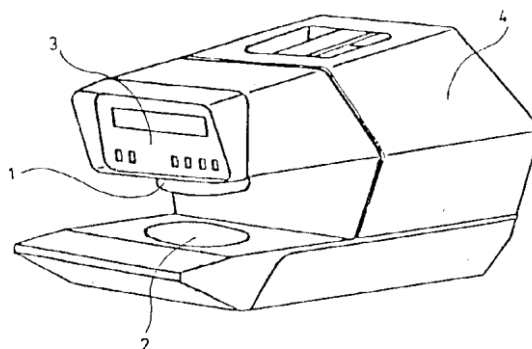
Obr. 1 Funkce membrány [3]

2.2 Vlhkostní jímavost

Vlhkostní jímavost se stanovuje nepřímou metodou určování stupně vlhkostní jímavosti, ve kterém se simuluje a objektivně hodnotí tepelně kontaktní vjem mezi vlhkou pokožkou a suchou textilií, jestliže dojde ke krátkodobému kontaktu pokožky s textilií. [4]

Vlhkostní jímavost se měří pomocí přístroje Alambeta.

- 1) vyhřívaná měřící hlavice
- 2) měřící podložka
- 3) ovládací panel s displejem
- 4) vyhodnocovací část; umožňuje pohyb měřící hlavy a zajišťuje její definovaný přítlak



Obr. 2 Schéma měřícího přístroje Alambeta [6]

Škála naměřených hodnot b pro vyhodnocení vlhkostní jímavosti:

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

2.3 Propustnost pro vodní páry

Propustnost se klasifikuje hodnotou výparného odporu RET $[\text{Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}]$, která vyjadřuje prodyšnost látky a je nutná k odpaření vody při jasně specifikované teplotě a vlhkosti. Propustnost je závislá na klimatických podmínkách, zátěži a jiných faktorech.

Čím je hodnota RET nižší, tím je propustnost pro vodní páry vyšší, tudíž prodyšnější. [1]

- RET < 6 – velmi dobrá (< 20 000 g/m² x 24 hodin)
- RET 6 – 13 – dobrá (9000 – 20 000 g/m² x 24 hodin)
- RET 13 – 20 – uspokojivá (5000 – 9000 g/m² x 24 hodin)
- RET > 20 – neuspokojivá (< 5000 g/m² x 24 hodin)

3 TEPELNÉ VLASTNOSTI

3.1 Měrná tepelná vodivost

Součinitel měrné tepelné vodivosti λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$] představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a vytvoří rozdíl teplot 1 K. S rostoucí teplotou teplotní vodivost klesá; násobitel hodnoty z displeje je 10^{-3} . [4]

$$\lambda = \frac{q}{\text{grad } t} \quad (1)$$

3.2 Měrná tepelná kapacita

Měrná tepelná kapacita c [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}$] určuje, kolik je potřeba množství tepla k ohřátí 1 kg látky o 1 K. S rostoucí teplotou u všech látek měrná tepelná kapacita zvolna roste. [4]

$$c = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (2)$$

3.3 Tepelná jímavost

Tepelná jímavost b [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$] je jediný parametr, který popisuje 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. [4]

$$b = \sqrt{\lambda * \rho * c} \quad (3)$$

3.4 Plošný odpor vedení tepla

Plošný odpor vedení tepla r [$\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$] je dán poměrem tloušťky materiálu a měrné tepelné vodivosti. Čím vyšší je tepelný odpor, tím nižší je tepelná jímavost. Násobitel hodnoty z displeje je 10^{-3} . [4]

$$r = \frac{h}{\lambda} \quad (4)$$

3.5 Měrná teplotní vodivost

Měrná teplotní vodivost a [$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$] vyjadřuje schopnost látky vyrovnávat teplotu. Čím je hodnota vyšší, tím látka rychleji vyrovnává teplotu. Násobitel hodnoty z displeje je 10^{-6} . [4]

$$a = \frac{\lambda}{c*\rho} \quad (5)$$

3.6 Tepelný tok

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. [4]

$$q = b \frac{t_2 - t_1}{\sqrt{\pi} \cdot \sqrt{\tau}} \quad (6)$$

Měření tepelných vlastností

Tepelné vlastnosti se měří na již zmíněném přístroji Alambeta. Přístroj Alambeta je určený k měření termofyzikálních parametrů textilií, případně jiných netextilních materiálů. Vlastnosti, které má tento přístroj za úkol měřit jsou izolační (tepelný odpor, tepelnou vodivost) a dynamické (tepelnou jímavost, tepelný tok).

Přístroj je poloautomatický a počítačem řízený, zároveň je schopen vyhodnocovat statistické hodnoty naměřených údajů. Obsahuje také autodiagnostický program zabráňující chybné operaci přístroje.

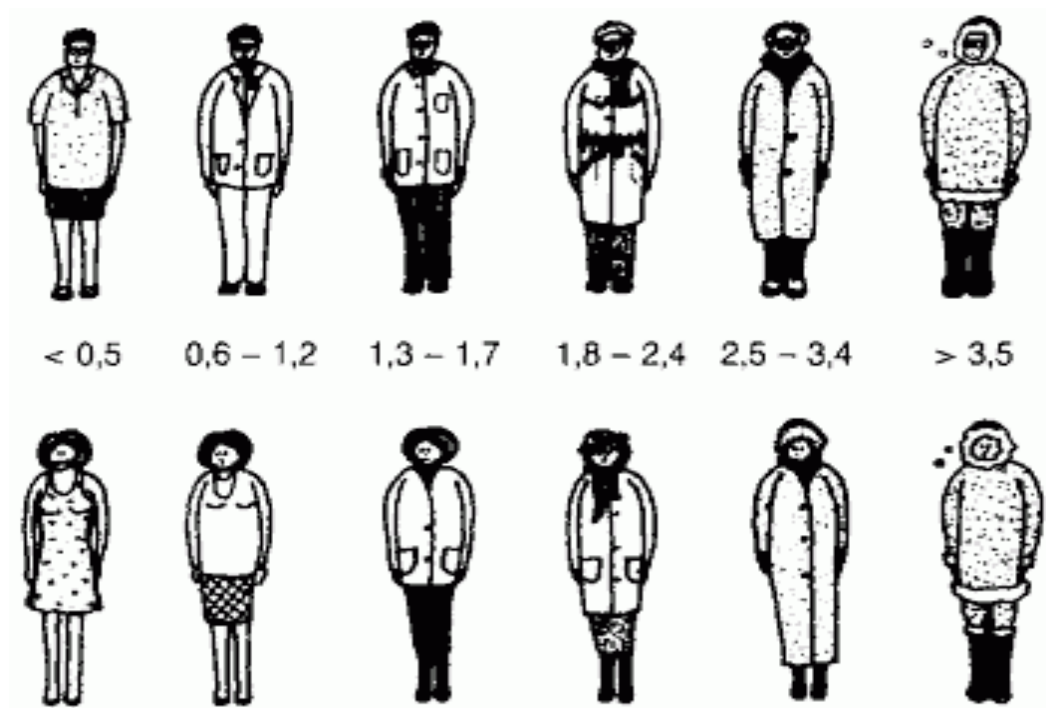
Technické parametry přístroje [4]:

Příkon:	60 W
Provozní podmínky: -teplota:	18 – 23 °C
-relativní vlhkost:	10 – 80 %
Přítlak hlavice: -měnitelný v rozsahu	100 – 1000 Pa, běžný je přítlak 200 Pa
Tloušťka vzorku:	0,5 – 8,0 mm
Rozměr vzorku:	min. 10 x 10 mm
Doba měření:	10 – 100 sec.

4 IZOLACE OBLEČENÍ – CLO

Funkci tepelné izolace plní oblečení a to mezi pokožkou člověka a okolním vzduchem. Hodnota izolace je stejně jako hodnota metabolismu důležitým faktorem, který má vliv na stanovení optimální teploty interiérového vzduchu pro zajištění tepelné pohody a zdraví uživatelů v interiéru.

Jednotka clo vyjadřuje izolaci oblečení. V roce 1941 byla stanovena hodnota 1 clo, která vyznačuje tepelnou izolaci muže oblečeného v obleku. 1 clo představuje tepelný odpor $I = 0,155 \text{ [m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}]$, ($R = 0,155 \text{ I}$). Pro nahého člověka je $I = 0 \text{ clo}$. [5]



Obr. 3 Izolace souboru oblečení (obrázek kreslila Ing. Vyoralová) [5]

4.1 Převod tepelných vlastností na hodnotu CLO

Jak již bylo zmíněno, 1 clo představuje tepelný odpor $I = 0,155 \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$. Protože se jedná o celkovou hodnotu CLO vrchních materiálů, bude hodnota CLO vypočítána jako průměrný tepelný odpor ku $I = 0,155 \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$. Kdyby ovšem byla celková hodnota CLO hodnocena ve vrstvách, bylo by nutné jednotlivé vrstvy sečíst a vynásobit koeficientem 0,82, jak praví norma ČSN EN ISO 7730. Celková hodnota CLO bude následně zařazena podle tabulky č. 1.[10,11]

Tab. 1 Tepelný odpor vybraných jednotlivých částí oblečení [9]

Popis ošacení	Tepelný odpor (clo)
Svetry	
Vesta bez rukávů	0,12
Tenký svetr	0,20
Svetr	0,28
Silný svetr	0,35
Saka	
Lehké, letní sako	0,25
Sako	0,35
Bundy	
Lehké	0,22
Těžké	0,49

5 PLOŠNÉ TEXTILIE

5.1 Tkaniny

Vznikají proplétáním osnovní nitě v podélném směru a útkové nitě v příčném směru. Tam, kde se střetává osnovní a útková nit, vzniká vazný bod. U tkanin vznikají tři základní vazby: plátno, kepr a atlas. [7]

5.2 Pleteniny

Vznikají vzájemným proplétáním oček. Používají se na výrobu spodního prádla, punčochového zboží a některých typů svrchního oblečení. Pleteniny se vyznačují větší tažností, prodyšností, tepelnou izolačností a mají menší stálost tvaru. [7]

Pleteniny zátažné – ve směru vodorovném, snadno paratelná po řádcích

Pleteniny osnovní – ve směru svislém, párání je u osnovní pleteniny problematické [7]

PRAKTICKÁ ČÁST

Měření vzorků bylo prováděno na přístroji Alambeta, který je umístěn na katedře hodnocení textilií. Pro větší přesnost bylo měření provedeno 5x. Focení bylo 20x zvětšeno. Materiálové složení vzorků bylo zjištěno na přístroji Boetius.

Statistické vyhodnocení dat, bylo provedeno výpočtem aritmetického průměru, směrodatné odchylky a intervalu spolehlivosti.

6 ROZBOR VZORKŮ

Materiál 1

Barva: hnědá

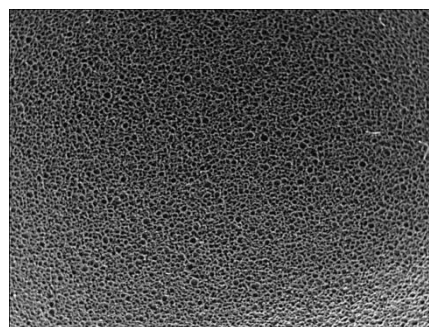
Počet vrstvení: 2

Materiál: 100% Polyester

Vazba: pletenina, materiál lehce počesán

Plošná hmotnost: 177,28 g/m²

Tloušťka: 0,378 mm



Foceno z rubu

Materiál 2

Barva: světle hnědá

Počet vrstvení: 2

Materiál: 100% Polyester

Dostava: Líc sloupek – 170 oček na 10 cm

řádek – 130 oček na 10 cm

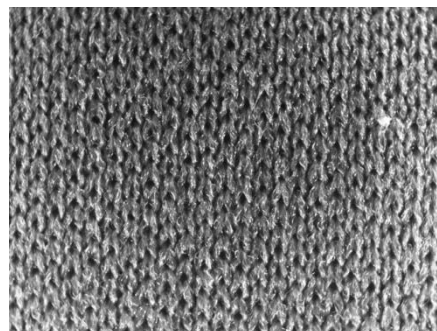
Rub osnova – 350 nití na 10 cm

útek – 280 nití na 10 cm

Vazba: Líc – hladká jednolící zátavná pletenina, Rub - tkanina

Plošná hmotnost: 163,6 g/m²

Tloušťka: 0,52 mm



Materiál 3

Barva: pískově žlutá

Počet vrstvení: 2

Materiál: 100% Polyester

Dostava: Líc sloupek – 180 oček na 10 cm

řádek – 120 oček na 10 cm

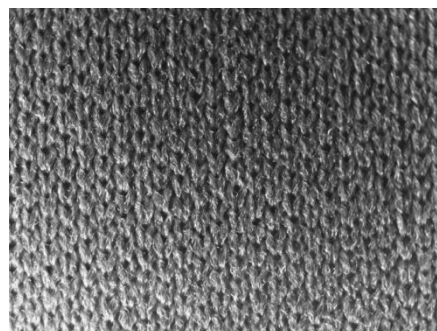
Rub osnova – 390 nití na 10 cm

útek – 330 nití na 10 cm

Vazba: Líc – hladká jednolící zátavná pletenina, Rub - tkanina

Plošná hmotnost: 152,72 g/m²

Tloušťka: 0,523 mm



Materiál 4

Barva: hnědá

Počet vrstvení: 2

Materiál: 100% Polyester

Dostava: Líc sloupek – 160 oček na 10 cm

řádek – 130 oček na 10 cm

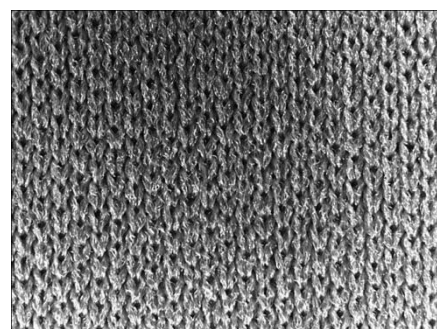
Rub osnova – 310 nití na 10 cm

útek – 260 nití na 10 cm

Vazba: Líc – hladká jednolící zátavná pletenina, Rub - tkanina

Plošná hmotnost: 160,76 g/m²

Tloušťka: 0,516 mm



Materiál 5

Barva: tmavě modrá

Počet vrstvení: 2

Materiál: 100% Polyester

Dostava: Líc sloupek – 250 oček na 10 cm

řádek – 180 oček na 10 cm

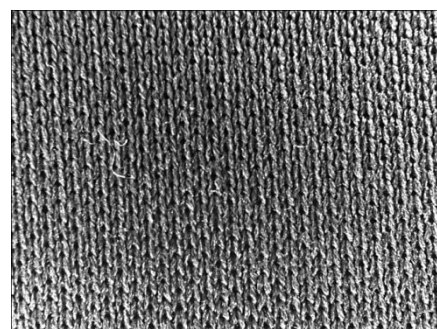
Rub osnova – 380 nití na 10 cm

útek - 320 nití na 10 cm

Vazba: Líc – hladká jednolící zátavná pletenina, Rub - tkanina

Plošná hmotnost: 137,96 g/m²

Tloušťka: 0,348 mm



Materiál 6

Barva: tmavě hnědá

Počet vrstvení: 2

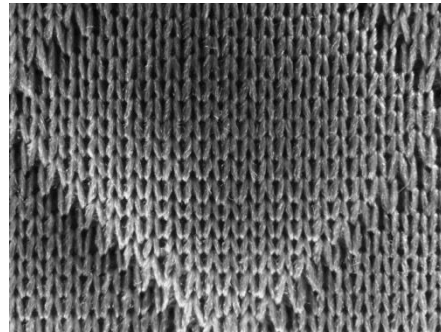
Materiál: 100% Polyamid 6,6

Dostava: sloupek – 170 oček na 10 cm
řádek – 130 oček na 10 cm

Vazba: Líc - hladká jednolící zátážná pletenina

Plošná hmotnost: 244,6 g/m²

Tloušťka: 0,75 mm



Materiál 7

Barva: oranžová

Počet vrstvení: 2

Materiál: 100% Polyester

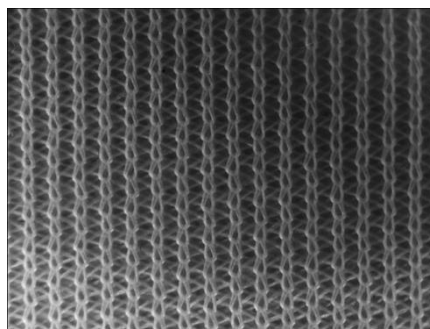
Dostava: Líc osnova – 180 oček na 10 cm
útek – 120 oček na 10 cm

Rub osnova – 210 nití na 10 cm
útek – 200 nití na 10 cm

Vazba: Líc – osnovní pletenina – trikot, Rub - tkanina

Plošná hmotnost: 234,96 g/m²

Tloušťka: 0,426 mm



Materiál 8

Barva: žlutá

Počet vrstvení: 2

Materiál: 100% Polyester

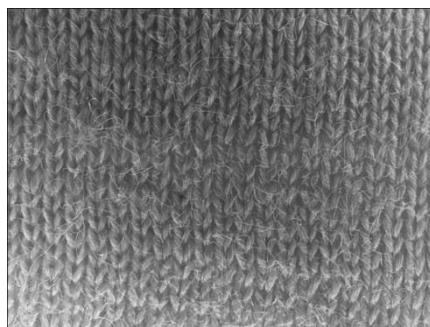
Dostava: Líc sloupek – 180 oček na 10 cm
řádek – 150 oček na 10 cm

Rub osnova – 300 nití na 10 cm
útek – 240 nití na 10 cm

Vazba: Líc – hladká jednolící zátážná pletenina, Rub - tkanina

Plošná hmotnost: 314,48 g/m²

Tloušťka: 0,528 mm



Materiál 9

Barva: černo-šedivá

Počet vrstvení: 2

Materiál: 100% Polyester

Dostava: Líc sloupek – 170 oček na 10 cm

řádek – 130 oček na 10 cm

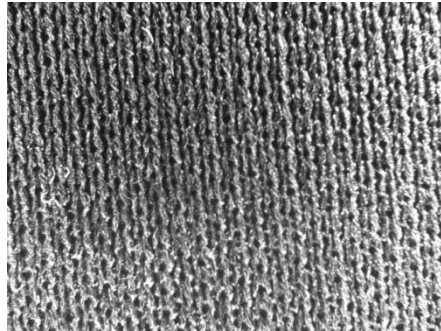
Rub osnova – 280 nití na 10 cm

útek – 240 nití na 10 cm

Vazba: Líc – hladká jednolící zátěžná pletenina, Rub - tkanina

Plošná hmotnost: 262,8 g/m²

Tloušťka: 0,616 mm



Materiál 10

Barva: bílá

Počet vrstvení: 2

Materiál: 100% Polyester

Dostava: Rub osnova – 340 nití na 10 cm

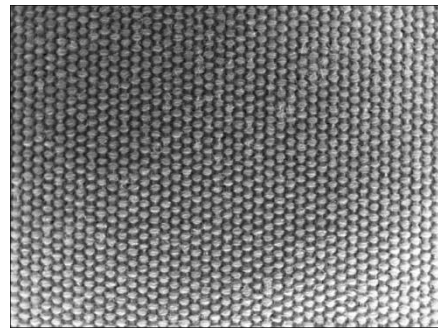
útek – 290 nití na 10 cm

Vazba: Líc - tkanina, materiál počesán, Rub – tkanina

Foceno z rubu

Plošná hmotnost: 265,48 g/m²

Tloušťka: 0,832 mm



Materiál 11

Barva: hnědo-černá

Počet vrstvení: 2

Materiál: 100% Polyester

Dostava: Rub osnova – 210 nití na 10 cm

útek – 190 nití na 10 cm

Vazba: Líc - tkanina, materiál počesán, Rub – tkanina

Foceno z rubu

Plošná hmotnost: 250,12 g/m²

Tloušťka: 0,942 mm



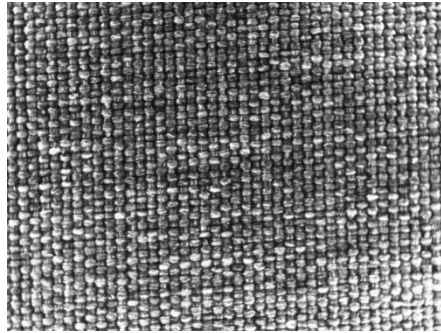
Materiál 12

Barva: šedá

Počet vrstvení: 3

Materiál: 100% Polyamid 6,6

Dostava: Rub osnova – 290 nití na 10 cm
útek – 260 nití na 10 cm



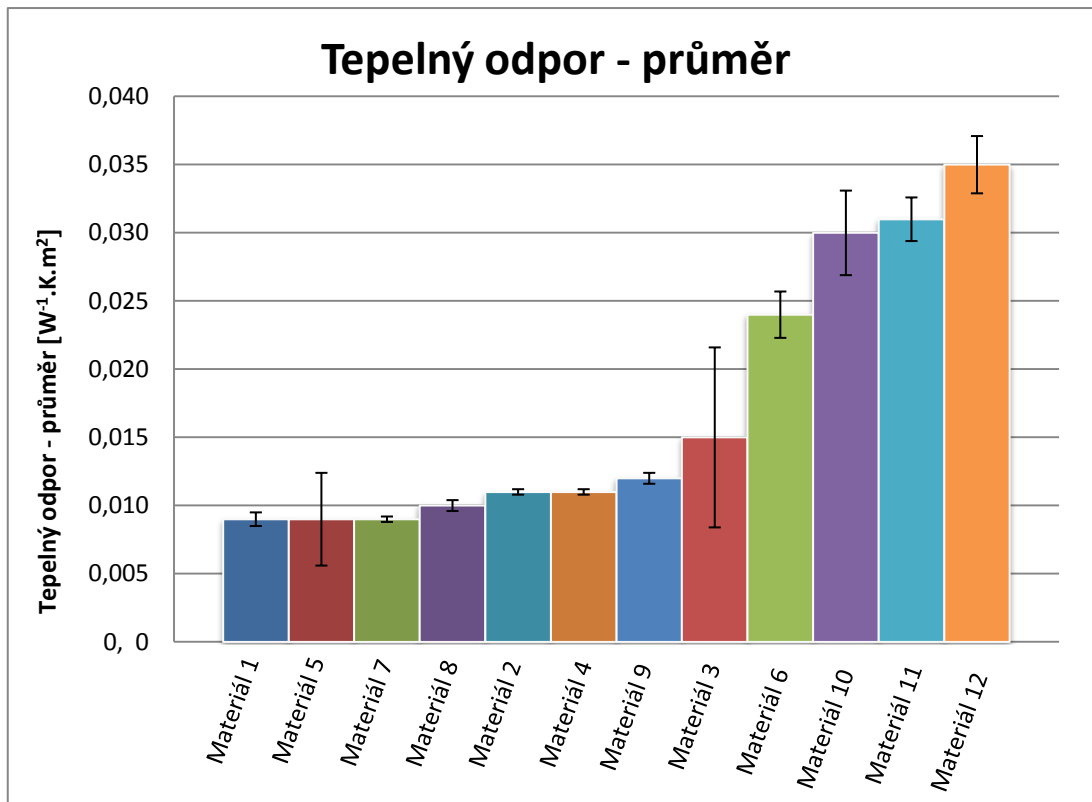
Vazba: Líc - tkanina, materiál počesán, Rub – tkanina

Foceno z rubu

Plošná hmotnosť: 338,6g/m²

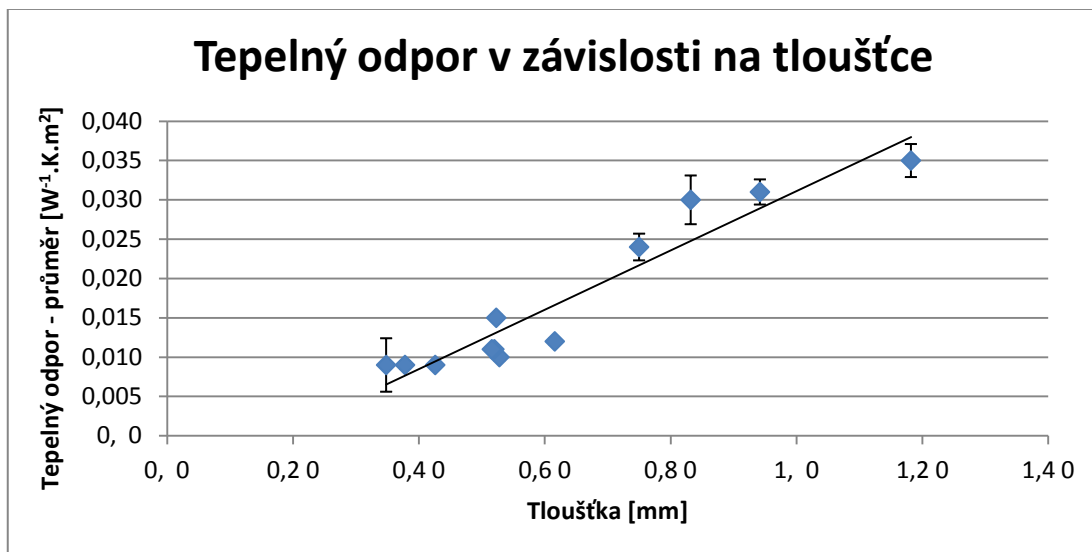
Tloušťka: 1,182 mm

7 TEPELNÝ ODPOR A TEPELNÁ JÍMAVOST



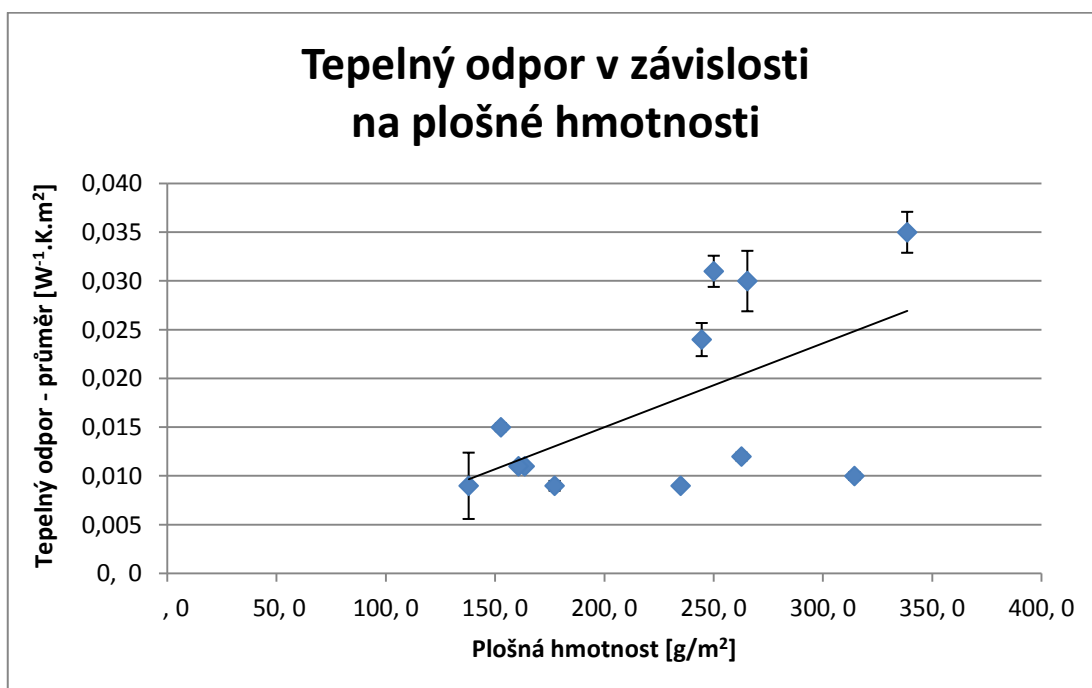
Graf 1 Tepelný odpor – průměr

Graf 1 zobrazuje průměrné hodnoty tepelného odporu seřazené vzestupně. Lze předpokládat, že materiály 10,11 a 12 mají oproti ostatním materiálům větší odpor díky počesané lící straně. Oproti tomu materiál 1 až 3 (bráno vzestupně) mají poměrně nižší tepelný odpor, tudíž lze říci, že tyto materiály budou mít podobné vlastnosti. U tepelného odporu je násobitel hodnoty 10^{-3} .



Graf 2 Tepelný odpor v závislosti na tloušťce

U grafu 2 jsme použili lineární spojnicí trendu, která podle předpokladů značí vysokou závislost mezi tepelným odporem a tloušťkou, viz rovnice č. (4), ze které je patrné, že do výpočtu tepelného odporu vstupuje tloušťka. Korelace tloušťky a tepelného odporu je 0,993. Násobitel hodnoty u tepelného odporu je 10^{-3} .



Graf 3 Tepelný odpor v závislosti na plošné hmotnosti

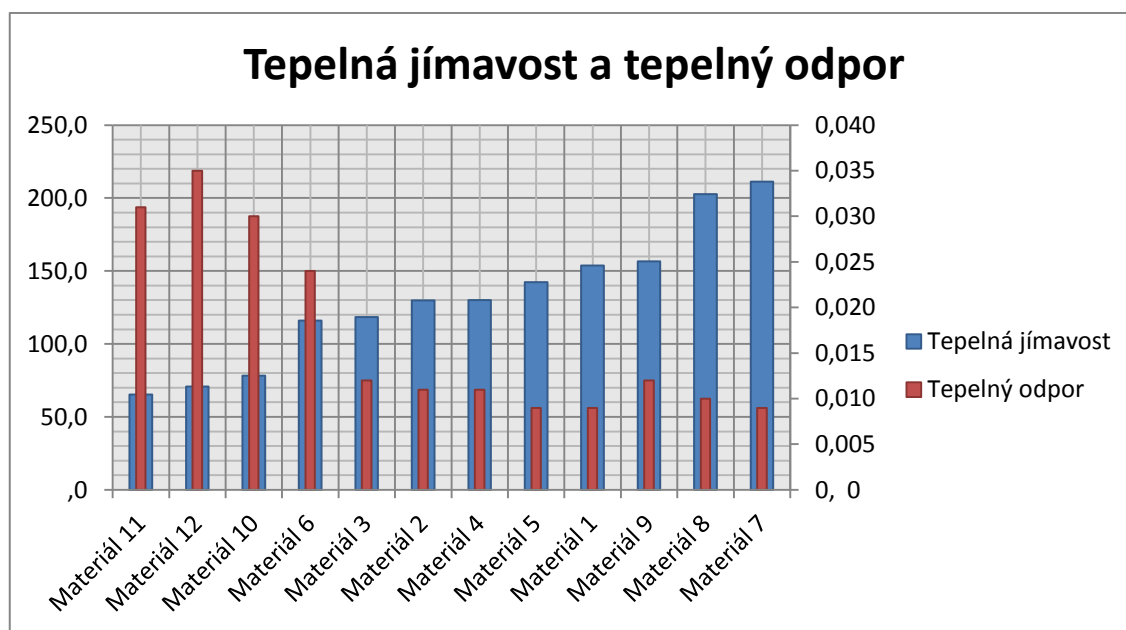
Na plošné hmotnosti se silná závislost s tepelným odporem nepotvrdila. Korelace je 0,599, což je pouze mírná závislost. Některé hodnoty jsou výrazně odlehle, což odpovídá jinému charakteru materiálu. Násobitel hodnoty u tepelného odporu je 10^{-3} .

Tab. 2 Průměrné hodnoty tepelné jímovosti a tepelného odporu

Materiály	Tepelná jímovost průměr	Tepelný odpor průměr
Materiál 1	153,8	0,009
Materiál 2	129,8	0,011
Materiál 3	118,5	0,012
Materiál 4	130,2	0,011
Materiál 5	142,4	0,009
Materiál 6	116,0	0,024

Materiály	Tepelná jímovost průměr	Tepelný odpor průměr
Materiál 7	211,2	0,009
Materiál 8	202,8	0,010
Materiál 9	156,6	0,012
Materiál 10	78,4	0,030
Materiál 11	65,3	0,031
Materiál 12	70,9	0,035

V následujícím grafu bude porovnána průměrná hodnota tepelné jímovosti a tepelného odporu. Dále bude tepelná jímovost zařazena podle tabulky, viz přílohy Tab 5



Graf 4 Porovnání tepelné jímovosti a tepelného odporu

Graf 4 ukazuje, že u vyššího tepelného odporu, tudíž materiály 10 až 12, je tepelná jímavost poměrně nízká, kdežto u materiálů s menším tepelným odporem, se hodnoty tepelné jímavost pohybují ve vyšších číslech. Zde můžeme říci, že čím vyšší tepelná jímavost, tím je menší tepelný odpor. Podle Tab 5, viz přílohy, můžeme většinu materiálů zařadit do kategorie: Hladká vlna/PES tkaniny nebo vlněné tkaniny s nerovným povrchem. Materiály 10 až 12 se dají zařadit do kategorie: Lehké nebo žebrové vlněné prstencové úplety, počesané lehká vlna/PES - Tkaniny, broušené jemnovlákně PES úplety. V obou tabulkových případech se jedná o materiály, u nichž se očekává určitá tepelná izolace, aniž by tloušťka materiálu nutně dosahovala vysokých hodnot. Testované materiály svým charakterem toto zobecnění také splňují. Softshelové materiály jsou přímo určeny k ochraně nositele při co nejnižších hmotnostech textilie.

8 ZAŘAZENÍ TESTOVANÝCH MATERIÁLŮ

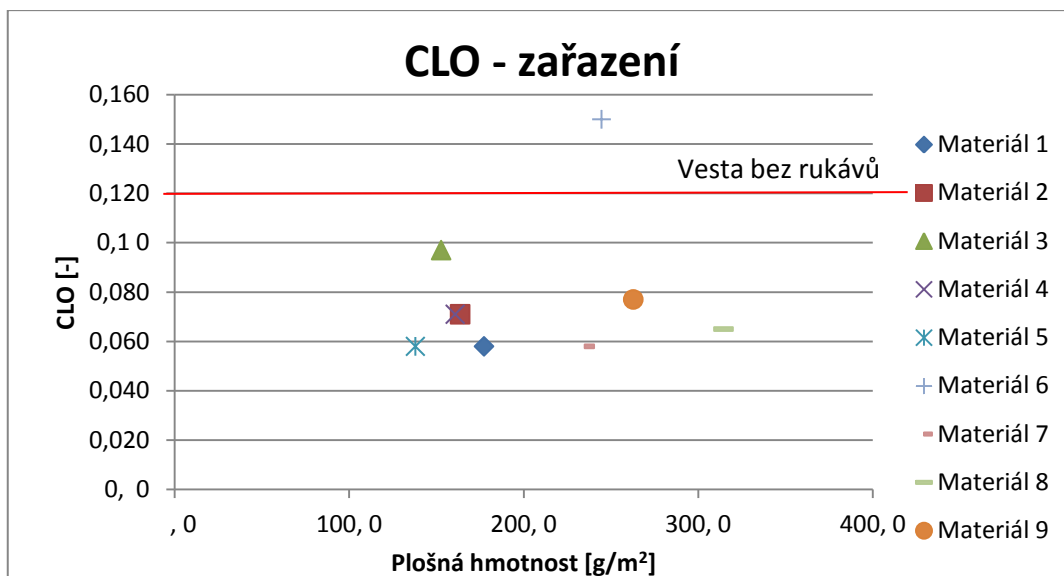
Jako testované materiály byly použity vrchové oděvy – lehké bundy.

V tabulce č. 3 bude vypočtena hodnota CLO podle tepelného odporu a následně budou hodnoty porovnány s tabulkou č. 1.

Tab. 3 Tepelný odpor a hodnota CLO u jednotlivých materiálů

Měřené vzorky	Průměr (tepelný odpor)	Směrodatná odchylka	Konfidence 95% IS	Tloušťka [mm]	Plošná hmotnost [g/m ²]	CLO
Materiál 1	0,009	0,0004	0,0005	0,378	177,28	0,058
Materiál 2	0,011	0,0002	0,0002	0,520	163,60	0,071
Materiál 3	0,015	0,0053	0,0004	0,523	152,72	0,097
Materiál 4	0,011	0,0002	0,0002	0,516	160,76	0,071
Materiál 5	0,009	0,0027	0,0034	0,348	137,96	0,058
Materiál 6	0,024	0,0014	0,0017	0,750	244,60	0,150
Materiál 7	0,009	0,0002	0,0002	0,426	234,96	0,058
Materiál 8	0,010	0,0003	0,0004	0,528	314,48	0,065
Materiál 9	0,012	0,0003	0,0004	0,616	262,80	0,077
Materiál 10	0,030	0,0025	0,0031	0,832	265,48	0,194
Materiál 11	0,031	0,0013	0,0016	0,942	250,12	0,200
Materiál 12	0,035	0,0017	0,0021	1,182	338,60	0,226

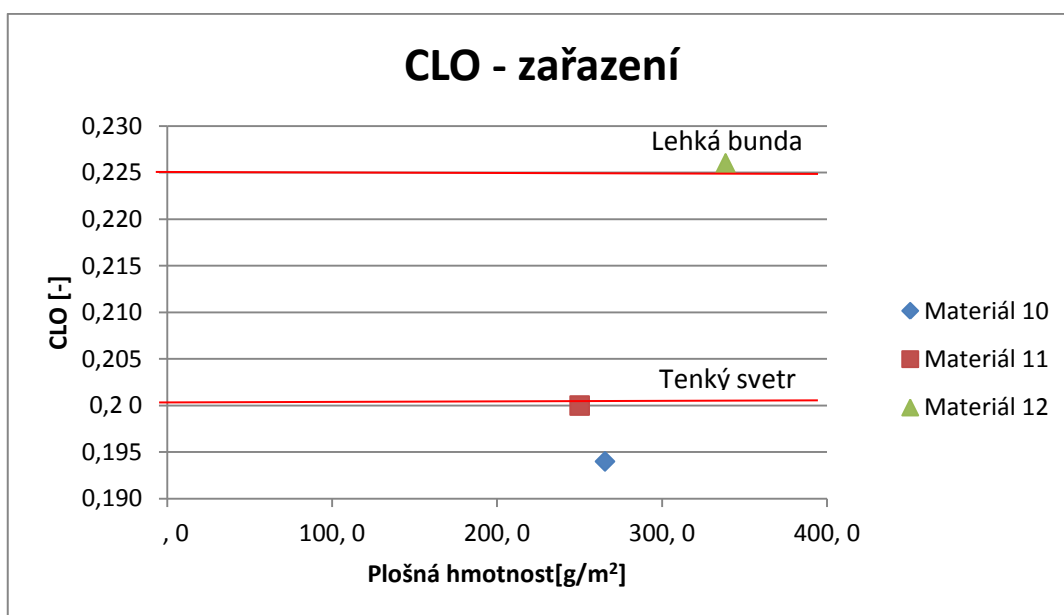
U materiálů 1 až 9 se hodnoty CLO pohybují od 0,058 do 0,15; což jsou poměrně malá čísla. Tyto materiály jsou podle Tab 1 zařaditelné k hodnotě 0,12; což by bylo nejbližší vestě bez rukávů.



Graf 5 Hodnoty CLO materiálů 1 až 9

Z tohoto grafu je vidět, že materiály 1 až 9 jsou velice lehké, proto se v přepočtu jejich hodnota pohybuje na úrovni vesty bez rukávů. Zde není uvažováno o pokrytí těla bez rukávů, kvůli určitému procentu pokrytí těla s hodnotami CLO.

U materiálů 10 až 12 se hodnoty CLO pohybovaly od 0,194 do 0,226. Materiál 10 a 11 můžeme zařadit do kategorie tenký svetr, který má hodnotu 0,20. U materiálu 12 je nejbližší hodnota 0,226; což je zařaditelné k lehkým bundám.



Graf 6 Hodnota CLO materiálů 10 až 12

Podle grafu je patrné, že tyto tři materiály jsou už přiřaditelné k lehkým bundám. Oproti materiálům 1 až 9 jsou tyto hodnoty o trochu vyšší, ale pořád vycházejí hodnoty poměrně nízko. Materiály 10, 11 a 12 se oproti ostatním materiálům lišily tím, že měly hustě počesanou lící stranu.

Z hlediska CLO a limitů, definované materiály vyjadřují poměrně malou hodnotu CLO a malý tepelný odpor. Z hlediska použití materiálu by všechny hodnoty měly připadat k lehké bundě.

9 DISKUZE VÝSLEDKŮ

Tato bakalářská práce je zaměřena na zkoumání vrchových materiálů, které spadají pod kategorii lehčí bundy, které se s ohledem na vlastnosti dají nosit v teplejších podnebích.

V praktické části byly měřeny na přístroji Alambeta hodnoty tepelných vlastností jednotlivých materiálů. Následně byly materiály zařazeny k hodnotám CLO podle Tab 5.

Hodnoty průměrného tepelného odporu se pohybovaly v rozmezí 0,009 až 0,035 [$W^{-1} \cdot K \cdot m^2$]. Nejvyšší tepelný odpor měly materiály 10, 11 a 12, které jsou z lící strany počesané. Tyto tři materiály jsou stejné vazbou, kterou je tkanina, jak z lící strany, tak i z rubní strany. Materiály 1 až 9 mají vazbu pleteniny. Materiálové složení je skoro u všech materiálů stejné a to 100% Polyester, jen u materiálu 6 a 12 je to 100% Polyamid 6,6. Dá se předpokládat, že nejmenší tepelný odpor mají materiály 1, 5 a 7, které mají zároveň nejmenší tloušťku.

Hodnoty tepelné jímavosti se pohybovaly v rozmezích 65,3 až 202,8 [$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$]. Nejlepší hodnoty jsou opět u materiálů 10, 11 a 12, které mají tepelnou jímavost nejnižší a tudíž nejlepší izolační vlastnosti. Dá se říci, že hlavní roli u těchto materiálů má specifická vlastnost a tou je počesání z lící strany. Naopak nejhorší izolační vlastnosti jsou u materiálů 7 a 8, které se zároveň vyznačují nízkým tepelným odporem. Materiály 1 až 9 zařazujeme do kategorie: Hladká vlna/PES tkaniny nebo vlněné tkaniny s nerovným povrchem. Materiály 10 až 12 můžeme zařadit do kategorie: Lehké nebo žebrové vlněné prstencové úplety, počesaná lehká vlna/PES – Tkaniny, broušené jemnovlákněné PES úplety.

Naměřené hodnoty tepelného odporu jednotlivých materiálů byly převedeny na hodnotu CLO a následně byly materiály zařazeny podle Tab. 1.

Na začátek můžeme říci, že průměrná hodnota tepelného odporu vyšla poměrně nízká, tudíž výsledky jednotlivých materiálů v CLO hodnotách musely vyjít také poměrně nízké.

U materiálů 1 až 9 se hodnoty CLO pohybují velice nízko a to od 0,058 do 0,15; což podle Tab. 2 bylo nejbližší vestě bez rukávů, u které je CLO 0,12.

Hodnota materiálu 6 je nad hranicí kategorie pro vestu bez rukávů, tudíž 0,12 CLO. Nemůžeme ho však přiřadit k jiné kategorii, která má CLO vyšší, bereme-li v potaz nejbližší hodnotu k dané kategorii.

U materiálů 10 až 12 se hodnoty CLO pohybují od 0,194 do 0,226. Zde jsou hodnoty CLO trochu vyšší než u předchozích materiálů. Materiály 10 a 11 můžeme zařadit do kategorie tenký svetr, který má danou hodnotu 0,20 CLO. Materiál 12 má hodnotu CLO nejvyšší a to 0,226. Tento materiál přiřadíme k lehké bundě.

Dá se říci, že tyto tři materiály jsou přiřaditelné k lehkým bundám.

Jak již bylo zmíněno, jednotlivé materiály jsou charakteristické svým materiálovým složením, které je u všech kromě materiálu 6 a 12 100%Polyester, u materiálu 6 a 12 je to 100% Polyamid 6,6. U materiálů 10 – 12 vyšel tepelný odpor vysoký a tepelná jímavost nízká, protože tyto materiály byly z lící strany hustě počesány.

ZÁVĚR

V teoretické části byla rozebrána definice komfortu textilií, vlastnosti vrchových oděvních materiálů, tepelné vlastnosti materiálů a v neposlední řadě byla vysvětlena izolace oblečení a plošné textilie.

Cílem této bakalářské práce bylo změřit 12 materiálů na přístroji Alambeta, poté statisticky vyhodnotit tepelné vlastnosti a výsledné hodnoty převést na hodnotu CLO a materiály zařadit podle příslušné kategorie. Jednotlivé materiály jsou popsány v praktické části a pro přehled zobrazeny v tabulkách a grafech.

Výsledky měření potvrdily, že současný trend odlehčování softshelových materiálů vede ke snížení tepelného odporu a tím snižuje hodnotu CLO. Takové materiály jsou sice vhodné pro daný účel použití, tedy venkovní nošení pro ochranu, ovšem nemohou plnohodnotně nahradit vrstvené materiály s výplňkovou tepelně izolační vrstvou. Pokud je třeba vyšší ochrany proti poklesu teploty, je třeba volit přiměřeně izolační druhou vrstvu.

V dnešní době je na světě jeden velký trend a to odlehčování materiálů. Tato práce byla zaměřena na zkoumání tepelných vlastností materiálů, které byly definovány jako lehké bundy. Do budoucna by bylo přínosné otestovat tyto materiály pro ochranu uživatele dvěma testy a to: odolnost proti větru a odolnost proti průniku vody, což nebylo tématem této práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

- [1] Hes, L.: *Úvod do komfortu textilií*, Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0
- [2] Jakoubková, D.: *Typologie materiálů, vše kolem textilií: Zátěr a membrána*. OutdoorGuide: časopis pro život za dveřmi [online]. 27.11.2009 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.outdoorguide.cz/zater-a-membrana-40.html>
- [3] Knížek, R.: *Oděvy pro sportovní a outdoorové aktivity*: Technická univerzita v Liberci, 2013. ISBN 978-80-7494-012-5
- [4] Interní norma č. 23-303-01/01: *Zjišťování stupně vlhkostní jímavosti textilií*. Vnitřní norma Fakulty textilní TUL, 2003
- [5] Centnerová, L.: *Izolace oblečení*, TZB-info: odborné publikace [online]. 14.6.2001 [cit. 2015-01-16]. Dostupné z www.tzb-info.cz/576-izolace-obleceni
- [6] Katedra oděvnictví, [online]. [cit. 2015-01-16]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/ALAMBETA1.pdf>
- [7] Dorner, H.; Koller, K.; Lassnig, W.: *Zbožiznalství: Oděvy a textilie*, Praha, 1995. ISBN 80-901-871-5-3
- [8] Bolda, L.: *Membrány a zátěry pod lupou*, Průvodce světem cestování a vybavení [online]. 27.2.2002 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: http://www.kalimera.cz/membrany_a_zatery_pod_lupou.html
- [9] *Human Comfort and Health Requirements*, Odborný článek,[online]. [cit. 2015-03-30]. Dostupné z: http://courses.washington.edu/me333afe/Comfort_Health.pdf
- [10] Šteklová, P.: *Tepelný komfort vrstvených zimních oděvů*, Diplomová práce, TUL, 2014
- [11] Česká technická norma, ČSN EN ISO 7730, *Ergonomie tepelného prostředí*, říjen 2006

SEZNAM GRAFŮ, OBRÁZKŮ, TABULEK A ROVNIC

Grafy

Graf 1: Tepelný odpor – průměr.....	25
Graf 2: Tepelný odpor v závislosti na tloušťce.....	26
Graf 3: Tepelný odpor v závislosti na plošné hmotnosti.....	26
Graf 4: Porovnání tepelné jímavosti a tepelného odporu.....	27
Graf 5: Hodnota CLO materiálů 1 až 9.....	30
Graf 6: Hodnota CLO materiálů 10 až 12.....	30

Obrázky

Obr. 1: Funkce membrány.....	13
Obr. 2: Schéma měřicího přístroje Alambeta.....	14
Obr. 3: Izolace souboru oblečení.....	17

Tabulky

Tab. 1 Tepelný odpor vybraných jednotlivých částí oblečení.....	18
Tab. 2 Průměrné hodnoty tepelné jímavosti a tepelného odporu.....	27
Tab. 3 Tepelný odpor a hodnota CLO u jednotlivých materiálů.....	29
Tab. 4 Naměřené hodnoty, statistické zpracování.....	36
Tab. 5 Tepelný odpor všech částí oblečení.....	39
Tab. 6 Hodnoty tepelné jímavosti.....	40

Rovnice

(1) Měrná tepelná vodivost.....	18
(2) Měrná tepelná kapacita.....	18
(3) Tepelná jímavost.....	18
(4) Plošný odpor vedení tepla.....	18
(5) Měrná teplotní vodivost.....	18
(6) Tepelný tok.....	19

PŘÍLOHY:

Tab. 4 Naměřené hodnoty, statistické zpracování

Materiál 1	Měření					Průměr	Směr. odchylk a	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	0,0499	0,0501	0,0531	0,0526	0,052	0,052	0,0015	0,0019
A	0,118	0,127	0,117	0,096	0,108	0,113	0,0117	2,7852
b	145	141	155	170	158	153,8	11,4324	14,2134
r	0,0097	0,0098	0,009	0,009	0,0092	0,009	0,0004	0,0005
h	0,48	0,49	0,48	0,47	0,48	0,480	0,0071	0,0088
P	1,21	1,17	1,22	1,26	1,24	1,220	0,0339	0,0421
q	0,433	0,417	0,469	0,485	0,464	0,454	0,0278	0,0345

Materiál 2	Měření					Průměr	Směr. odchylk a	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	0,0534	0,0535	0,0517	0,0535	0,0542	0,053	0,0009	0,0011
A	0,166	0,162	0,181	0,166	0,166	0,168	0,0074	0,0092
b	131	133	121	131	133	129,8	5,0200	6,2411
r	0,0111	0,0112	0,0115	0,0113	0,0112	0,011	0,0002	0,0002
h	0,59	0,6	0,59	0,61	0,61	0,600	0,0100	0,0124
P	1,2	1,22	1,22	1,23	1,22	1,218	0,0110	0,0136
q	0,388	0,395	0,391	0,397	0,397	0,394	0,0040	0,0050

Materiál 3	Měření					Průměr	Směr. odchylk a	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	x	0,0487	0,0501	0,0521	0,0482	0,05	0,0017	0,0063
A	x	0,177	0,19	0,182	0,16	0,177	0,0127	0,1069
b	x	116	115	122	121	118,5	3,5119	30,537
r	x	0,0122	0,0121	0,0121	0,0128	0,012	0,0003	0,0004
h	x	0,59	0,61	0,63	0,62	0,613	0,0171	0,1830
P	x	1,25	1,24	1,27	1,31	1,268	0,031	0,0834
q	x	0,38	0,378	0,387	0,381	0,382	0,0039	0,1016

Materiál 4	Měření					Průměr	Směr. odchylk a	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	0,0528	0,0535	0,0531	0,0522	0,0528	0,053	0,0005	0,0006
A	0,178	0,166	0,18	0,149	0,156	0,166	0,0135	0,0168
b	126	131	125	135	134	130,2	4,5497	5,6564
r	0,0115	0,0113	0,0113	0,0117	0,0115	0,011	0,0002	0,0002
h	0,61	0,61	0,6	0,6	0,61	0,606	0,0055	0,0068
P	1,25	1,24	1,21	1,27	1,27	1,248	0,0249	0,0309
q	0,396	0,399	0,393	0,399	0,408	0,399	0,0056	0,0070

Materiál 5	Měření					Průměr	Směr. odchylk a	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	0,0443	0,0544	0,0528	0,0532	0,0541	0,052	0,0042	0,0052
A	0,154	0,128	0,115	0,131	0,141	0,134	0,0146	0,0182
b	113	152	156	147	144	142,4	17,0675	21,2192
r	0,0137	0,0074	0,0075	0,0078	0,0077	0,009	0,0027	0,0034
h	0,61	0,4	0,4	0,42	0,42	0,450	0,0900	0,1112
P	1,24	1,11	1,13	1,14	1,12	1,148	0,0526	0,0654
q	0,345	0,48	0,485	0,481	0,472	0,453	0,0603	0,0750

Materiál 6	Měření					Průměr	Směr. odchylk a	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	0,043	0,0445	0,0443	0,0455	0,0455	0,045	0,0010	0,0012
A	0,148	0,145	0,162	0,14	0,147	0,148	0,0082	0,0102
b	112	117	110	122	119	116,0	4,9497	6,1537
r	0,0244	0,026	0,0249	0,0237	0,0222	0,024	0,0014	0,0017
h	1,05	1,16	1,1	1,08	1,01	1,080	0,0561	0,0697
P	2,21	2,64	2,28	2,44	2,2	2,354	0,1865	0,2319
q	0,386	0,433	0,39	0,434	0,415	0,412	0,0229	0,0285

Materiál 7	Měření					Průměr	Směr. odchylka	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	0,0577	0,0571	0,0556	0,0572	0,0565	0,057	0,0008	0,0009
A	0,08	0,074	0,068	0,069	0,072	0,073	0,0048	0,0060
b	204	210	213	218	211	211,2	5,0695	6,3027
r	0,0089	0,009	0,009	0,0087	0,0087	0,009	0,0002	0,0002
h	0,51	0,51	0,5	0,5	0,49	0,502	0,0084	0,0104
P	1,4	1,42	1,42	1,43	1,4	1,414	0,0134	0,0167
q	0,54	0,538	0,541	0,546	0,55	0,543	0,0049	0,0061

Materiál 8	Měření					Průměr	Směr. odchylka	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	0,067	0,0657	0,0625	0,0657	0,0656	0,065	0,0017	0,0021
A	0,099	0,107	0,099	0,102	0,112	0,104	0,0056	0,0070
b	213	201	198	206	196	202,8	6,8337	8,4960
r	0,0093	0,0096	0,0101	0,0098	0,0101	0,010	0,0003	0,0004
h	0,63	0,63	0,63	0,65	0,66	0,640	0,0141	0,0175
P	1,36	1,39	1,39	1,42	1,39	1,390	0,0212	0,0264
q	0,499	0,504	0,486	0,506	0,489	0,497	0,0089	0,0111

Materiál 9	Měření					Průměr	Směr. odchylka	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	0,0564	0,0564	0,0566	0,0554	0,0569	0,056	0,0006	0,0007
A	0,127	0,134	0,133	0,124	0,128	0,129	0,0042	0,0052
b	158	154	155	157	159	156,6	2,0736	2,5780
r	0,0119	0,0127	0,0124	0,0124	0,0124	0,012	0,0003	0,0004
h	0,67	0,71	0,7	0,69	0,71	0,696	0,0167	0,0208
P	1,42	1,46	1,45	1,47	1,47	1,454	0,0207	0,0257
q	0,436	0,427	0,435	0,442	0,438	0,436	0,0055	0,0068

Materiál 10	Měření					Průměr	Směr. odchylka	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	0,0427	0,0447	0,045	0,0438	0,0438	0,044	0,0009	0,0010
A	0,417	0,304	0,297	0,311	0,289	0,324	0,0528	0,0656
b	66,1	81,1	85,2	78,4	81,4	78,440	7,3112	9,0897
r	0,0345	0,0283	0,0287	0,0304	0,0303	0,030	0,0025	0,0031
h	1,47	1,27	1,29	1,33	1,33	1,338	0,0782	0,0972
P	1,26	1,3	1,37	1,35	1,39	1,334	0,0532	0,0661
q	0,162	0,198	0,206	0,192	0,203	0,192	0,0177	0,0220

Materiál 11	Měření					Průměr	Směr. odchylka	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	0,0439	0,0448	0,0455	0,0448	0,0453	0,045	0,0006	0,0007
A	0,621	0,419	0,383	0,591	0,424	0,488	0,1097	0,1364
b	55,7	69,2	73,5	58,3	69,6	65,260	7,7797	9,6721
r	0,0322	0,0313	0,0291	0,0321	0,0304	0,031	0,0013	0,0016
h	1,41	1,4	1,33	1,44	1,38	1,392	0,0409	0,0508
P	1,22	1,29	1,28	1,24	1,31	1,268	0,0370	0,0460
q	0,167	0,181	0,19	0,17	0,188	0,179	0,0104	0,0129

Materiál 12	Měření					Průměr	Směr. odchylka	Konfidence 95% IS
	1	2	3	4	5			
λ	0,046	0,0469	0,0467	0,0469	0,0481	0,047	0,0008	0,0009
A	0,521	0,453	0,442	0,412	0,383	0,442	0,0518	0,0644
b	63,8	69,7	70,2	73,1	77,8	70,920	5,1183	6,3633
r	0,0364	0,0374	0,034	0,0341	0,0335	0,035	0,0017	0,0021
h	1,68	1,76	1,59	1,6	1,62	1,650	0,0707	0,0879
P	1,34	1,41	1,35	1,34	1,42	1,372	0,0396	0,0492
q	0,163	0,168	0,175	0,174	0,187	0,173	0,0090	0,0112

Tab. 5 Tepelný odpor všech částí oblečení

Popis ošacení	Tepelný odpor (clo)
Spodní prádlo	
Slipy	0,03
Kalhotky a podprsenka	0,03
Spodky s dlouhými nohavicemi	0,10
Nátělník	0,04
Tričko s krátkým rukávem	0,09
Tričko s dlouhým rukávem	0,12
Košile - halenky	
Krátké rukávy	0,15
Lehké, dlouhé rukávy	0,20
Normální dlouhé rukávy	0,25
Flanelová košile, dlouhé rukávy	0,30
Lehké halenky, dlouhé rukávy	0,15
Kalhoty	
Šortky	0,06
Lehké	0,20
Normální	0,25
Flanelové	0,28
Šaty - sukně	
Lehké sukně (letní)	0,15
Silné sukně (zimní)	0,25
Lehké šaty, krátké rukávy	0,20
Zimní šaty, dlouhé rukávy	0,40
Svetry	
Vesta bez rukávů	0,12
Tenký svetr	0,20
Svetr	0,28
Silný svetr	0,35
Saka	
Lehké, letní sako	0,25
Sako	0,35
Pracovní halena	0,30
Bundy	
Lehké	0,22
Těžké	0,49
Různé	
Ponožky	0,02
Silné ponožky ke kotníkům	0,05
Silonové punčochy	0,03
Boty s tenkou podrážkou	0,02
Boty se silnou podrážkou	0,04
Vysoké boty	0,10

Tab. 6 Hodnoty tepelné jímavosti

Alam-beta	Vliv struktury, složení a úpravy plošných textilií na jejich tepelnou jímavost b [$Ws^{1/2}/m^2K$] při přítlaku 200 kPa
20-40	Mikrovlákenné nebo jemnovlákenné PES netkané izolační textilie (NT)
30-50	Lehké počesané PES úplety, lehké vpichované a tepelně spojené PES NT
40-90	Lehké syntetické úplety (PAN) zejm. z tvarovaných vláken, počesané všívané koberce
70-120	Lehké nebo žebrové vlněné prstencové úplety, počesané lehká vlna/PES Tkaniny, broušené jemnovlákenné PES úplety
100-150	Lehké bavlněné či viskózové úplety, žebrové bavlněné tkaniny
130-180	Lehké upravené bavlněné úplety, počesané lehké vlněné tkaniny
150-200	Hladká vlna/PES tkaniny nebo vlněné tkaniny s nerovným povrchem
180-250	Tkaniny bavlna/viskóza s permanent press úpravou, nebo těžší hladké bavlnářské tkaniny, tkaniny z mikrovláken
250-350	Suché bavlněné košiloviny upravené pryskyřicí, těžké hladké vlnářské tkaniny
300-400	Suché tkaniny z viskózi, Lyocelu nebo hedvábí, hladké suché neupravené těžké bavlněné tkaniny (denimy)
330-500	Vnitřní strana povrchově zavlhčených (0,5 ml vody) dvouvrstevných "smart" úpletů z bavlny/PP nebo z bavlny/spec. PES profilových vláken
450-650	Těžké tkaniny z bavlny (denimy) nebo úplety ze spec. PES vláken (COOL-MAX) po aplikaci 0,5 ml vody
600-750	Žebrové úplety z bavlny nebo z bavlny/PES či úplety z mikrovláken povrchově zavlhčené
> 750	Běžné tkaniny a pleteniny ve vlhkém stavu
1600	Souvislá vrstva vody na textilií (není zahrnut vliv ochlazení odparem)