

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

BARBORA ŠMÍDOVÁ, BC.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3108 Průmyslový management

Studijní obor: Produktový management-Textil

**HODNOCENÍ PAROPROPUSTNOSTI VLNAŘSKÝCH
TEXTILIÍ VE VLHKÉM STAVU**
**EVALUATION OF VAPOR PERMEABILITY OF
WOOLLEN FABRICS UNDER WET CONDITIONS**

Barbora Šmídová, Bc.

KHT- 122

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.

Rozsah práce:

Počet stran textu ... 69

Počet obrázků 15

Počet tabulek 2

Počet grafů 16

Počet stran příloh.. 6

Zadání diplomové práce

(vložit originál)

PROHLÁŠENÍ

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

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

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si 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.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Mé poděkování patří Prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc. za jeho ochotu a pomoc při vedení této diplomové práce.

Dále bych ráda poděkovala společnostem Mileta a.s. a Nová Mosilana a.s. (Marzotto S.p.A.) za poskytnutí materiálů pro má měření.

Touto cestou bych také ráda vyjádřila své díky profesorkám Ada Ferri a Francesca Dotti za jejich odbornou pomoc při měření na přístroji Permetest.

V neposlední řadě patří má vděčnost zejména mé rodině a lidem kolem mě za jejich podporu a za to, že jsou.

ANOTACE

Tato diplomová práce se zaměřuje na komfort textilií a to především na komfort termofyziologický.

Práce je rozdělena do dvou hlavních částí. První, teoretická část se zabývá způsobem hodnocení termofyziologického komfortu s důrazem na přístroj Permetest.

V druhé části jsou teoretické poznatky využity v prováděných experimentech. Součástí práce je i zkoumání paropropustnosti materiálů na přístroji Permetest. Testování bylo prováděno při různých úrovních zavlhčení materiálu.

Cílem práce bylo zjistit vliv vlhkosti na paropropustnost materiálů vyrobených z vlny a polyesteru a ze směsi těchto materiálů.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Permetest, komfort, relativní paropropustnost, termofyziologický komfort

ANNOTATION

This Thesis is focused on comfort of textiles, mainly on thermo-physiological comfort.

This work is divided into two main parts. The first one, the theoretical part deals with various method of evaluation of thermo-physiological comfort. There is an emphasis on the Permetest instrument in this section.

There is also a testing procedure as a second part of this Thesis. The gained knowledge from theoretical section is used there. It was a Permetest instrument used to carry all experimental measurements under different states of humidity.

However, the main objective of this Thesis is to determine the influence of humidity on permeability of materials made of wool and polyester and their blends.

KEY WORDS:

Permetest, comfort, relative vapour permeability, thermo-physiological comfort

OBSAH

1. Úvod	10
2. Teoretická část	11
2.1 Komfort textilií	11
2.1.1 Psychologický komfort	11
2.1.2 Sensorický komfort	12
2.1.3 Patofyziologický komfort	12
2.1.4 Termofyziologický komfort	12
2.2 Kožní soustava	14
2.2.1 Funkce kůže	14
2.2.2 Složky kůže.....	14
2.2.3 Kožní deriváty	15
2.3 Termoregulace	16
2.3.1 Mechanismy termoregulace.....	17
2.3.2 Přestup tepla mezi člověkem a okolím	17
2.3.3 Odvod vlhkosti z lidského těla	20
2.4 Způsoby hodnocení termofyziologického komfortu textilií.....	21
2.4.1 ISO 11092:1993	21
Textiles-Determination of physiological properties- Measurement of thermal and water- vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test) Textilie-Zjišťování fyziologických vlastností-měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou destičkou)	21
2.4.2 Relativní propustnost vodních par podle ČSN 80 0855	22
2.4.3 DREO metoda	22
2.4.4 Model lidské kůže „Skin model“	23
2.4.5 Permetest.....	25
2.5 Nové principy hodnocení komfortu textilií	27
2.5.1 Potící torzo.....	27
2.5.2 Tepelný manekýn	28
2.5.3 Bioklimatické komory	28
2.6 Použitý materiál	29
2.6.1 Vlna	29
2.6.2 Charakteristika vláken	31
2.6.3 Polyesterová vlákna (PL).....	34
2.6.4 Charakteristika vláken	35
3. Praktická část	37
3.1 Použité materiály	37

3.1.1	Použité vazby tkanin	37
3.2	Měření testovaných vzorků na přístroji Permetest	40
3.2.1	Postup měření	40
3.2.2	Vliv vlhkosti na paropropustnost	42
3.3	Chyby měření	67
4.	Závěr	68
5.	Zdroje	70
6.	Přílohy	72

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZNAČEK

μm		mikrometr
mm		milimetr
cm		centimetr
m		metr
mm^2		milimetr čtvereční
cm^3		centimetr krychlový
%		procento
$^{\circ}\text{C}$		stupeň Celsia
RWVP	[%]	relativní propustnost vodních par
U	[%]	vlhkostní přivažek
s		sekunda
min		minuta
kg		kilogram
m.s^{-1} , m/s		metr za sekundu
q	$[\text{W.m}^{-2}]$	tepelný tok
tex		jednotka jemnosti příze
R_{et}	$[\text{m}^2.\text{Pa.W}^{-1}]$	výparný odpor
R_{ct}	$[\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}]$	tepelný odpor
W		Watt, jednotka výkonu
Pa		Pascal, jednotka tlaku
K		Kelvin, jednotka teploty ($^{\circ}\text{C} + 273,15$)
ρ	$[\text{kg/m}^3]$	měrná hustota
Σ		suma

1. ÚVOD

V dnešní době, kdy se na trhu spotřebního zboží setkáváme s nepřeberným množstvím textilií, se klade veliký důraz na vlastnosti materiálů. Jednou z nejdůležitějších charakteristik těchto materiálů je komfort textilií, především komfort termofyziologický. Ten bylo v dřívější době možno hodnotit pouze subjektivně. Nyní však existuje celá řada přístrojů a metod, které ho pomáhají definovat.

Diplomová práce je rozdělena do několika částí. Úvodní teoretická část práce je věnována právě důležitosti komfortu textilií a jejich součástí. Je zde uvedena i charakteristika jednotlivých složek, jako je komfort psychologický, senzorický, patofyziologický a termofyziologický. Zvláštní pozornost je věnována právě komfortu termofyziologickému a způsobech jeho hodnocení. Tento oddíl není věnován pouze komfortu textilií, ale popisuje také zkoumané materiály a jejich charakteristiky.

V následující praktické části je podrobně vystihnout experiment prováděný na přístroji Permetest. Ten byl zaměřen na stanovení relativní paropropustnosti vlnářských textilií pod vlivem vlhkosti. Bylo simulováno několik stupňů vlhkosti a naměřené hodnoty byly vyjádřeny pomocí grafů a tabulek v závěrečné části této práce.

Cílem mé práce je zjistit vliv různých úrovní zavlhčení na paropropustnost materiálů z vlny, polyesteru a jejich směsi.

Tato práce je určena především pro členy katedry hodnocení textilií. Prováděné experimenty nebyly dosud na vlnářských textiliích realizovány, proto by tato práce mohla sloužit v budoucnu všem, kteří budou podobná měření provádět a kteří budou chtít konfrontovat své výsledky s daty mnou naměřenými.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Komfort textilií

V posledních letech došlo k výraznému posunu myšlení zákazníků nakupujících oblečení. Zákazníci preferují oděvy, které nejen dobře vypadají, ale ve kterých se cítí dobře. Proto se v dnešní době obchodníci zaměřují především na komfort oděvů.

Komfort je definován jako příjemný pocit souznění mezi procesy fyziologickými, psychologickými a fyzickými a okolním prostředím. Díky vztahům mezi těmito procesy je komfort velice komplikovaným pojmem.

Fyzikální změny včetně tepelného a vlhkostního režimu našeho těla v interakci s prostředím a fyziologická odezva lidského těla mohou být měřeny. Komfort však nesmí být chápán oddělně od psychologického hlediska, čímž je subjektivní vnímání každého jednotlivce. [3]

Komfort je stav, při kterém člověk nevnímá žádné nepříjemné pocity, je to tedy pocit pohody. Můžeme ho vnímat jako stav, ve kterém jsou veškeré fyziologické funkce organismu v rovnováze a okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné pocity.

Komfort můžeme vnímat téměř všemi lidskými smysly kromě chuti. Nejdůležitějším smyslem, kterým vnímáme komfort, je hmat, dalším je zrak, sluch a čich.

Komfort lze dělit do čtyř základních skupin:

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

2.1.1 Psychologický komfort

Psychologický komfort představuje obraz reality, jak je vnímám naším mozkiem. Mezi hlediska, která ovlivňují tento druh komfortu, řadíme sociální hlediska (věk, postavení v sociální třídě), historická a kulturní hlediska (tradice a zvyky), ale i skupinová a individuální hlediska. Mezi tyto řadíme například módní styly a vlivy a trendy.

2.1.2 Sensorický komfort

Je subjektivním vnímáním jednotlivce. Řadí se sem zejména pocity člověka, které pociťuje při styku pokožky s oděvem. Tyto pocity mohou být příjemné nebo naopak nepříjemné. Mezi příjemné pocity můžeme řadit pocit měkkosti a splývavosti, mezi pocity nepříjemné pak řadíme dráždivost textilie a jiné nepříjemné vjemy. Sensorický komfort dělíme na komfort nošení a omak.

Komfort nošení oděvu

Komfort nošení oděvu zahrnuje:

- povrchovou strukturu použitých textilií
- mechanické vlastnosti, které ovlivňují rozložení sil a tlaků v oděvním systému
- schopnost textilie absorbovat a transportovat vlhkost (plynnou nebo kapalnou) s dopadem na kontaktní vlastnosti

Omak

Je druhou veličinou sensorického komfortu, která je založena na vjemech vnímaných prostřednictvím prstů, a proto je tedy veličinou značně subjektivní. Omak můžeme charakterizovat pomocí vlastností materiálů jako je hladkost, tuhost, objemnost či tepelně-kontaktní vjem.

2.1.3 Patofyziologický komfort

Tento druh komfortu textilií je spojen s působením chemických substancí obsažených v nošeném materiálu na naši pokožku a mikroorganismy, které se na ni vyskytují. V některých případech může nošený materiál vyvolat i dermatózu.

2.1.4 Termofyziologický komfort

Jednou ze základních vlastností lidského těla je schopnost termoregulace. Jejím úkolem je udržovat vhodnou vnitřní teplotu lidského těla, ve které mohou probíhat veškeré

životní funkce. Tato teplota zůstává konstantní, jestliže je množství tepla vyprodukované tělem v rovnováze s teplem odevzdaným do okolního prostředí. Jestliže organismus nemusí regulovat teplotu lidského těla, tak nedochází k termoregulaci.

Termofyziologický komfort nastává za těchto podmínek:

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

K přenosu tepla mezi lidským tělem a okolním prostředím může docházet kondukcí (vedením), konvekcí (prouděním) a radiací (zářením).

Termofyziologický komfort lze charakterizovat vzorcem:

$$TK_T = \alpha_1 i_{mt} + \alpha_2 F_i + \alpha_3 K_d + \alpha_4 \beta_T + \alpha_5 K_f + \beta \quad (1)$$

Normální situace při nošení

i_{mt} index prostupu vodních par
 F_i schopnost krátkodobého přijímání par [%]

Nestacionární situace při nošení (pocit pocení)

K_d hodnota vyrovnávání vlhkosti
 β_T hodnota vyrovnávání teploty [K.min⁻¹]
 K_f pufrační veličina

Konstanty:

$\alpha_1 = -5,640$
 $\alpha_2 = -0,375$
 $\alpha_3 = -1,587$
 $\alpha_4 = -4,512$
 $\alpha_5 = -4,532$
 $\beta = 11,553$

[4]

2.2 Kožní soustava

Kůže (cutis, derma) je tělní povrch obratlovců. Pokrývá tělo a odděluje tak vnitřní prostředí organismu od vnějšího prostředí. Kůže je největším lidským orgánem, dosahuje velikosti 1,6 až 1,8 m².

2.2.1 Funkce kůže

- Ochranná - tvoří bariéru mezi vnějším a vnitřním prostředím
- chrání tělo proti UV záření, mikroorganismům
atd.
- Estetická - příkladem je červenání, které umožňuje lepší komunikaci člověka
- Resorpční - vpravování látek rozpustných v tucích nebo tukových rozpouštědlech, absorpce dýchacích plynů
- Vylučovací - vylučování chemických látek z těla zajišťováno potními a mazovými žlázami, díky kyselé reakci kůže zamezuje růstu mikroorganismů (dezinfekční účinky)
- Skladovací - v podkožním mazivu je skladován tuk, který má funkci zásobní i mechanickou a izolační, jsou zde uskladněny i vitaminy
- Smyslová - je zde uložena řada receptorů, které reagují na teplo, chlad, tlak nebo poranění
- Termoregulační - kůže pomáhá pomocí kožních cév a potních žláz udržovat stálou teplotu těla

2.2.2 Složky kůže

Kůži tvoří tři základní vrstvy, pokožka, škára a podkožní vrstva.

Pokožka

Základní složku pokožky tvoří vrstvy buněk dlaždicového epitelu. Vrchní vrstva kůže neustále rohovatí a odlupuje se, což je způsobeno tím, že tyto buňky jsou vzdáleny od zdroje krve a živin, což způsobuje jejich degeneraci a odumírání. Buňky spodní vrstev pokožky se neustále dělí a vytlačují buňky staršího původu k povrchu.

Škára

Škára neboli dermis je pevná a pružná vazivová vrstva kůže. Na hranici pokožky a škáry jsou umístěny škárové papily, ve kterých jsou umístěna nervová zakončení. Nervová tělíska, která se nacházejí ve škáře, jsou tělíska Meissnerova (čidla dotyku), Krauseova (receptory chladu, oblast pod 35°C) a Ruffiniho tělíska (receptory tepla, oblast teplot 38°C až 43°C). V kůži se tedy nacházejí receptory pro tlak a bolest, nejsou zde však žádné snímače pro vlhkost.

Tato vrstva kůže je tvořena sítí kolagenových vláken a vláken elastických. Můžeme zde také nalézt kožní a mazové žlázy, ale i vlasové cibulky.

Jedním z přirozených projevů stárnutí je ztráta pružnosti škáry, při které se kůže uvolňuje a skládá do vrásek a záhybů.

Podkožní vazivo

Hypodermis je nejspodnější vrstvou kůže, nachází se tedy pod škárou. Obsahuje tukové buňky, které slouží jako zásobárna energie a jsou v nich rozpuštěny některé důležité vitaminy. Zde se nacházejí i Vater-Paciniho tělíska, která slouží jako receptory tahu a tlaku. Hlavní funkcí tohoto vaziva je izolovat a chránit svaly a nervy. [8]

2.2.3 Kožní deriváty

Kožními deriváty jsou veškeré přídatné kožní orgány. Patří mezi ně chlupy, vlasy, nehty a kožní žlázy (potní, mazové, apokrinní žlázy a žláza mléčná).

Mazové žlázy

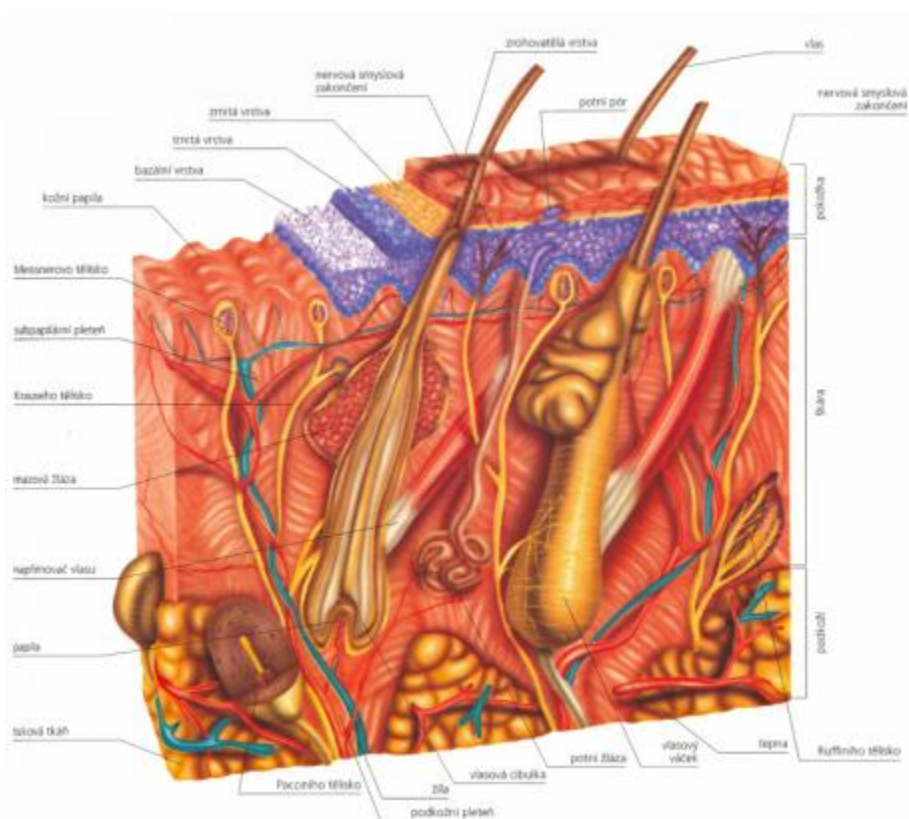
Tento druh kožních žláz můžeme nalézt téměř po celém těle. Výjimku tvoří pouze dlaně a plosky nohou. Jejich hlavní funkcí je zvláčňování pokožky pomocí kožního mazu. Dále chrání chlupy a vlasy před vysycháním a lámáním.

Potní žlázy

Potní žlázy jsou velice důležitou součástí kůže a vytvářejí podmínky pro termofyziologický komfort. Jsou v kůži nerovnoměrně rozloženy. Nejvíce se jich nachází v podpaží, na čele, na dlaních a ploskách nohou. Jejich velikost je v těchto partiích stejná, jako na jiných částech těla. Liší se pouze jejich velikost.

Potní žlázy produkují sekret, pot. Množství produkovaného potu je závislé na teplotě okolního prostředí a na tělesné námaze. Pot je tvořen z tkáňového moku se skládá přibližně z 99% vody, solí, tuků a močoviny.

Potní žlázy se skládají z části sekreторické, která je stočena do tvaru klubíčka, a z části vývodní, která ústí v potním póru. [4] [8] [9]

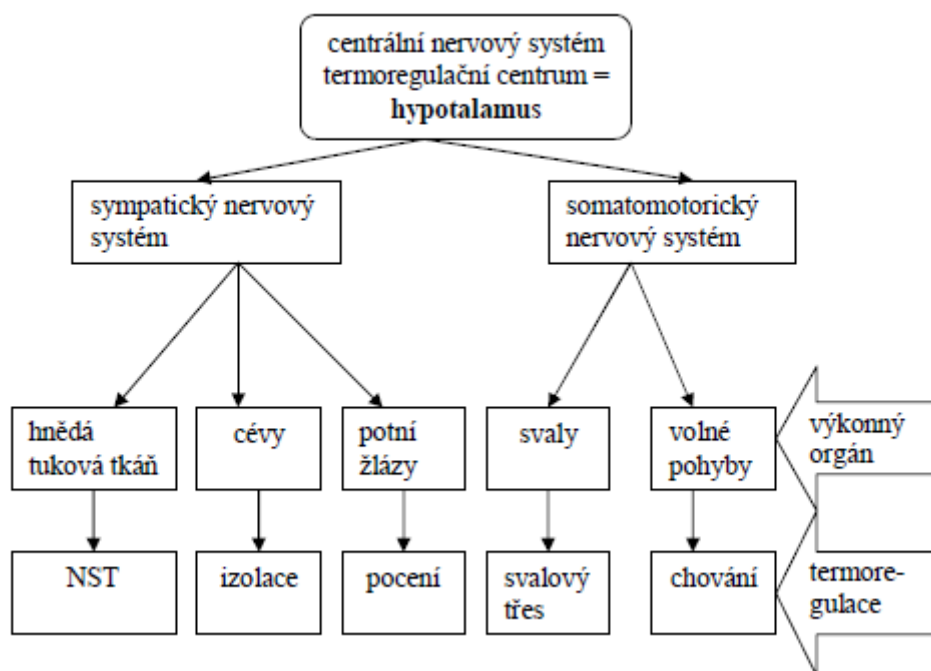


Obrázek 1 Řez lidskou kůží [7]

2.3 Termoregulace

Termoregulace je schopnost organismu udržovat vhodnou a stálou tělesnou teplotu. Tato funkce musí být naplněna, i když produkce tepla, jeho příjem a ztráty se nepřetržitě mění. Termoregulační systém člověka je systém samoregulační, který zajišťuje rovnováhu mezi množstvím vytvořeného tepla a množstvím tepla odevzdaného do okolního prostředí. Při narušení telené rovnováhy dochází buď k hromadění tepla v organismu, nebo dochází k jeho rychlému úniku.

Lidský organismus, pomocí termoregulačních postupů, udržuje ve vnitřním prostředí tělesnou teplotu od 36 – 37°C. Tato teplota může kolísat v rozmezí $\pm 4^\circ\text{C}$. [4] [9]



Obrázek 2 Schéma termoregulačního systému člověka

2.3.1 Mechanismy termoregulace

Při zvýšeném uvolňování tepla v organismu nebo při přehřátí těla vlivem vnějšího tepla mechanismus termoregulace napomáhá zvětšení přestupu tepla.

Rozeznáváme procesy termoregulace dvojího typu, termoregulaci chemickou (látková výměna, intenzita chemických reakcí a tvorba tepla) a fyzikální (podíly jednotlivých odvodů tepla z organismu).

Chemická termoregulace zajišťuje zvýšení produkce tepla v organismu. Fyzická tepelná regulace je zaměřená na snížení nebo zvýšení přestupu tepla do okolního prostředí. Napomáhá tedy výdeji tepla. [9]

2.3.2 Přestup tepla mezi člověkem a okolím

K přenosu tepla mezi živými organismy a okolním prostředím může docházet kondukcí (vedením), konvekcí (prouděním), radiací (zářením), evaporací (odpařováním potu) nebo respirací (dýcháním). Teplo je vždy přenášeno z místa s vyšší teplotou do míst s teplotou nižší.

Konduktce

K přestupu tepla kondukcí dochází v případě, že je lidská kůže v přímém kontaktu s chladnějším prostředím. Patří sem tedy přenos tepla chodidly, která jsou v kontaktu s chladnou podlahou nebo zadní částí těla při sezení či ležení. Teplo přenášené vedením se řídí Fourierovým zákonem.

$$Q = -\lambda \cdot \Delta t / \Delta x \quad (2)$$

λ tepelná vodivost [W/m.K]

$\Delta t / \Delta x$ teplotní gradient

Tepelná vodivost rozdílných materiálů se liší. Nejvyšší hodnotu tepelné vodivosti mají kovy (od 300 W/m.K do 15 W/m.K). Tepelná vodivost vzduchu má hodnotu 0,026 W/m.K při 20 °C. Tepelná vodivost vody je 0,6 W/m.K, proto je přítomnost vody v textiliích nevhodná. Tělo v tomto případě ztrácí rychleji teplo.

Tepelný komfort můžeme dále hodnotit podle vztahu tepelného odporu.

$$R = h / \lambda \quad [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (3)$$

h tloušťka [mm]

Pro celkový tepelný odpor oděvu pak platí vztah:

$$R_{CL} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (4)$$

Konvekce

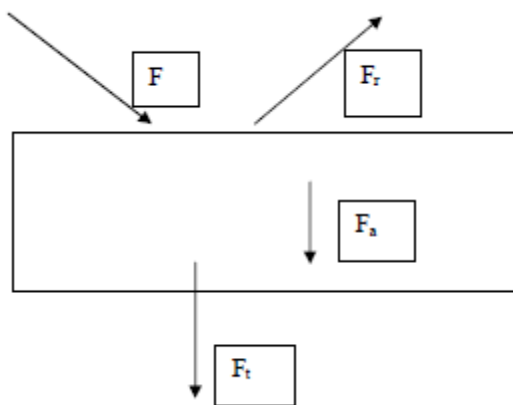
Teplo se přenáší částicemi tekutin pohybujícími se určitou rychlostí kolem těla. Mezi člověkem a prostředím se v tomto případě vytváří tepelná mezní vrstva o určité tloušťce, ve které dochází k tepelnému spádu.

Radiace

Záření je elektromagnetickým vlněním, které se šíří prostorem o rychlosti 300 000 m/s. Toto vlnění lze také charakterizovat vlnovou délkou λ a frekvencí záření f .

Existuje několik druhů záření, které se liší právě vlnovou délkou. Nejkratší vlnovou délku má záření gama, poté následuje záření rentgenové (RTG), extrémně ultrafialové (EUV), ultrafialové, optické, infračervené, submilimetrové, mikrovlnné a radiové.

Na Zemi dopadají záření ultrafialová (UVA, UVB), infračervené paprsky a viditelné světlo. Po jejich dopadu na zemský povrch může dojít k odrazu tohoto záření (reflektance, E_r), k jeho pohlcení (absorbance, E_a) nebo k průchodu záření (transmitance, E_t).



Obrázek 3 Rozptyl záření po dopadu na objekt

Jestliže se hodnota reflektance rovná 1, znamená to, že dopadající světlo je odraženo v plné míře. Jedná se tedy o dokonale lesklé těleso.

Absorbance, která je rovna 1 popisuje dokonale černé těleso, které veškeré dopadající záření pohlcuje.

Dokonale transparentní těleso je takové, jehož transmitance je rovna 1. Toto těleso tedy veškerou dopadající zářivou energii dokonale propouští. V úvahu ale musíme brát fakt, že veškeré hodnoty rovné 1 jsou extrémní a v praxi je téměř nemožné jich dosáhnout.

Evaporace

Evaporace popisuje množství tepla, které odchází z povrchu kůže pomocí neznatelného pocení, odparem potu. Je závislé na rozdílu parciálních tlaků vodních par a na výparném skupenském teple.

Respirace

Odvod tepla pomocí dýchacích cest nazýváme respirací. Jeho množství je dáno rozdílem vodních par vdechovaných a vydechovaných.

2.3.3 Odvod vlhkosti z lidského těla

Termoregulační funkcí organismu člověka je produkce vody ve formě potu. Při jeho odpařování je možné pozorovat ochlazovací efekt. U volného povrchu kůže je podmínkou odparu dostatečný rozdíl parciálních tlaků páry.

Odvod vlhkosti z lidského organismu se uskutečňuje ve formě plynné nebo kapalné. Transport vlhkosti může probíhat difuzí, kapilárně nebo sorpčně.

Difuze

Prostup vlhkosti z povrchu lidského těla přes textilií je realizován prostřednictvím pórů, které se podílejí na kapilárním odvodu. Vlhkost postupuje ve směru nižšího parciálního tlaku vodních par. Difuzní odpor jednotlivých oděvních vrstev se sčítá. Velikou roli zde má i odpor vzduchových mezivrstev.

Kapilární odvod

Kapalný pot produkovaný lidským organismem ulpívá na kůži. Zde dochází ke kontaktu s první textilní vrstvou a vzlíná skrz kapilární cesty různými směry. Jedná se o tzv. knotový efekt.

Sorpce

Je procesem nejpomalejším a podmíněn použitím textilie, která obsahuje část sorpčních vláken.

U sorpce nejprve dochází k průniku vlhkosti nebo kapalného potu do mezimolekulárních oblastí vlákna. Poté k navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře.

Kapilární odvod vlhkosti, difuze i sorpce se na transportu vlhkosti podílejí současně. [4]
[6] [9]

2.4 Způsoby hodnocení termofyziologického komfortu textilií

Existují dva základní způsoby hodnocení termofyziologického komfortu, který je poskytován oděvem. Jedním z těchto způsobů je měření za pomoci přístrojů, které jsou schopny přesně definovat probíhající fyzikální děj. Tento způsob měření ale nebere zřetel na podmínky, které platí v interakci pokožka – oděv – prostředí. Druhý způsob měření je prováděn za podmínek blízkých fyziologickému režimu lidského těla.

První způsob měření termofyziologického komfortu je založen na použití „skin modelu“ (modelu, který simuluje lidskou pokožku). Výsledky měření jsou pak vyhodnoceny pomocí dvou důležitých veličin: tepelného odporu a výparného odporu. [4]

2.4.1 ISO 11092:1993

Textiles-Determination of physiological properties- Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test)

Textilie-Zjišťování fyziologických vlastností-měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou destičkou)

Termofyziologický komfort je hodnocen pomocí normy ISO 11092, která je zároveň i normou Evropskou. Zmíněná norma stanovuje metody měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám. Měření jsou prováděny za ustálených podmínek.

Fyzikální vlastnosti textilních materiálů přispívajících k fyziologickému komfortu představují kombinaci přenosu tepla a hmoty. Tyto přenosy se mohou vyskytovat společně, ale i jednotlivě.

Tepelná odolnost oděvu je výsledkem kombinace přenosu tepla konvekčního (teplo prouděním), kondukčního (teplo vedením) a sálavého (teplo zářením). Hodnota tepelné odolnosti je odvozena od hodnot jednotlivých způsobů přenosu tepla. I když je tato veličina charakteristická pro vnitřní vlastnosti materiálu, může se měnit následkem podmínek, za kterých je zkouška prováděna.

Norma ISO 11092 popisuje zkoušku pocení, označovanou jako „skin model“, pomocí horké destičky. Tato zkouška simuluje procesy přenosu hmoty a tepla, které můžeme pozorovat u lidské kůže. [5]

2.4.2 Relativní propustnost vodních par podle ČSN 80 0855

Při tomto způsobu měření propustnosti vodních par se kruhový vzorek textilie o velikosti 30 cm² upevní na misku. Tato miska obsahuje vysoušedlo v podobě silikagelu T o hmotnosti 30±0,1 g, který je středně porézní a má zrnitost 0,4 až 1,6 mm. Jeho úkolem je udržovat na spodní straně zkoušené textilie nulovou relativní vlhkost. Miska spolu se vzorkem se zváží (G_0) před vložením do klimatické skříně. V klimatické skříně musejí být zajištěny vhodné podmínky pro měření:

- teplota 20±2 °C
- maximální rychlost proudění vzduchu 0,2 m/s
- relativní vlhkost 60±2 %

V klimatické skříně vzorek setrvává po dobu τ . Po šestihodinové expozici je vzorek opět zvážen (G_1). U všech zkoušených textilií probíhá měření na pěti vzorcích a na stejném počtu srovnávacích zkoušek v miskách bez textilie.

Výpočet relativní propustnosti P_{rel} je prováděn dle vztahu:

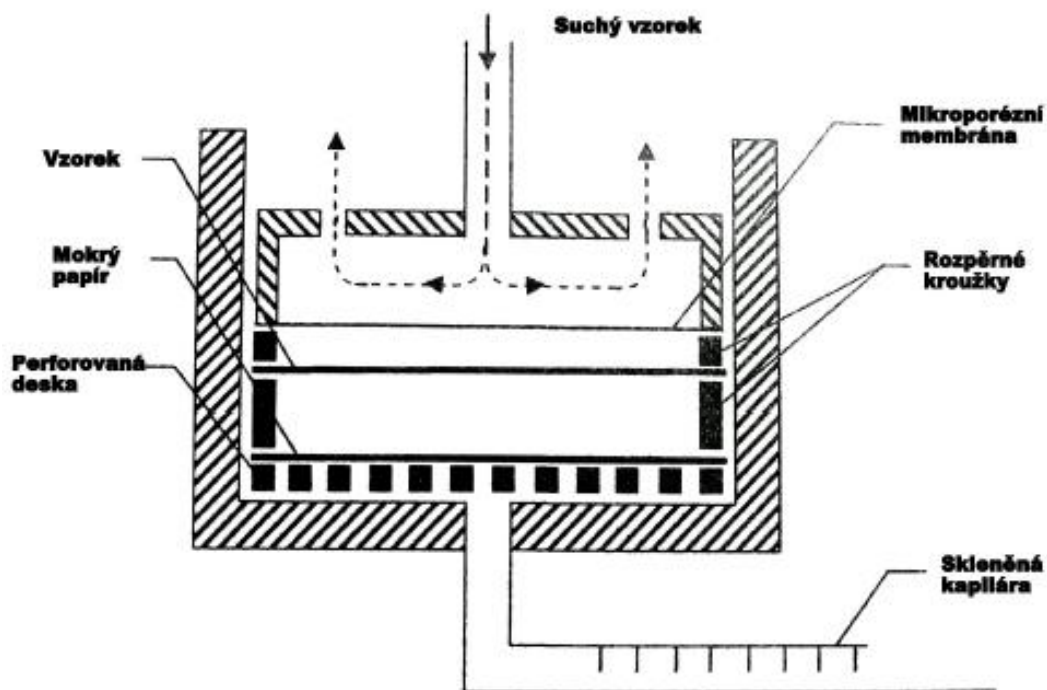
$$P_{rel} = (G_1 - G_0) / G_0 \quad [\%] \quad (5)$$

$$P_{abs} = (G_1 - G_0) / S\tau \quad [\text{kg/m}^2\text{hod}] \quad (6)$$

Tato metoda měření termofyziologického komfortu je značně nepřesná a proto se od ní upouští. [4] [6]

2.4.3 DREO metoda

Metoda navržená Farnworthem, Van Beestem a Dolhanem při které je vzorek upevněn na podložku mezi dvě polopropustné vrstvy. Přes vrchní polopropustnou vrstvu proudí suchý vzduch. Pod spodní polopropustnou vrstvou je umístěna voda. Spodní vrstva chrání a odděluje vzorek od vodní hladiny, vrchní vrstva před průnikem vzduchu. Součástí měřícího systému je i skleněná kapilára, která slouží k odečítání ztráty vody. Měření je prováděno po dobu 15 min. [4]



Obrázek 4 Farnworthův difuzimetr

2.4.4 Model lidské kůže „Skin model“

Základem přístroje je vyhřívaná a zvlhčovaná porézní deska, která se označuje jako „model kůže“. Ten slouží k simulaci procesů přenosu tepla a hmoty, které můžeme pozorovat mezi lidskou pokožkou a okolím. Zkouška může probíhat za stacionárních i nestacionárních podmínek.

Zkouška za stacionárních podmínek

Fundamentální součástí přístroje je deska, která je elektricky vyhřívaná na teplotu 35°C, která je obtékána vzduchem proudícím paralelně s 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). Na tuto desku se umístí zkušební vzorek. Po dosažení ustálených podmínek celého systému se změří příkon vytápěné desky.

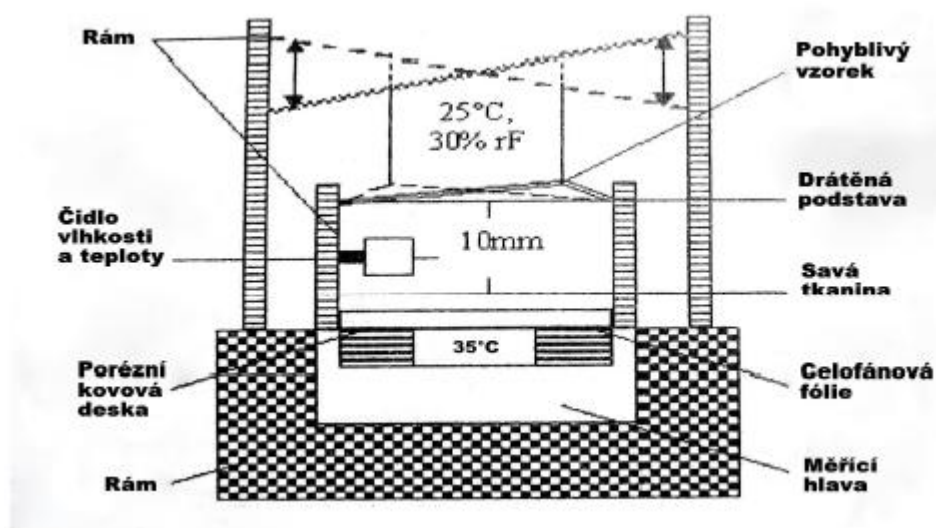
Při určování paropropustnosti je vyhřívaná deska pokryta celofánovou membránou, která je schopná propustit vodní páry, nikoli však vodu. Voda, která je přiváděna k vyhřívané desce se odpařuje a prochází membránou ve formě páry. Díky tomu vzorek nepřichází do kontaktu s vodou. Intenzita odparu je přímo úměrná propustnosti textilie pro páru, ale teplota

desky má klesající tendenci. Tepelný příkon, který je přiváděn do desky, aby udržoval její teplotu 35°C je mírou propustnosti textilie pro páru. Při měření tohoto příkonu může docházet k tepelným ztrátám. Tento jev je však eliminován elektronicky stabilizovanou izotermní plochou, která obklopuje měřicí desku.

Jednou z nevýhod tohoto způsobu měření je vysoká tepelná setrvačnost celého zařízení. Měření jednoho vzorku může trvat až jednu hodinu. V průběhu této doby může ve vzorku docházet ke kondenzaci vlhkosti a díky tomu bývá výsledek měření zkreslen.

Zkouška za nestacionárních podmínek

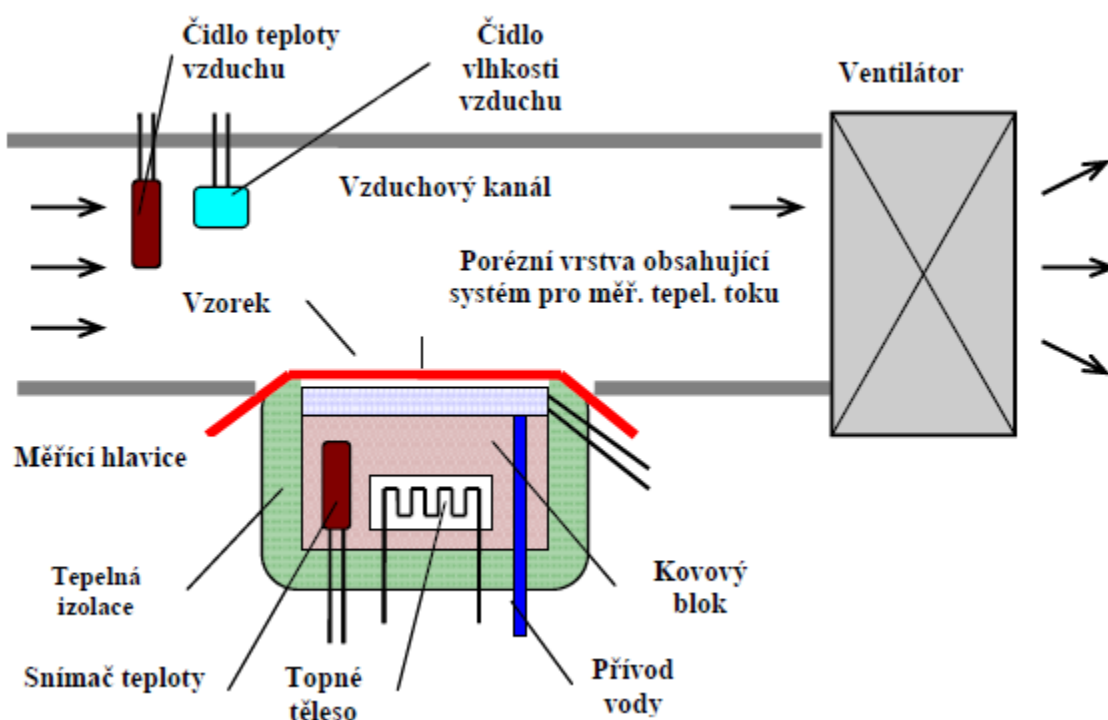
Tato metoda měří regulační účinek z parní fáze, který určuje komfort nošení textilií, které jsou nejbližší k pokožce, za podmínek intenzivního pocení, kde se ještě pot stačí vypařit z potních kanálků kůže. Děj je možno simulovat pomocí hydrofilní tkaniny, která se umístí na vyhřívané desce zavlhčené 4 cm³ vody, která se odpařuje. Mezi porézní deskou a vzorkem jsou umístěna čidla, která měří časový průběh teploty a vlhkosti podle nastaveného režimu impulsů pocení. K dodržení vlivu konvekce v mikroklimatu dané pohybem těla člověka je vzorek rytmicky pohybován pomocí nit'ových tahů. [4]



Obrázek 5 Model pokožky pro měření regulačního účinku z parní fáze

2.4.5 Permetest

Přístroj Permetest můžeme popsat jako skin model malých rozměrů. Je založen na měření tepelného toku q , který prochází právě povrchem tepelného modelu lidské pokožky simulující funkci ochlazování pomocí pocení. Na zmíněný povrch je přiložen přes separační folii zkoušený vzorek. Vnější strana měřeného vzorku je ofukována. Úroveň ochlazování závisí na rozdílu parciálních tlaků na povrchu pokožky, vnějším prostředí a na paropropustnosti oděvního systému.

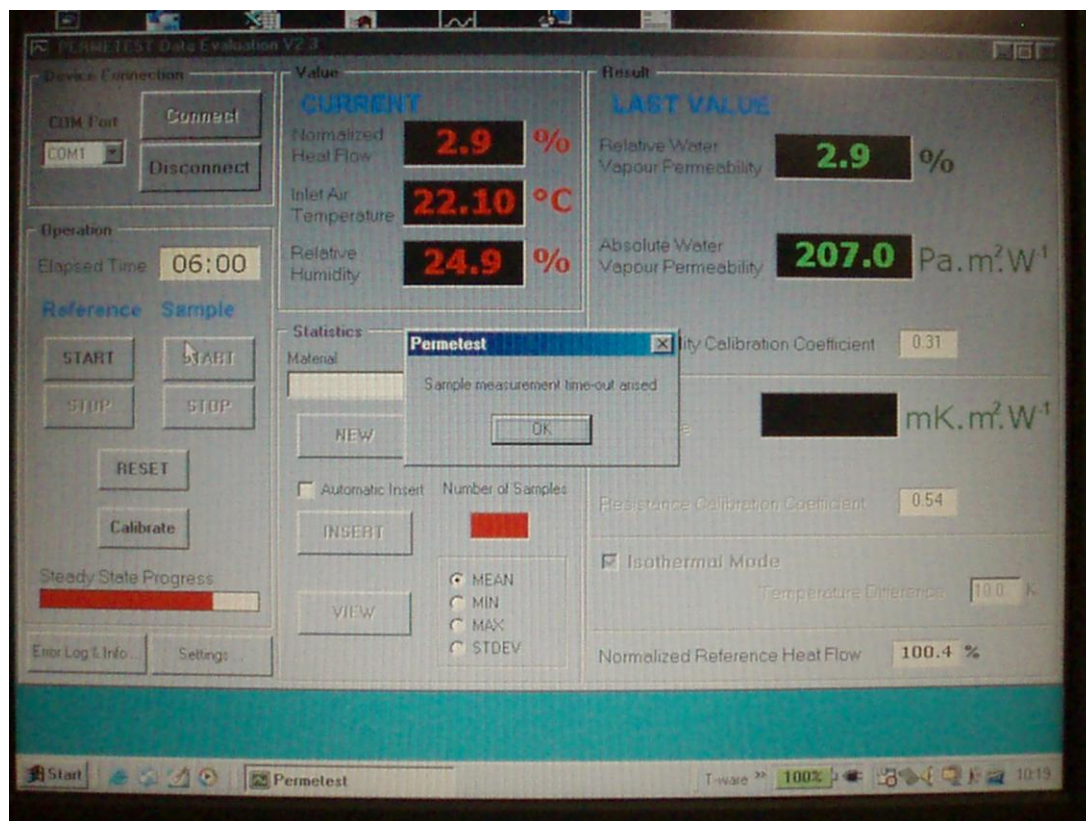


Obrázek 6 Schéma přístroje Permetest

Jestliže je měřen výparný odpor a paropropustnost na přístroji Permetest, je nutné udržovat měřicí hlavici přístroje na teplotě okolního vzduchu ($20 - 23^{\circ}\text{C}$), který je do přístroje nasáván. Při měření se mění vlhkost v porézní vrstvě na páru, která prochází skrz separační folii vzorkem. Naměřená hodnota výparného tepelného toku je přímo úměrná paropropustnosti textilie nebo nepřímo úměrná výparnému odporu této textilie. V každém případě se nejdříve měří tepelný tok bez vzorku a poté se vzorkem. Na přístroji je zaznamenáván odpovídající tepelný tok q_0 , q_v .

Permetest umožňuje stanovení jak relativní paropropustnosti vodních par RWVP (%), tak i výparný odpor R_{et} ($\text{m}^2 \cdot \text{Pa} / \text{W}$) zkoušeného materiálu. Přístroj tedy umožňuje simulaci všech tepelných vjemů, které pociťuje nositel oděvu.

Výhodou tohoto přístroje je rychlost, se kterou provádí daná měření. Ta se pohybuje kolem pěti minut oproti ostatním přístrojům, kde může doba jednoho měření trvat i 30 minut. Permetest je propojen s počítačem, který je ovládán programem Pertem.



Obrázek 7 Program řídící přístroj Permetest

Relativní propustnost pro vodní páry

Přístroj Permetest měří relativní propustnost textilie pro vodní páry p [%] u něhož 100% propustnost simuluje tepelný tok q_0 . Ten je odvozen z odparu z volné hladiny o stejném průměru, který má zkoušený vzorek. Zakrytím této hladiny měřeným vzorkem se tepelný tok sníží na hodnotu q_v .

$$p = 100 (q_v/q_0) \quad [\%] \quad (7)$$

Stanovení výparného odporu

Parciální tlak vodní páry ve vzduchu P_a je veličina vyvozená z relativní vlhkosti vzduchu φ a jeho teploty t_a . Parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavice P_m je funkce, která je naprogramovaná v počítači, který je k Permetestu připojen.

$$R_{et} = (P_m - P_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1}) \quad [P_a \text{ m}^2 \text{ W}^{-1}] \quad (8)$$

[4] [6]

2.5 Nové principy hodnocení komfortu textilií

2.5.1 Potící torzo

Tento přístroj pro měření tepelného komfortu oděvů byl vyvinut ve výzkumné laboratoři EMPA ve Švýcarsku.

Potící torzo je představováno válcem o velikosti lidského trupu. Vrstvy materiálů jsou modelovány tak, aby napodobovaly lidské tělo (představují tedy pokožku, podkoží, tukovou vrstvu a jádro). K výrobě jednotlivých vrstev se používají materiály s podobnou tepelnou kapacitou a vodivostí jako mají vrstvy lidského těla. Těmito materiály jsou teflon, polyetylen, polyamid a aluminium. Potící torzo je naplněno vodou tak, aby získalo stejnou tepelnou kapacitu, jako má tělo člověka.

Potní žlázy jsou u tohoto torza napodobeny potními tryskami, kterých je na přístroji celkem 36. Válec je ohříván na teplotu lidského těla pomocí topných folií. Pro zajištění vhodné teploty v jednotlivých vrstvách torza je na něm umístěno 20 tepelných čidel. Torzo je dále obklopeno tepelnými kryty, které snižují tepelné ztráty.

Průběh měření probíhá tak, že je potící torzo umístěno vertikálně do klimatické komory, ve které vzduch proudí rychlostí 2 m.s^{-1} . Přístroj je umístěn na velice přesných vahách, které stanovují odpařované a kondenzované množství vody. Mimo klimatickou komoru je umístěna vodní nádrž, která simuluje pot. Na povrch torza se umisťují testované vzorky. Testy jsou prováděny při dvou rozdílných úrovních zatížení.

2.5.2 Tepelný manekýn

Tepelný manekýn také simuluje lidské tělo tím, že splňuje základní termoregulační funkce a v některých případech je schopný i pohybu. Přístroj je rozdělen do sedmnácti nezávislých tepelných segmentů, které jsou řízeny počítačově. Tyto segmenty udržují povrchové teploty na hladině 33 °C a umožňují také měření elektrického příkonu. Ten je nezbytný pro reálnou simulaci rozdělení tepla v lidském těle. Na základě toho je připojený počítač schopný vypočítat úroveň tepelného toku jednotlivých segmentů odváděného do okolí.

2.5.3 Bioklimatické komory

Jde o uzavřené komory, které mají regulovatelné vyhřívání stěn a přívod vzduchu o dané teplotě a vlhkosti. Tím je zajištěna teplota v komorách v rozmezí od – 50 °C až na úroveň + 60 °C. Ve stěnách jsou umístěna vlhkostní a tepelná čidla, snímače tepu i dechu tak, aby veškeré hodnoty mohly být zaznamenávány a vyhodnocovány výpočetním systémem. V bioklimatických komorách mohou být prováděna měření jak na zkušebních osobách, tak i na tepelném manekýnovi.

2.6 Použitý materiál

2.6.1 Vlna

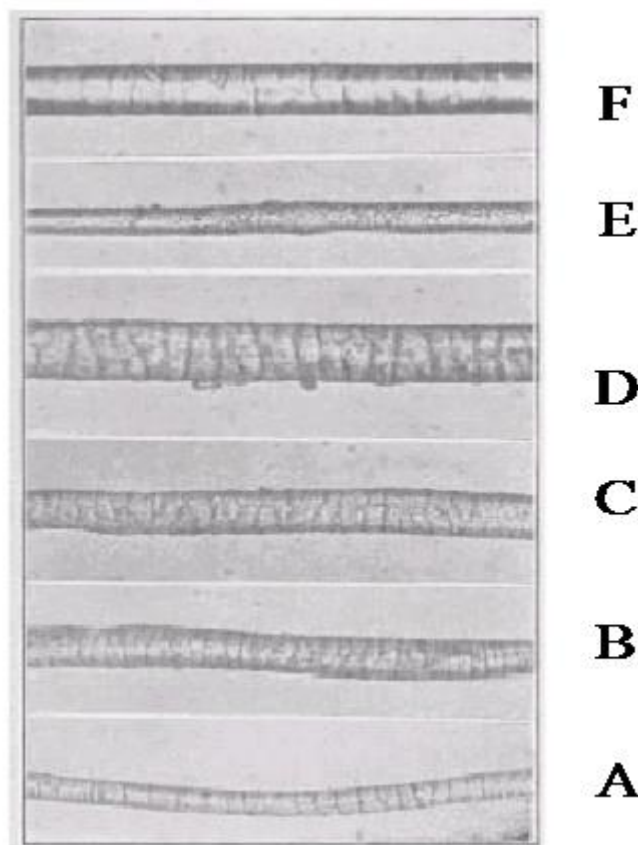
Vlna je textilní surovina, která se získává ze srsti ovcí domácích a je jedním z nejdůležitějších materiálů užívaných v textilním průmyslu. Dalšími druhy vlny je například vlna velbloudí, vlna mohérová, kašmírová a angorská, které jsou získávány z různých druhů koz.

Ovce se v průměru dožívá kolem 11 let a za jeden rok života může ovci narůst 3 až 6 kg vlny. Podle druhu ovce se pak její vlna stříhá jednou nebo dvakrát za rok. Procesem stříhání se získává vlna ve formě rouna. To tvoří souvislou vrstvu, která je spojena vlasovým tukem a potem. V průměru vlněné rouno obsahuje 60% vláken, 15% vlhkosti, 10% tuku, 10% potu a 5% nečistot.

Vlněné rouno neobsahuje pouze vlněná vlákna, ale také nečistoty. Mezi tyto nečistoty patří především ovčí pot a močovina, které se dají odstranit praním. Dále ovčí tuk a další nečistoty jako je prach nebo rostlinné zbytky.

Plemena ovcí jsou ve většině případů dělena do 4 skupin

- Merino: velice jemná vlna (14-25 mikronů), délka staplu 50-150 mm, silně zkadeřená, měkká, málo lesklá. Nejvyšší kvalita vlny „refina“ je získávána z boků a hřbetě zvířete. Plemeno pochází původně ze Španělska, ale v dnešní době jsou ovce merino vlny chovány především v Austrálii a Novém Zélandu.
- Anglická ovce: délka staplu 170-400 mm, průměr vlákna 40-44 μm , mírně zkadeřená, lesklá
- Nížinná ovce: velice podobná ovci anglické, chová se převážně v Číně a Rusku
- Kříženecká: vznik tohoto druhu vlny je spojen s křížením různých plemen ovcí. Podle oblasti, ve které se ovce chovají, je tento druh vlny podobný vlně merino nebo anglické vlně. Dělí se na vlnu lesklou, pololesklou, tmavou a horskou.



Obrázek 8 A-vlákno ovce merinové, B-typ Southdown(anglická), C-ovce kříženecká, D-typ Lincoln(anglická), E-Alpaka, F-vlákno mohérové

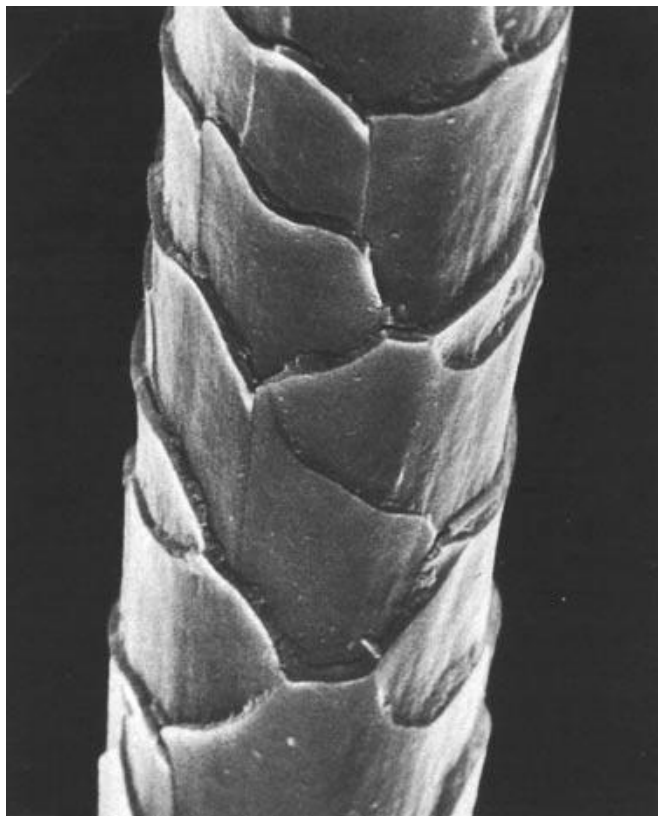
[2]

Vlna je řazena mezi vlákna, která obsahují protein keratin, který je obsažen v srsti zvířat, ale můžeme ho nalézt i v rozích zvířat nebo v drápech.

Vlna je jedním z nejdůležitějších vývozních artiklů v mnohých zemích. Mezi tyto země se řadí Austrálie, Nový Zéland, Argentina a Jižní Afrika. Světová produkce vlny se odhaduje na 1,3 milionů tun za rok, z čehož 60% je užito v textilním průmyslu. Největším producentem vlny je Austrálie, kde se chovají především ovce pro merino vlnu. Druhým největším producentem je Nový Zéland. Zde se chová ovce kříženecká. Dalším významným producentem je pak Čína a Argentina.

Mezi hlavní charakteristiky čisté vlny patří průměr vlákna udávaný v mikrometrech (mikronech) a průměrná délka měřená v milimetrech. Tyto charakteristiky závisí jak na genetických vlastnostech, tak i na životním prostředí zvířat.

Do roku 1970 byly jednotlivé charakteristiky vlny hodnoceny převážně vizuálně klaséry a třídiči.



Obrázek 9 Merino vlákno

2.6.2 Charakteristika vláken

Vlákna vlny jsou na bázi bílkovin a sestávají se tedy z keratinu, pigmentu a chemicky vázané vlhkosti. Po chemické stránce se vlněná vlákna řadí mezi keratinová vlákna. Právě struktura keratinového řetězce dává vlně její specifické vlastnosti, jako jsou tažnost a zotavovací schopnost.

Vlněná vlákna jsou získávána z mnohobuněčných folikul. Tyto folikuly můžeme nalézt v jednotlivých vrstvách kůže (v dermisu a epidermis) ovcí.

Povrch vlákna vlny je šupinovitý a sestává se z jednotlivých buněk. Tyto buňky jsou zploštěné a překrývají se, čímž vytváří ochranný plášť. Šupinky se rozevírají směrem od kořene ke špičce. Na 1 mm² připadá asi 900-3500 šupinek. [1] [2]

Kutikula

Na vnější straně vlněného vlákna se nachází ochranná vrstva šupinek. Ty se šindelovitě překrývají. Tyto šupinky se rozevírají směrem od kořene ke špičce vlákna. To způsobuje vyšší namáhání při tření vlákna v jednom směru než ve směru druhém. To také pomáhá vláknu vypuzovat nečistoty a zapříčiňuje plstění vlny. Vlna plstí v případě, že jednotlivá vlákna jsou v opačném směru a zaplétají (zasekávají) se do sebe.

Tyto šupinky mají také „voskový nátěr“ na svém povrchu. To zabraňuje penetraci vody, ale umožňuje absorpci vodní páry. To z vlny dělá vlákno vodu odpudivé.

Kortex

Kortex (vnitřní buňky) tvoří asi 90 % vlákna. Tato vnitřní část vlněného vlákna je tvořena 2 základními typy buněk: buňky ortho-kortikální a para-kortikální. Každé mají jiné chemické složení. Buňky při absorbování vlhkosti expandují různě, to způsobuje jejich ohýbání a tvorbu vlnění vlny.

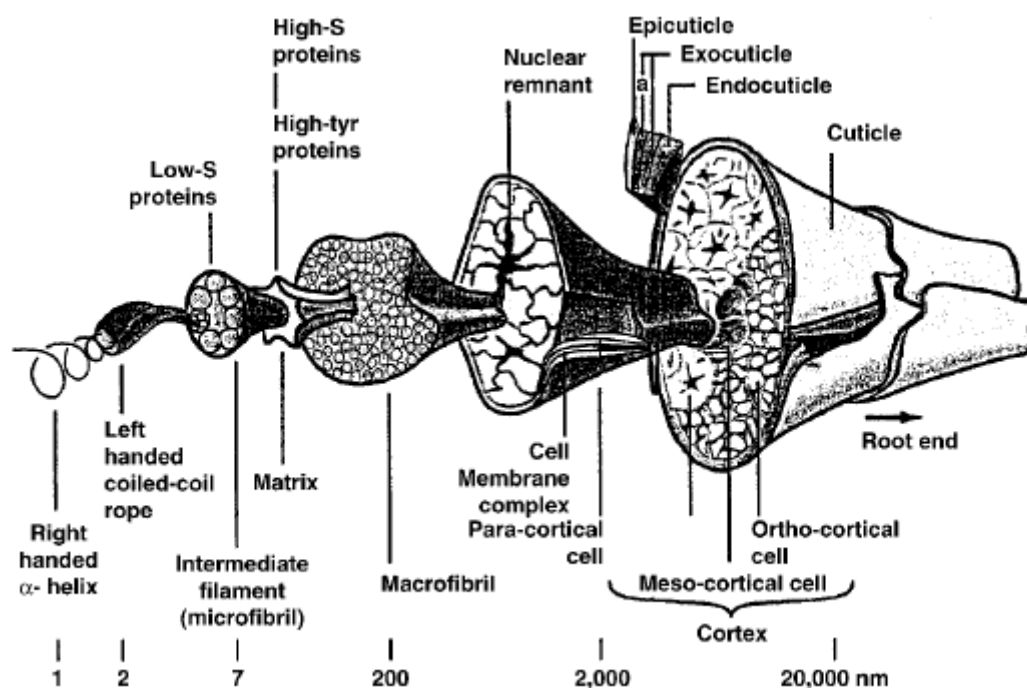
Makrofibrily

Uvnitř kortikálních buněk se nachází dlouhá vlákna nazývaná makrofibrily. Ty se skládají ze svazků velice jemných vlákynek nazývaných mikrofibrily.

Matrix

Atomy, které tvoří tuto část vlněného vlákna, jsou schopny vázat molekuly vody. Vlna proto může absorbovat až 30 % jejich váhy a je schopna absorbovat i velké množství barviv. Tato oblast vlněného vlákna také zapříčiňuje jeho částečnou ohně odolnost a antistatické vlastnosti. [10]

Teplo je uvolňováno při absorpci vody, to zvyšuje komfort pomocí jakéhosi „tlumiče“ při náhlých změnách prostředí nositele vlněného oděvu. Absorpce vody vlnou také zapříčiňuje jiné zlepšení v oblasti komfortu. Vlněné oděvy působí jako skvělý „tlumič“ při tělesné aktivitě nositele. Transportuje totiž pot směrem od kůže, takže udržuje obsah vlhkosti blízky komfortnímu stupni. [13]



Obrázek 10 Schéma struktury merino vlákna

[13]

Vlastnosti vláken

- Kadeření: jedním z ukazatelů jemnosti
 Jemná vlna: 120 obloučků na cm
 Střední vlna: 80 obloučků na cm
 Málo zkadeřená vlna: 2-5 obloučků na cm
- Pevnost: za sucha fS: 0.9 -1.8 cN/dtex
 za mokra fM: 70 -80% fS
- Tažnost za sucha 20-35%
 za mokra 25-50%
- Pružnost
- Dobrá zotavovací schopnost
- Dobrá barvitelnost

Důležité informace: hustota 1320 kg/m³

Údržba: šetrné praní do 60°C, čištění, žehlení na 110°C [2] [15]

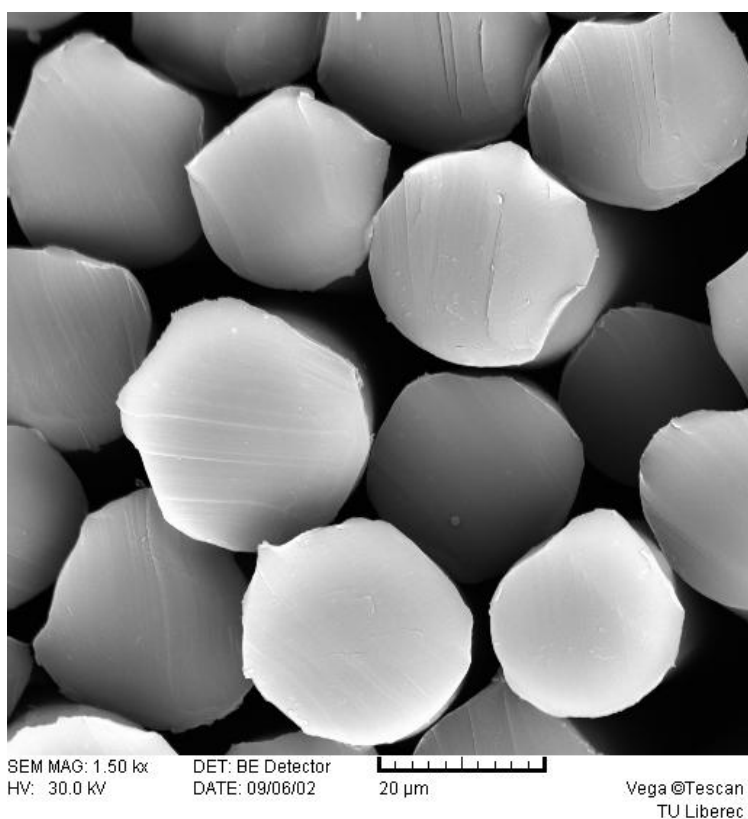
2.6.3 Polyesterová vlákna (PL)

Polyestery jsou řazeny mezi vlákna polymerová, která obsahují esterovou funkční skupinu. Vláknem je lineární makromolekula, jejíž hlavní řetězec $[-CO-O-]$ sestává z nejméně 85 % z esteru, který byl vyroben chemickou reakcí, polykondenzací. Polykondenzát se následně zvlákňuje z taveniny do šachty a poté následuje dloužení.

Základní surovinou pro výrobu polyesterového vlákna je ropa. Polykondenzací dimethyltereftalátu a glykolu pak vzniká polyethyltereftalát. Ten se může buďto přímo zvlákňovat nebo zpracovat diskontinuálně (granulát – sušení – tavení – tavení – zvlákňování). Konečný výrobek může mít podobu filament, kabílku nebo stříže.

Stříže se dodávají v délce a ostatních vlastnostech, které jsou přizpůsobeny vláknům, se kterými se bude směšovat.

Polyesterová vlákna se směšují s bavlnou, vlnou nebo viskózou. Polyesterová vlákna zvyšují tuhost výrobku a snižují jeho mačkavost.



Obrázek 11 Řez polyesterovým vláknem

2.6.4 Charakteristika vláken

Polyesterová vlákna se mohou vyskytovat téměř ve všech textilních výrobcích. Výjimku tvoří punčochy a podšívkoviny.

K důležitým vlastnostem těchto vláken se řadí:	vysoká odolnost na světle
	odolnost vůči mikroorganismům
	nízká návlhivost (rychlé sušení)
	tvarová stabilita
	snadná údržba
	dobrá odolnost vůči chemikáliím

Tato vlákna vykazují vysokou pevnost za sucha i za mokra a jsou vysoce pružná. Jedním z negativních vlastností polyesterových vláken je to, že se po čase na jeho povrchu objevují krátké řetězce polyetyléntereftalátu, což způsobuje drsnost vlákna a jeho zhoršenou zpracovatelnost. Další z nevýhod je jejich špatná barvitelnost.

Jednou z dalších negativních vlastností je fibrilace (roztřepení konců vláken při nošení). Fibrilace vlákna může způsobit až jeho žmolovitost.

Polyesterové vlákno je téměř bez sorpce, snadno podléhá vzniku elektrostatického náboje. To zapříčiňuje přitahování částí prachu a špinavost vlákna.

Vlastnosti polyesterových vláken se dají ovlivňovat při jejich výrobě. Požadovaných charakteristik lze dosáhnout procesy chemickými i mechanickými.

Mísením přírodních vláken s vlákny polyesterovými lze dosáhnout zlepšení užitných vlastností příze.

Z důvodu častého výskytu těchto vláken byly vyvinuty speciální zvláknovací trysky, ze kterých lze získat vlákna různých profilů. Profilování vláken se užívá proto, aby vlákno připomínalo vlákno přírodní.

Důležité informace: teplota tání 256°C, hustota 1360 kg/m³, tepelná odolnost výrobku 180-200 °C.

Údržba: praní, čištění, žehlení na 150°C [15]

Porovnání vlastností jednotlivých materiálů pod vlivem vlhkosti je zobrazeno v příloze č. 2.

Vlákno	Pevnost v tahu (mN/tex)	Tažnost (%)	E-modul (N/tex)	Navlhovost (%)
VLNA	90-180	25-35	0,34	16-18
POLYESTER	400-650	15-40	9-11,5	0,5-0,8

Tabulka 1 Porovnání vlastností vlny a polyesteru

[11]

3. PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Použité materiály

Materiály pro testování na přístroji Permetest byly poskytnuty společnostmi Mileta a.s., Nová Mosilana a.s. (Marzotto S.p.A.) a ostatní vzorky byly vybrány ze skladu KHT Technické univerzity v Liberci. Tyto materiály pocházejí od již neexistující společnosti Textilana company Ltd. Některé materiály uvedených společností byly z testování vyřazeny z důvodů jejich nevyhovujících parametrů, jako byla plošná hmotnost nebo vazba.

Dostava	Materiálové složení	Vazba	Plošná hmotnost [g/m²]	Účel použití
18/13	100 % PL	plátno	280	dekorační tkanina
13/12	100 % PL	plátno	300	dekorační tkanina
14/9	100 % PL	plátno	210	dekorační tkanina
14/13	100 % PL	plátno	320	dekorační tkanina
28/24	45 % WO/ 55 % PL	kepr	320	obleková tkanina
15/14	45 % WO/ 55 % PL	kepr	330	obleková tkanina
22/20	45 % WO/ 55 % PL	kepr	300	obleková tkanina
22/20	45 % WO/ 55 % PL	plátno	260	obleková tkanina
24/22	29 % WO/ 71 % PL	plátno	260	obleková tkanina
36/28	32 % WO/ 68 % PL	plátno	320	obleková tkanina
30/20	35 % WO/ 65 % PL	kepr	300	obleková tkanina
30/26	32 % WO/ 68 % PL	kepr	320	obleková tkanina
40/26	100 % WO	kepr	270	obleková tkanina
38/30	100 % WO	kepr	260	obleková tkanina
42/20	100 % WO	kepr	280	obleková tkanina
40/30	100 % WO	kepr	260	obleková tkanina

Tabulka 2 Popis zkoumaných materiálů

3.1.1 Použité vazby tkanin

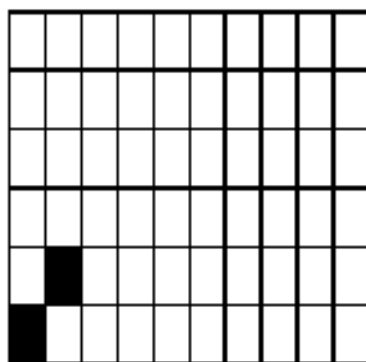
Vazba tkaniny je základní charakteristikou každého materiálu. Udává jeho vzor, vzhled i vlastnosti. Vazba vzniká provázáním dvou soustav nití, osnovy (soustava nití ležících ve směru délky tkaniny) a útku (nit kolmá k osnově). Ovlivňuje tepelnou izolaci tkaniny, její prodyšnost, odolnost proti oděru a další důležité vlastnosti.

Vazba plátňová (P)

Plátno je jednou ze základních vazeb tkanin. Má nejmenší střidu vazby 2 osnovní nitě a 2 útkové nitě a má jejich nejhustější provázání. Je proto nejpevnější a nejtrvanlivější. Jedná se o vazbu oboustrannou s typickým střídáním osnovních a útkových vazných bodů. Často slouží jako výchozí vazba pro konstrukci vazeb složených (složených z několika různých vazeb) a vícenitných (tkaniny víceosnovní a víceútkové).

Plátňová vazba se používá na kapesníky, ložní a stolní prádlo, dekorační tkaniny, košiloviny a jiné.

Odvozeninami plátňové vazby jsou na příklad ryps (pravidelný, nepravidelný) nebo panama.



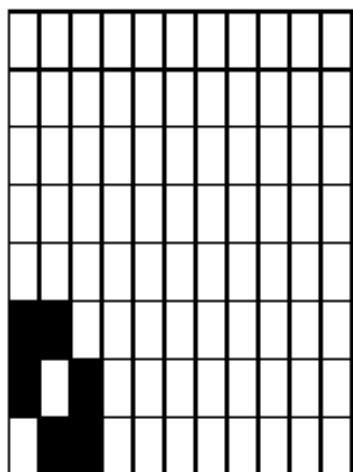
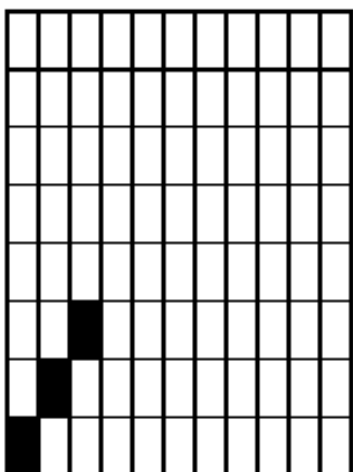
Obrázek 12 Plátňová vazba

Keprová vazba (K)

Nejmenší možnou střidou vazby jsou 3 nitě osnovní a 3 nitě útkové. Tento druh vazby je charakteristický svým šikmým řádkováním (proto byly také dříve nazývány diagonálními vazbami). Toto řádkování může být v levém nebo v pravém směru. Keprovou vazbu rozdělujeme podle toho, zda převažují útkové nebo osnovní vazné body.

Keprová vazba se používá na technické tkaniny, podšívkoviny a dámské šatovky. Celosvětově známý je i denim tkaný v keprové vazbě používaný na výrobu džínových oděvů.

Odvozeninami keprové vazby jsou na příklad kepr lomený po střídě, který vytváří na tkanině charakteristické příčné nebo podélné stromečkování (tzv. rybí kostra při použití odlišné barvy osnovy a útku).



Obrázek 13 Keprová vazba (třívazný kepr útkový a osnovní)

[14] [20]

3.2 Měření testovaných vzorků na přístroji Permetest

Veškerá měření paropropustnosti vzorků byla prováděna na přístroji Permetest. Používaný přístroj byl k dispozici na Politecnico di Torino v Itálii, v Bielle. Stejný přístroj je k vidění i na Technické univerzitě v Liberci, na Katedře hodnocení textilií.

Měření byla realizována ve speciální laboratoři, kde byly zajištěny vhodné klimatické podmínky.



Obrázek 14 Permetest připojený k počítači

3.2.1 Postup měření

Pro zajištění správného fungování přístroje je před začátkem měření nutná jeho kalibrace. Kalibrace měření byla prováděna pokaždé při zahájení nového dne měření.

Pro kalibraci přístroje se používá referenční textilie, kterou tvoří modrá polypropylenová tkanina ($p = 46\%$, $R_{et} = 5 \text{ Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$). Výběr vhodné referenční textilie je

fundamentální pro správnost měření. Referenční textilie musí být homogenní a její dostava, konstrukce a plošná hmotnost jsou dány platnou českou normou.

Nejprve je prováděno měření bez vorku, kdy je měřen tepelný tok na nezakryté hlavici. Poté následuje měření s referenční textilií, při které je měřen tepelný tok na zakryté hlavici. Po tomto postupu je přístrojem nalezena hodnota vhodná pro kalibraci.

Po kalibrování přístroje Permetest následuje samotné měření testovaných tkanin. Tkaniny byly kvůli rozměrům přístroje zmenšeny na adekvátní velikost (14x14 cm). Ta zaručuje jejich snadnou manipulaci. Bylo provedeno také vyprání tkanin.

Před, i během měření je nutné kontrolovat množství vody v přístroji. Voda je doplňována pomocí injekční stříkačky do otvoru, který se nachází na boku přístroje. Zaručení dostatečného množství vody je nezbytné pro správné fungování Permetestu.

Postup měření samotných vzorků je stále stejný. Nejdříve je měřen tepelný tok bez vzorku. Následuje měření s testovanou tkaninou. Cílem této práce bylo zjistit paropropustnost vlhkých vzorků. Proto byla dále prováděna i měření s nepropustnou folií, která byla vložena mezi testovanou textilií a hlavici přístroje. Rozdíl těchto tepelných toků pak představuje paropropustnost textilie. Zkoušené materiály byly vystaveny paralelnímu proudění vzduchu o rychlosti 1 m/s.

Dále byla prováděna měření tepelného toku při pěti různých stupních zavlhčení materiálů. Měření byla opět prováděna bez nepropustné fólie i s ní.

Různé úrovně zavlhčení byly zaručeny tak, že se jednotlivé materiály vložily do lázně s vodou o teplotě cca. 21-23°C. Po jejich vyndání byl na obě strany přiložen savý papír. Osušené materiály byly následně zváženy pomocí digitálních vah. Tak bylo možné přesně určit množství vody ve vzorcích. Hmotnost daného materiálu se určovala vždy těsně před expozicí v Permetestu. Díky krátké době měření přístroje (většinou kolem 3 min) nedocházelo k výraznému poklesu hmotnosti testované tkaniny.

Provedeno bylo i měření hmotnosti ultra suchého materiálu. Tato hodnota pak sloužila k určení hmotnostního přívažku vody ve vzorku.

Měření probíhalo tak, že byl materiál o vhodných rozměrech vystaven teplotě +120 °C po dobu 20 minut. Materiál byl ihned po vyndání z klimatizační skříně zvážen.

Vlhkostní přívažek U je možné počítat takto:

$$U = \frac{(m_v - m_s)}{m_s} * 100 \quad [\%] \quad (9)$$

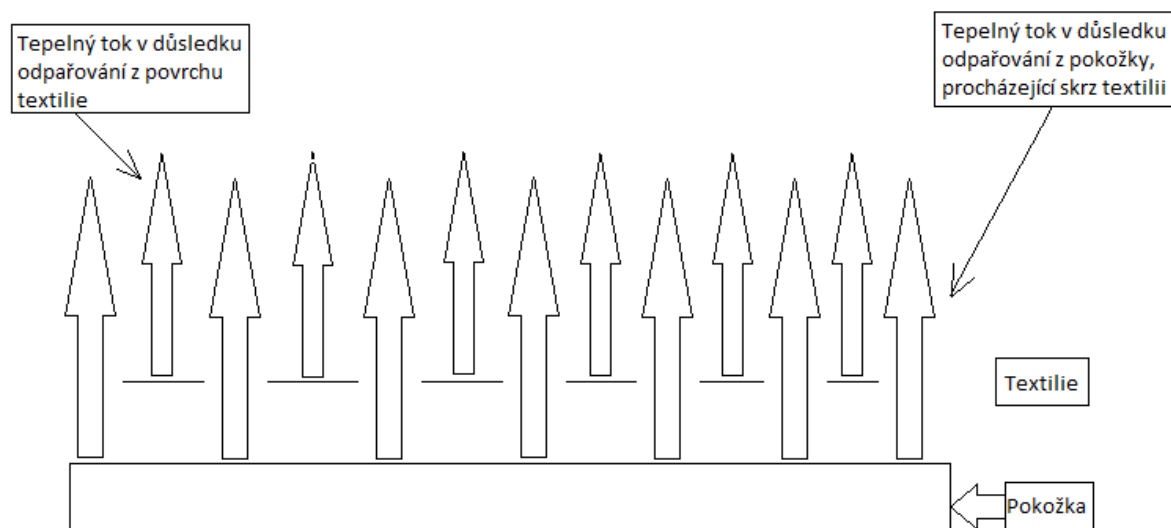
m_v hmotnost vlhkého materiálu [g]

m_s hmotnost ultra suchého materiálu [g]

3.2.2 Vliv vlhkosti na paropropustnost

Bylo prokázáno, že se zvyšujícím se obsahem vlhkosti v materiálu stoupá i relativní propustnost vodních par. Tento relativní tepelný tok, který se podílí na ochlazovacím procesu těla, stoupá, ale teplota tkaniny klesá díky odpařování vody právě z povrchu této tkaniny.

Dále bylo také zjištěno, že při přítomnosti vzduchové mezery (2mm, 4 mm) mezi pokožkou a tkaninou je relativní paropropustnost (nebo také relativní chladicí efekt) nižší než při přímém styku materiálu s kůží.



Obrázek 15 Tepelný tok vznikající díky odpařování potu z povrchu pokožky a odpařování vlhkosti z povrchu textílie

Obrázek 11 znázorňuje tepelný tok vznikající díky odpařování potu z povrchu pokožky a jeho průchod skrz textilií. Tento tepelný tok představuje tepelné ztráty těla a jeho chladicí efekt. Na obrázku je dále znázorněn tepelný tok vznikající díky odpařování vlhkosti z povrchu textilie, který také způsobuje chladicí efekt. Tento chladicí efekt však nemusí být pro tělo dostatečný.

Ochlazování pokožky způsobené odpařováním vlhkosti z povrchu textilie.

Za předpokladu, že je celý povrch textilie pokryt souvislou vrstvou vody, vodním filmem, můžeme chladicí tok vyjádřit rovnicí:

$$q_{fab} = \beta (p_{sat, fab} - p_{air}) \quad (10)$$

p_{sat} nasycený tlak vodní páry na povrchu pokožky (závislý na teplotě pokožky) [Pa]

p_{air} tlak vodní páry v oblasti okolního vzduchu [Pa]

$p_{sat, fab}$ nasycený tlak vodní páry na povrchu textilie (v závislosti na teplotě povrchu tkaniny) [Pa]

β koeficient proudění hmotného přenosu [W/Pa.m²]

Tepelný odpor tkaniny ve vlhkém stavu R_{ctw} může být vyjádřen jako lineární funkce relativní vlhkosti materiálu U :

$$R_{ctw} = R_{ct} (1 - kU) \quad (11)$$

k experimentálně stanovená konstanta charakterizující snížení tepelného odporu způsobená vlhkostí

U relativní přírůstek hmotnosti textilie s obsahem vlhkosti [%]

Tepelný tok způsobující ochlazování pokožky může být vyjádřen:

$$q_{fabw, sk} = \Delta t_{air} / (R_{ctw} + R_{cgap}) \quad (12)$$

R_{cgap} tepelný odpor vzduchové vrstvy [K.m²/W]

Tepelný odpor tkaniny klesá s její rostoucí vlhkostí. Tepelný tok z kůže je možné popsat rovnicí 13 za předpokladu, že částečný tlak vodních par na povrchu pokožky dosáhne nasyceného stavu.

$$q_{skin} = \frac{p_{sat} - p_{air}}{R_{gap} + R_{et} + R_{eto}} [W / m^2] \quad (13)$$

p_{sat} nasycený tlak vodní páry na povrchu pokožky (závislý na teplotě pokožky) [Pa]

p_{air} tlak vodní páry v oblasti okolního vzduchu [Pa]

R_{et} tepelný odpor textilie [Pa.m²/W]

R_{eto} odpařovací odpor mezní okrajové vrstvy [Pa.m²/W]

[4] [6] [18]

Výsledky

Materiál: 100 % PL, dostava 18/13

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
1,67	66,8	1,67	68,8	1,67	2
31,90	8,9	31,90	77,3	31,90	68,4
56,47	5,5	56,47	78,7	56,47	73,2
68,13	7,6	68,13	82,2	68,13	74,6
98,57	0,3	98,57	80,4	98,57	80,1

Materiál: 100 % PL, dostava 13/12

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
0,29	66,1	0,29	69,1	0,29	3
40,49	8,8	40,49	82,6	40,49	73,8
52,88	13,3	52,88	87	52,88	73,7
84,65	9,9	84,65	87,1	84,65	77,2
98,02	13	98,02	86,1	98,02	73,1

Materiál: 100 % PL, dostava 14/9

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
1,20	66,1	1,20	68,4	1,20	2,3
24,36	8,2	24,36	77,7	24,36	69,5
48,68	15,4	48,68	84,1	48,68	68,7
59,93	10,8	59,93	87,5	59,93	76,7
98,53	2,9	98,53	79	98,53	76,1

Materiál: 100 % PL, dostava 14/13

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
0,90	62,8	0,90	64,9	0,90	2,1
29,10	11,6	29,10	75,2	29,10	63,6
54,21	13,5	54,21	80,5	54,21	67
64,97	12,2	64,97	76,8	64,97	64,6
85,90	7	85,90	76,5	85,90	69,7

Výsledky

Materiál: 45 % WO/ 55 % PL, dostava 28/24

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
4,38	62,4	4,38	65	4,38	2,6
45,86	12,2	45,86	76,4	45,86	64,2
63,16	14,6	63,16	76,6	63,16	62
85,46	12,9	85,46	74,9	85,46	62
97,87	7,7	97,87	75,7	97,87	68

Materiál: 45 % WO/ 55 % PL, dostava 15/14

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
4,77	62,1	4,77	64,8	4,77	2,7
35,88	14,3	35,88	67,9	35,88	53,6
58,86	14,6	58,86	71,1	58,86	56,5
78,20	14,1	78,20	71,8	78,20	57,7
98,06	16,5	98,06	77	98,06	60,5

Materiál: 45 % WO/ 55 % PL, dostava 22/20

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
4,57	64,9	4,57	69,4	4,57	4,5
26,68	14,4	26,68	73,6	26,68	59,2
38,53	12,9	38,53	73	38,53	60,1
57,11	17,1	57,11	77,1	57,11	60
90,02	17,3	90,02	78,9	90,02	61,6

Materiál: 45 % WO/ 55 % PL, dostava 22/20

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
4,52	68	4,52	70,6	4,52	2,6
32,06	13,8	32,06	76,8	32,06	63
55,83	18,2	55,83	81,3	55,83	63,1
68,54	15,2	68,54	83,3	68,54	68,1
98,32	14,9	98,32	83,1	98,32	68,2

Materiál: 29 % WO/ 71 % PL, dostava 24/22

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
3,22	68,9	3,22	71,1	3,22	2,2
20,24	10,8	20,24	77,4	20,24	66,6
32,64	9,7	32,64	77,8	32,64	68,1
44,50	13,8	44,50	82,4	44,50	68,6
81,89	13	81,89	84,7	81,89	71,7

Materiál: 32 % WO/ 68 % PL, dostava 36/28

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
3,59	65,3	3,59	67,8	3,59	2,5
12,43	12,4	12,43	79,2	12,43	66,8
35,17	14,2	35,17	81,4	35,17	67,2
53,76	19,6	53,76	84,1	53,76	64,5
80,84	11,4	80,84	82,3	80,84	70,9

Materiál: 35 % WO/ 65 % PL, dostava 30/20

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
3,67	62,8	3,67	66,1	3,67	3,3
16,90	17,2	16,90	75,1	16,90	57,9
25,50	14,9	25,50	77,4	25,50	62,5
59,40	15,5	59,40	80,3	59,40	64,8
83,55	13	83,55	81,5	83,55	68,5

Materiál: 32 % WO/ 68 % PL, dostava 30/26

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
3,27	67,4	3,27	69,8	3,27	2,4
26,79	17,7	26,79	85,3	26,79	67,6
43,18	8,9	43,18	85,6	43,18	76,7
80,58	13,7	80,58	88,2	80,58	74,5
96,03	17,7	96,03	94,7	96,03	77

Materiál: 100 % WO, dostava 40/26

paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
10,48	64,5	10,48	67,4	10,48	2,9
30,09	9,8	30,09	72	30,09	62,2
48,29	10,6	48,29	80,2	48,29	69,6
55,01	19,2	55,01	85,7	55,01	66,5
85,10	14,9	85,10	87,8	85,10	72,9

Materiál: 100 % WO, dostava 38/30

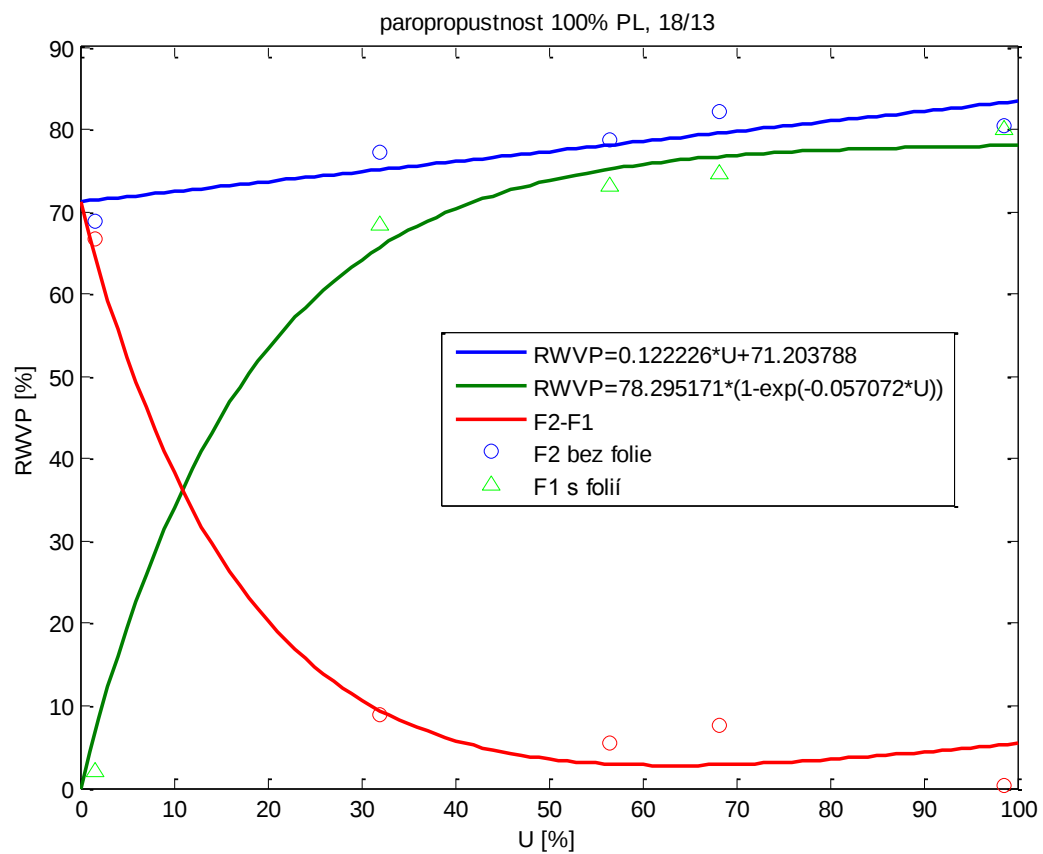
paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
8,30	66,5	8,30	69,5	8,30	3
41,65	15,3	41,65	78,5	41,65	63,2
65,40	21,7	65,40	86,1	65,40	64,4
94,11	15,9	94,11	88,6	94,11	72,7
98,81	20,2	98,81	92	98,81	71,8

Materiál: 100 % WO, dostava 42/20

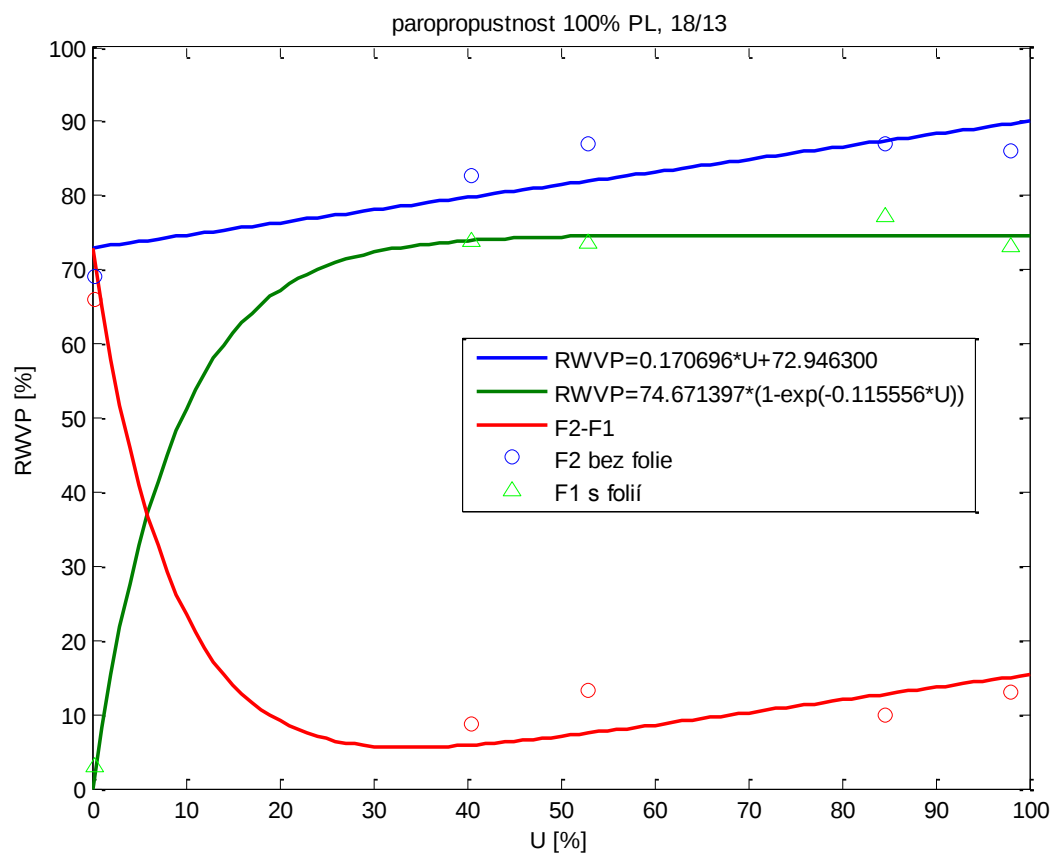
paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
9,05	62,6	9,05	65	9,05	2,4
42,68	7,5	42,68	70,8	42,68	63,3
50,44	15,5	50,44	81,3	50,44	65,8
69,40	14,1	69,40	83,6	69,40	69,5
93,86	15	93,86	85	93,86	70

Materiál: 100 % WO, dostava 40/30

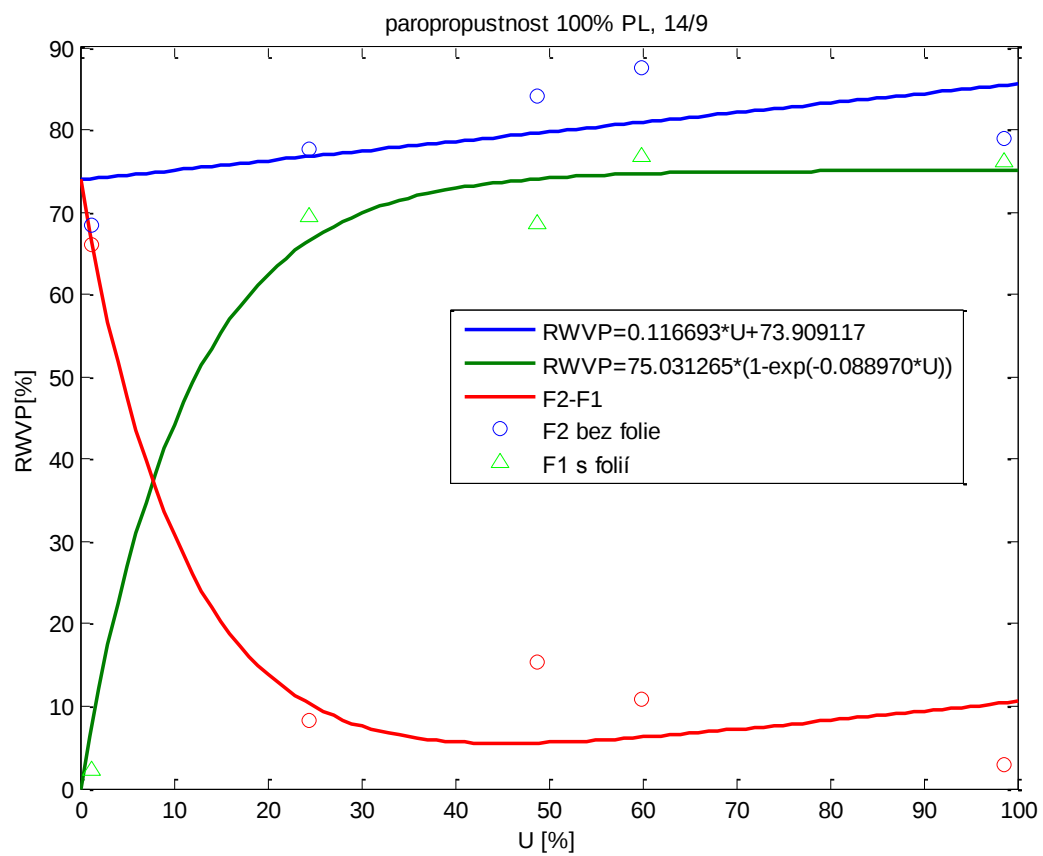
paropropustnost		bez folie		s folií	
U [%]	RWVP[%]	U [%]	RWVP [%]	U [%]	RWVP [%]
10,06	64,9	10,06	67,9	10,06	3
50,18	13,9	50,18	79,5	50,18	65,6
67,61	15,6	67,61	81,1	67,61	65,5
82,54	14,4	82,54	83,1	82,54	68,7
99,14	8,6	99,14	86	99,14	77,4



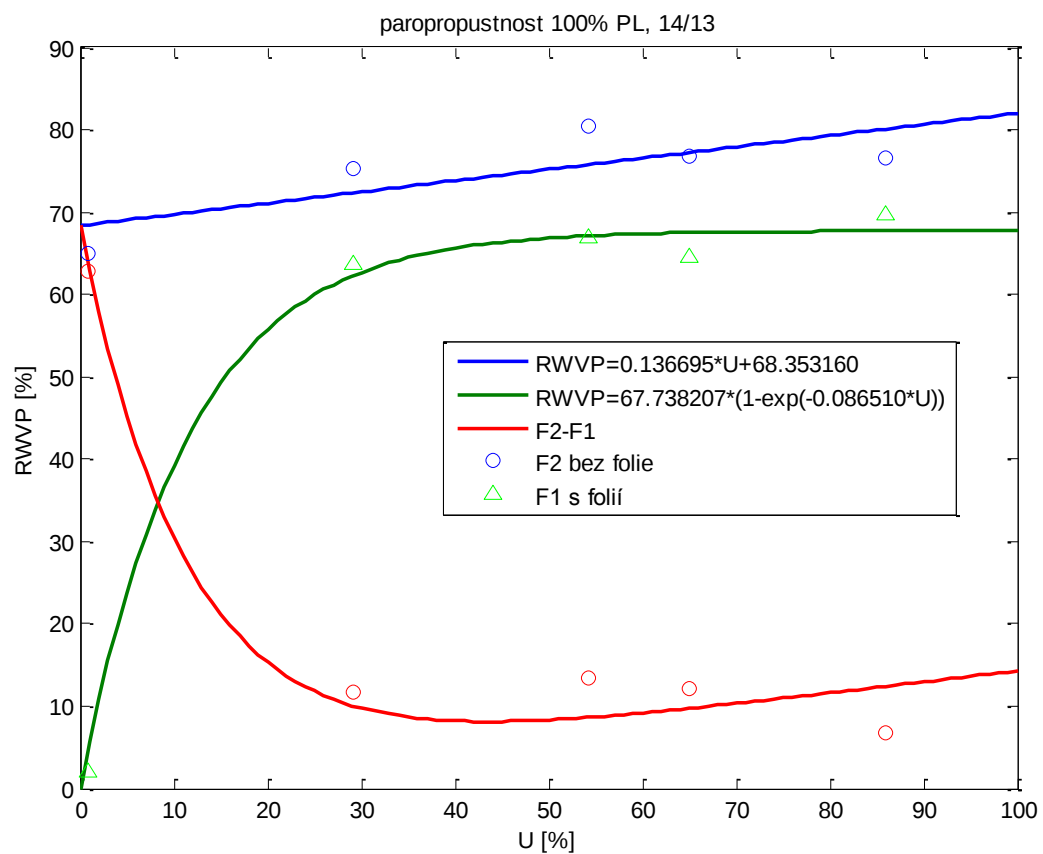
Graf 1 paropropustnost 100% PL, 18/13



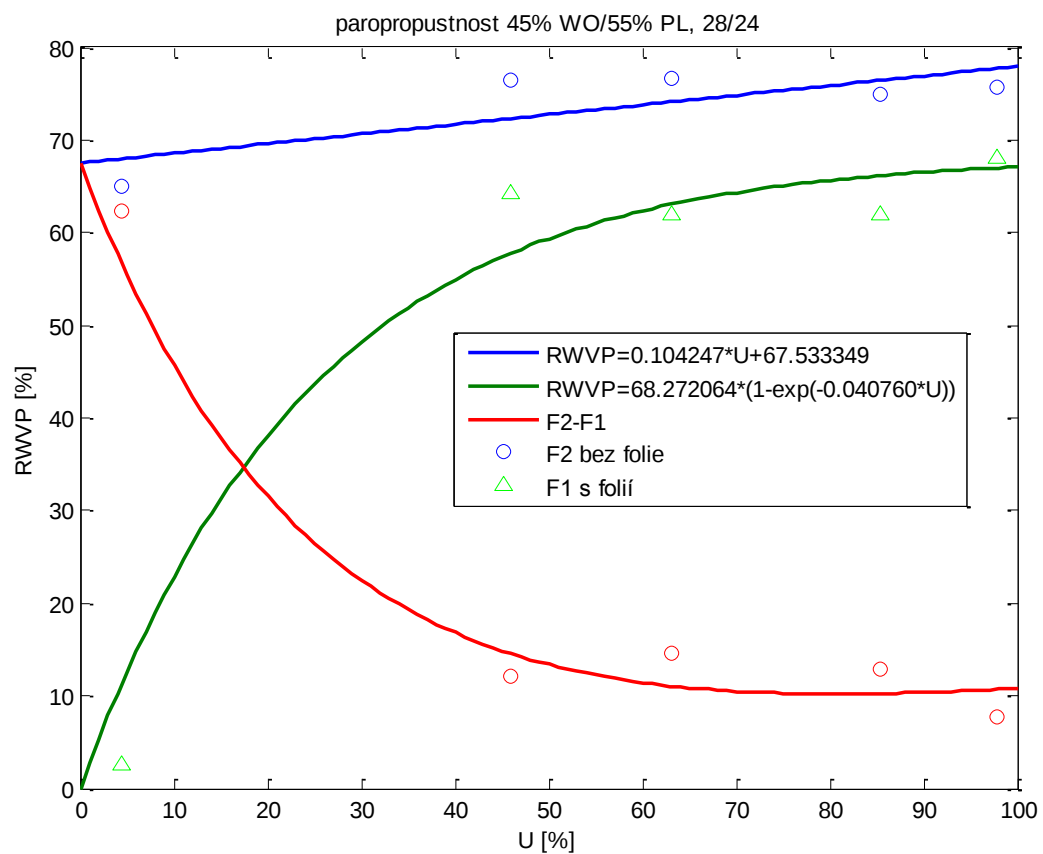
Graf 2 paropropustnost 100% PL, 13/12



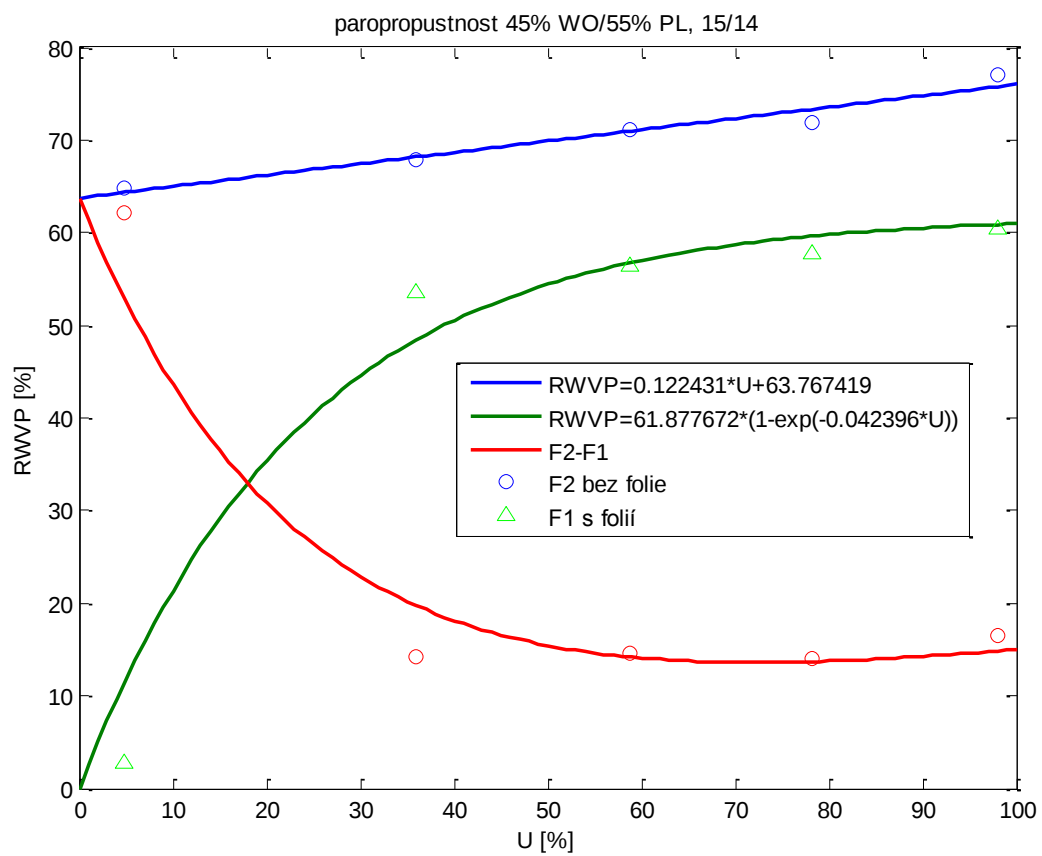
Graf 3 paropropustnost 100% PL, 14/9



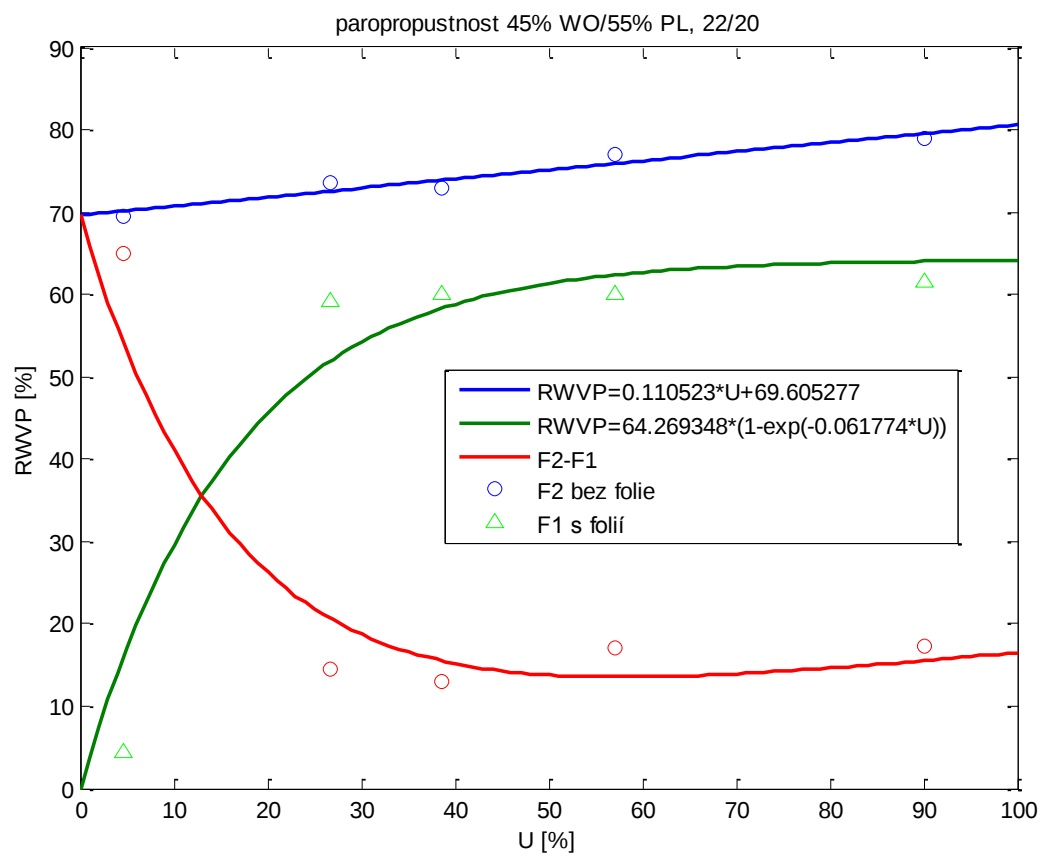
Graf 4 paropropustnost 100% PL, 14/13



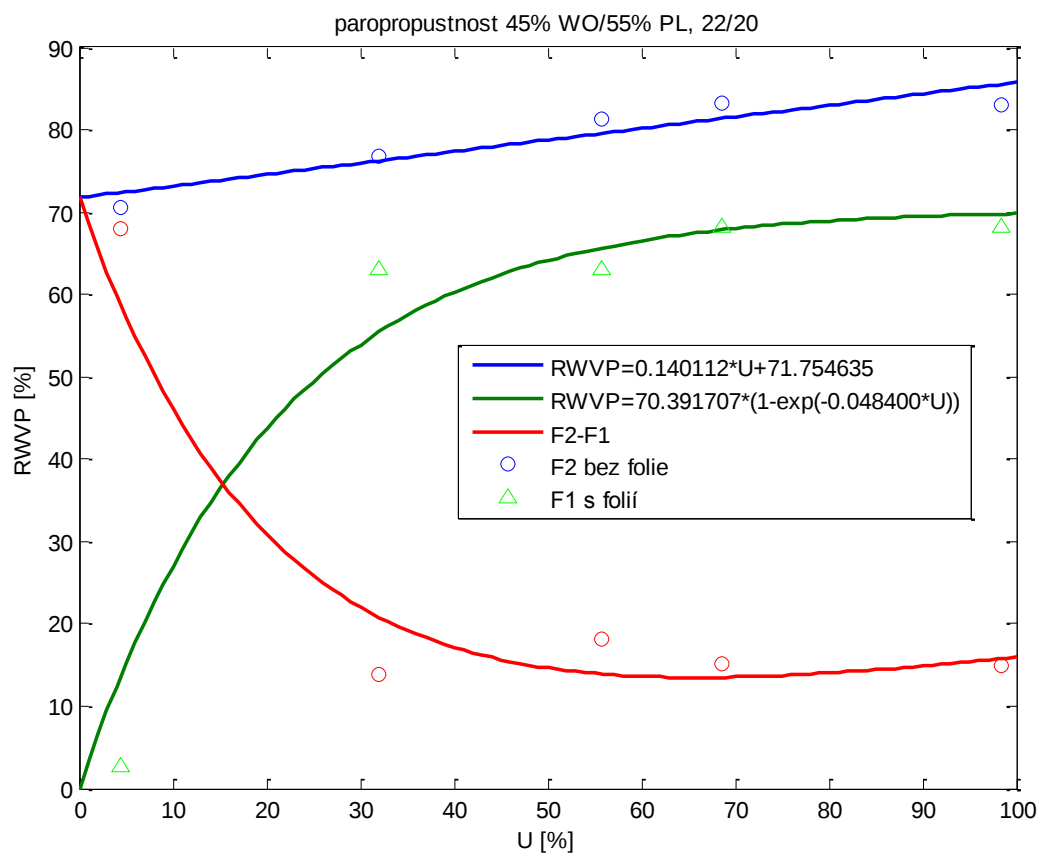
Graf 5 paropropustnost 45% WO/55% PL



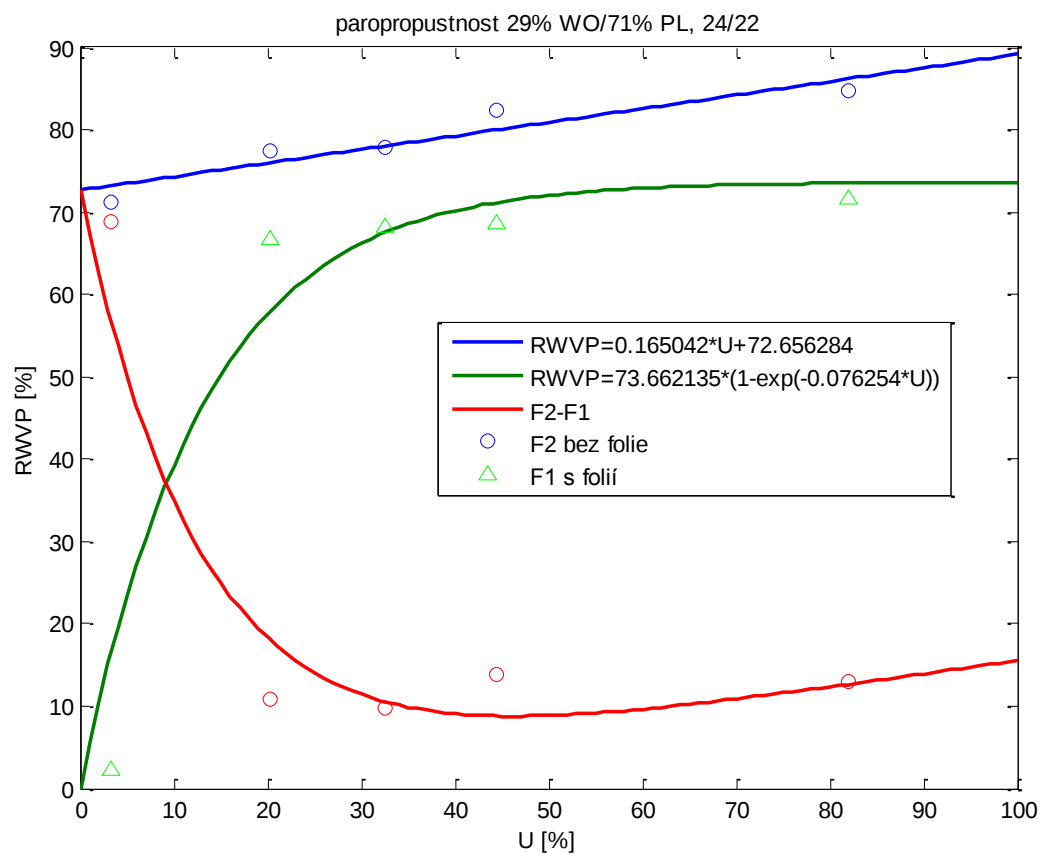
Graf 6 paropropustnost 45% WO/55% PL



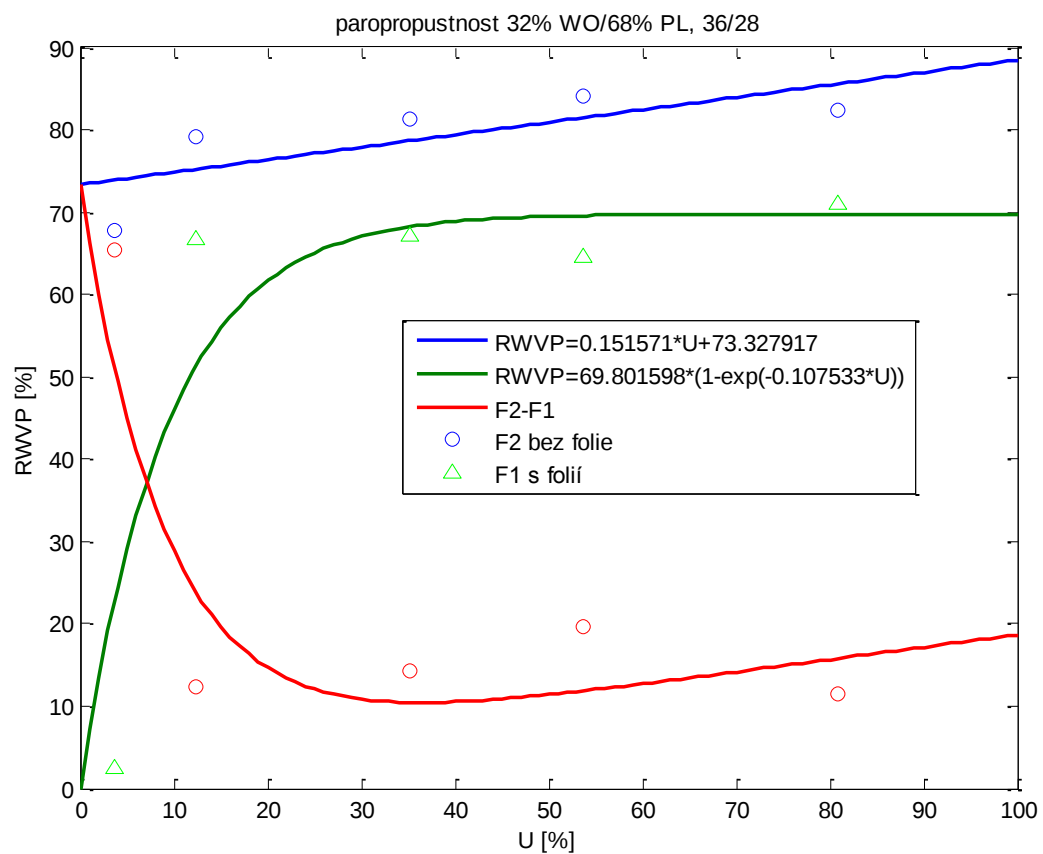
Graf 7 paropropustnost 45% WO/55% PL



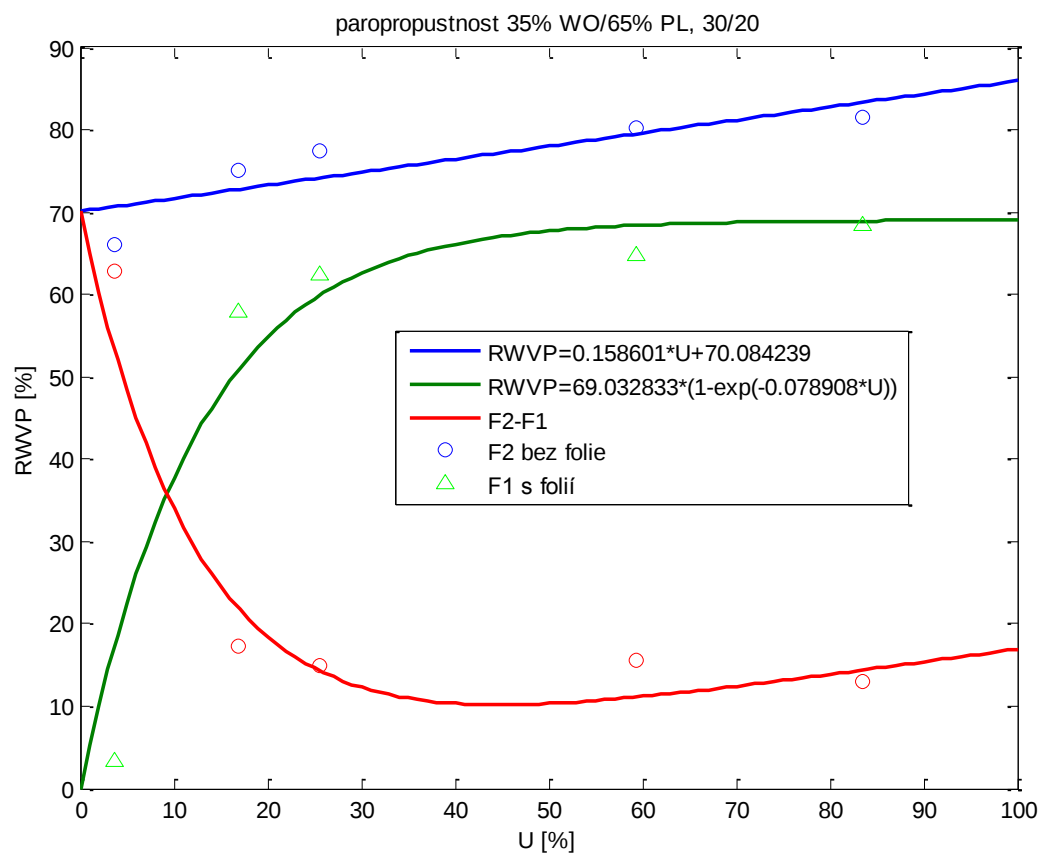
Graf 8 paropropustnost 45% WO/55% PL



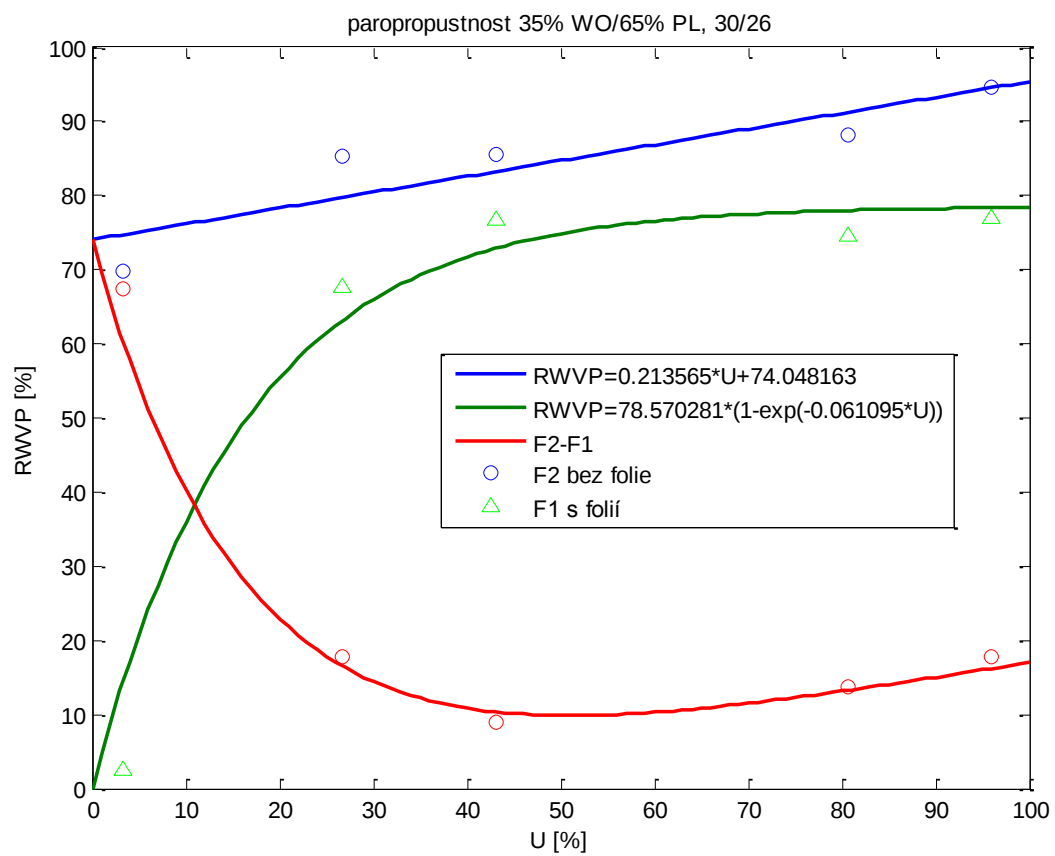
Graf 9 paropropustnost 29%WO/ 71% PL



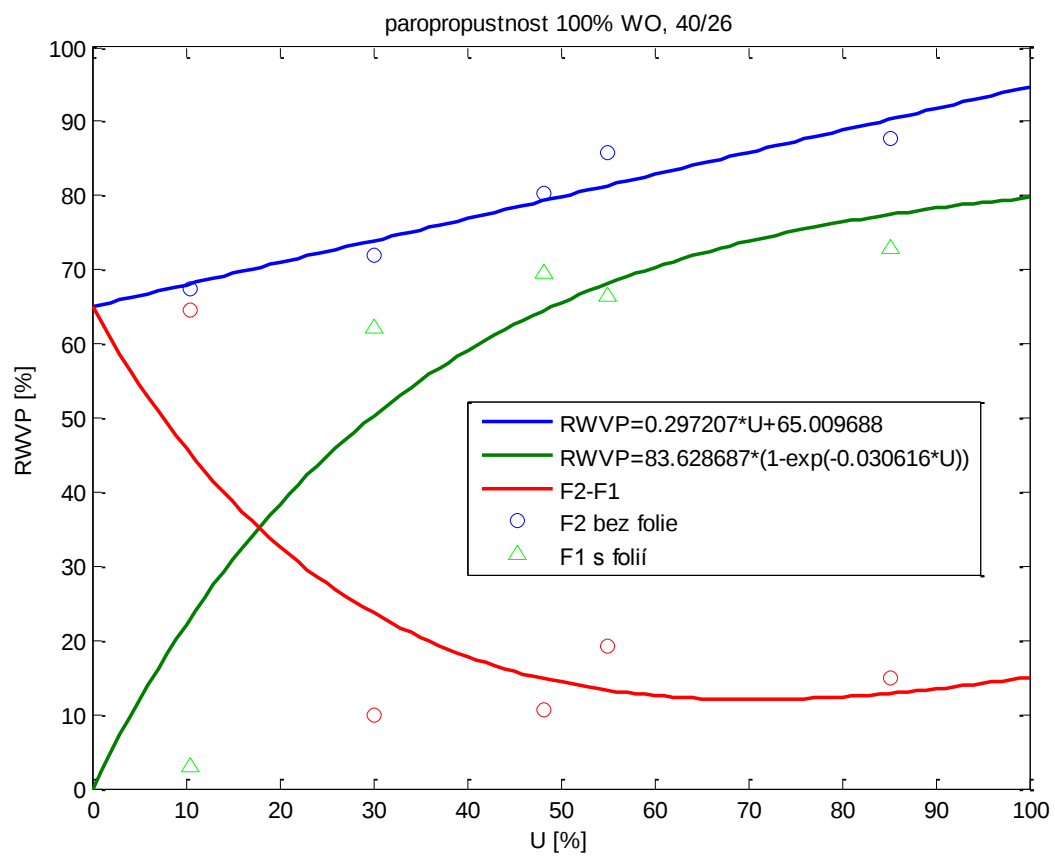
Graf 10 paropropustnost 32% WO/68% PL



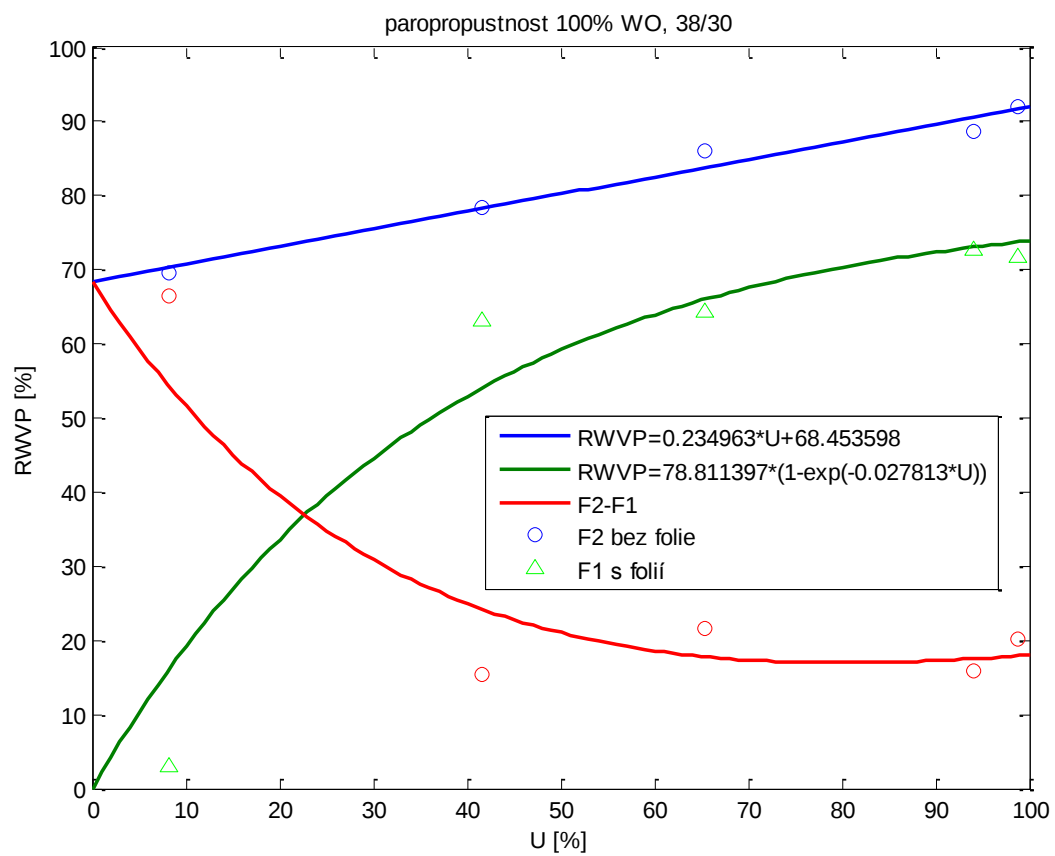
Graf 11 paropropustnost 35% WO/65% PL



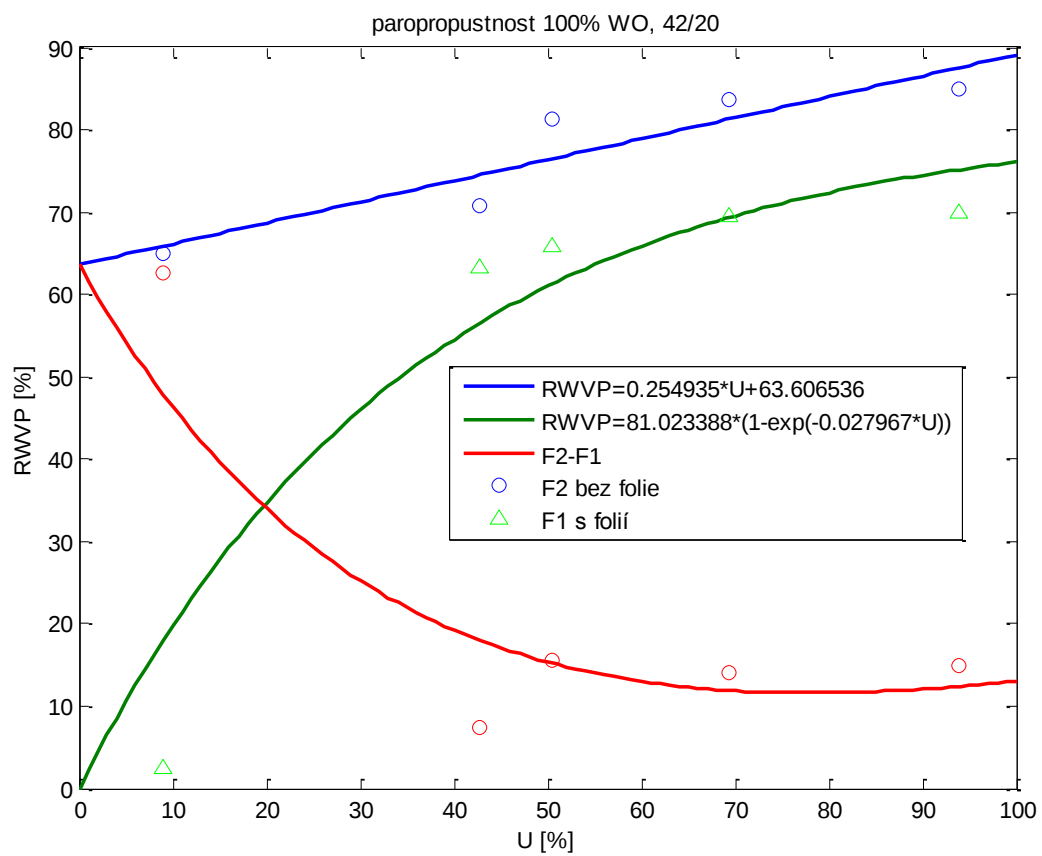
Graf 12 paropropustnost 35% WO/65% PL



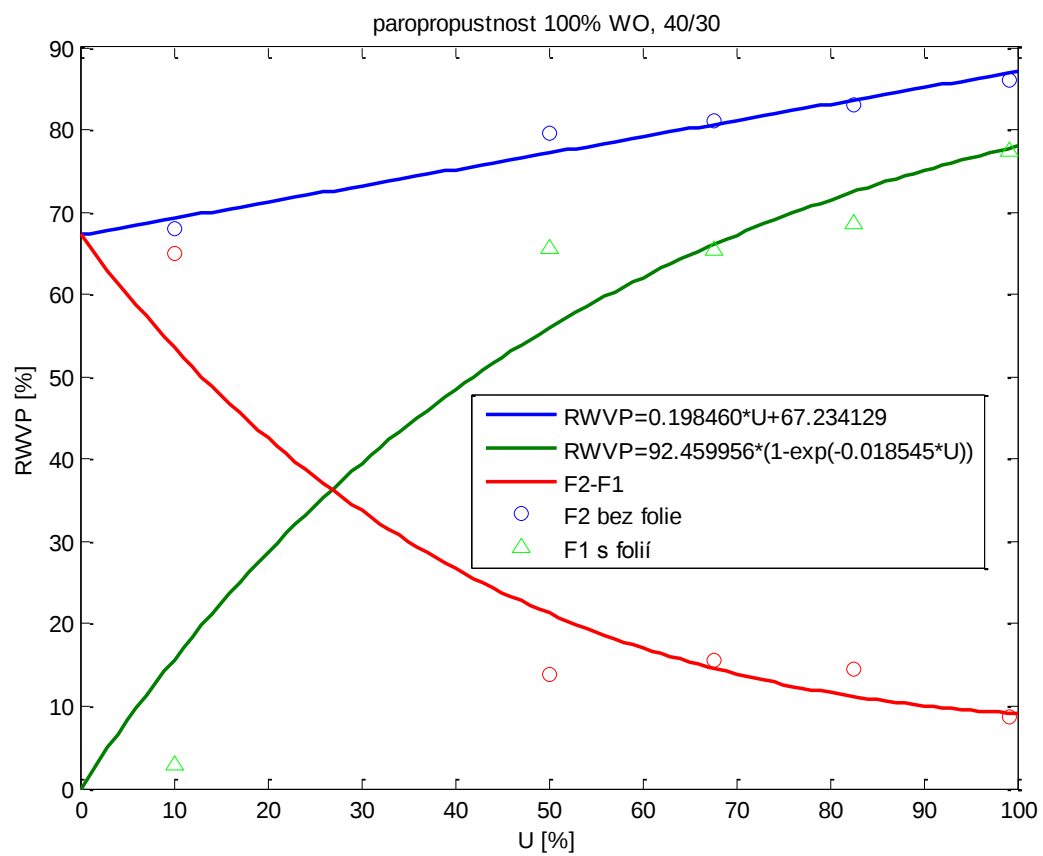
Graf 13 paropropustnost 100% WO, 40/26



Graf 14 paropropustnost 100% WO, 38/30



Graf 15 paropropustnost 100% WO, 42/20



Graf 16 paropropustnost 100% WO, 40/30

Grafy byly tvořeny v programu Matlab. Na první pohled bylo zřejmé, že hodnoty naměřené bez folie odpovídají průběhu lineární funkce. Proto byla tato funkce zvolena v programu Matlab a byly vygenerovány hodnoty a popis této funkce.

Funkce pro hodnoty naměřené s folií byla stanovena pomocí metody nejmenších čtverců tak, aby se křivka co nevíce blížila k experimentálním bodům.

Poslední zobrazovanou křivkou je křivka výsledných hodnot. Tyto křivky popisují rozdíl obou naměřených toků, tedy toků s nepropustnou folií vloženou mezi měřicí hlavici přístroje a experimentální vzorek a toku bez folie.

Z vytvořených grafů můžeme vyčíst, že se zvyšujícím se vlhkostním přívažkem U [%] materiálu stoupá i relativní propustnost vodních par RWVP [%], neboli relativní chladicí tepelný tok. To se týká materiálů měřených s nepropustnou folií, tak i bez ní.

U materiálů ze 100% polyesteru se setkáváme s trendem, kdy do zhruba 30-40% vlhkostního přívažku roste RWVP dramaticky u materiálů měřených s folií. Po překročení této vlhkosti křivka roste jen pozvolna. U materiálů ze 100% vlny je charakter křivek takový, že křivka roste rovnoměrně s přibývajícím vlhkostním přívažkem, tedy bez dramatických skoků.

Prováděna byla i měření bez nepropustné fólie. Z těchto měření je zřejmé, že u všech zkoumaných tkanin je hodnota RWVP pro suchý materiál kolem 60-70%. Tyto naměřené hodnoty odpovídají průběhu lineární funkce jen s pozvolným vzestupem, záleží však na typu vazby a na materiálovém složení.

V grafech je vyjádřena i celková paropropustnost vlhkého materiálu. Pro suchý materiál byla hodnota RWVP kolem 60-70% v závislosti na typu materiálu. Po mírném zavlhčení na zhruba 20-30% můžeme pozorovat dramatický pokles paropropustnosti. Po dalších stupních zavlhčení má hodnota RWVP dále mírně klesající až vodorovný průběh. Jedná se totiž o nasycený materiál, kde můžeme pozorovat vliv vodního filmu, který působí jako bariéra zamezující průchodu vzduchu.

Měření byla prováděna v laboratořích Politecnico di Torino v Itálii. I když byl Permetest umístěn ve speciální laboratoři, mohl být ovlivněn jinými přístroji, které byly do této místnosti dočasně umístěny. Permetest byl používán i jinými studenty pro jiná měření a byl přemístován na jiná pracoviště. To mohlo také ovlivnit výsledky tohoto měření.

Pro další měření bych navrhovala zajistit vhodnou laboratoř, která by sloužila pouze na měření na přístroji Permetest a která by nebyla ovlivněna jinými přístroji. I když jsou

měření značně časově náročná, bylo by vhodné co možná nejvíce zkrátit čas mezi jednotlivými experimenty.

Pro další měření by bylo také vhodné použít materiálů těžších a objemnějších. U nich totiž dochází k pomalejšímu vysoušení a úbytku vlhkosti. Z tohoto důvodu by mělo být měření přesnější. Vhodné by také bylo uskutečnit měření při větším počtu zavlhčení.

Vzhledem k tomu, že paropropustnost vlněných materiálů nebyla dosud nikým měřena, bylo by vhodné provést další měření materiálů o stejném složení tak, aby byla zjištěná data ověřena.

3.3 Chyby měření

Výsledkem všech měření je nahodilá veličina, která kromě informace obsahuje dále i „šum“, chyby měření. Velikost této chyby je dána kvalitou procesu měření nebo měřicího přístroje.

Chyby měření se dělí do několika skupin podle místa jejich vzniku:

Instrumentální chyby- působeny konstrukcí přístroje, který je používán při měření, a určují kvalitu daného přístroje

Metodické chyby- chyby spojené s metodikou používanou při stanovení výsledků měření (odečítání dat, organizace měření)

Teoretické chyby- chyby související s postupem používaným při měření (principy měření, použité parametry)

Chyby zpracování dat- způsobeny používáním nevhodných metod statistického vyhodnocování výsledků

Podle příčin a původu vzniku chyb je možné je dělit:

Chyby hrubé (omyly)- tyto chyby lze snadno odhalit a jejich vliv tak vyloučit. Jedná se o chyby související s používáním vadného měřicího přístroje nebo přehlédnutím při měření.

Chyby soustavné (systematické)- způsobené stále stejnou příčinou, které lze zcela omezit zdokonalením měřicí metody. Do této skupiny se řadí chyby metody, chyby metody vyhodnocení, chybné stanovení podmínek měření a chyby přístrojů.

-chyby aditivní (chyba nastavení nulové hodnoty)

-chyby multiplikativní (chyba citlivosti)

Chyby nahodilé- tyto chyby měření není možné odstranit, nejeví známky pravidelnosti a nelze zcela objasnit jejich příčiny

[16]

4. ZÁVĚR

Tato diplomová práce je zaměřena na problematiku komfortu textilií, který může do značné míry ovlivnit prodejnost textilního výrobku. Spotřebitelé jsou ochotni vynaložit vyšší částky peněz za oděvy, které jsou komfortní. Tato kvalita a komfort výrobku by však měla být podložena vhodnými testy.

Úvod práce je proto věnován důležitosti komfortu textilií a to především komfortu termofyziologického. Uvedeny jsou jak klasické, tak i nové způsoby hodnocení tohoto komfortu textilií, měření paropropustnosti a možnému vlivu vlhkosti na hodnoty paropropustnosti. Tato část se dále zabývá termoregulací lidského organismu a jejímu významu pro člověka.

Další část diplomové práce se zabývá měřením chladicího toku při zavlhčení textilie. Pro tato měření byl zvolen přístroj Permetest. Ten je vhodný především proto, že je přístrojem nedestruktivním a je schopen experimentální hodnoty naměřit během několika minut. Přístroj byl užit proto, aby zaznamenával hodnoty paropropustnosti vodních par testovaných materiálů s měnícím se obsahem vlhkosti v materiálu.

Vlhkost materiálu byla simulována tak, že byl vzorek o vhodné velikosti namočen a postupně vysušován pomocí savých papírů. Po každém jednotlivém vysušení byl vzorek zvážen pomocí digitálních vah. Z této hodnoty mohl být následně vypočten hmotnostní přívažek.

Veškeré naměřené hodnoty byly graficky zpracovány v programu Matlab. Z těchto grafů je možné vyčíst, že užití materiálů za daných podmínek vede ke změně jejich paropropustnosti v závislosti na množství vlhkosti v nich obsažených.

S rostoucím zavlhčením textilie velmi rychle klesá její efektivní paropropustnost. Toto bylo prokázáno u všech měřených vzorků a to jak u polyesterových vzorků tak i u vzorků ze 100% vlny. Naměřené hodnoty jsou podobné hodnotám již dříve naměřeným na KHT.

V této práci nebyl brán zřetel na vzduchovou mezeru mezi nošenou textilií a pokožkou. Z tohoto důvodu mohou být výsledky uplatněny pouze pro oděvy, které těsně přiléhají k tělu nositele.

Podobné experimenty zaměřené na paropropustnost vlny při různých stupních vlhkosti nebyly dosud prováděny. Proto by bylo vhodné provést podobný experiment tak, aby mohly být naměřené hodnoty porovnány.

5. ZDROJE

- [1] http://cs.wikipedia.org/wiki/Ov%C4%8D%C3%AD_vlna, citováno 27.10.2011
- [2] http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20061005/7-zivocisna_vlakna.pdf, citováno 27.10.2011
- [3] KAPLAN, S., OKUR, A., *The meaning and importance of clothing comfort: A case study for Turkey*. Turkey, 2007. Dokuz Eylul University, Textile Engineering Department, Izmir, Turkey.
- [4] HES, L., SLUKA, P., *Úvod do komfortu textilií*, skriptum. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0
- [5] <http://nahledy.normy.biz/nahled.php?i=20073> citováno 07.11.2011
- [6] BURSA, P., *Návrh a ověření nové normy na hodnocení paropropustnosti vlhkých textilií*, Diplomová práce, Liberec, 2011. Technická univerzita v Liberci
- [7] <http://www.latinsky.estranky.cz/fotoalbum/kozni-soustava/kozni-soustava/kuze--rez-.png.html>, citováno 11.11.2011
- [8] <http://cs.wikipedia.org/wiki/K%C5%AF%C5%BEE>, citováno 11.11.2011
- [9] HORNÍČEK, P., *Odvod vlhkosti a tepla z povrchu lidského těla*, Liberec, Fakulta textilní, katedra oděvnictví, 2001, Technická univerzita v Liberci
- [10] http://www.biotechlearn.org.nz/focus_stories/wool_innovations/wool_fibre_structure_and_properties, citováno 17.11.2011
- [11] http://cs.wikipedia.org/wiki/Ov%C4%8D%C3%AD_vlna, citováno 17.11.2011
- [12] <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/polyester>, citováno 17.11.2011
- [13] OTHMER, K., *Encyclopedia of chemical technology*, <http://onlinelibrary.wiley.com.ezproxy.biblio.polito.it/doi/10.1002/0471238961.2315151214012107.a01.pub2abstract>, citováno 22.11.2011

- [14] PAŘILOVÁ, H., *Textilní zbožíznalství -Tkaniny*, skriptum, Liberec, Fakulta textilní, katedra hodnocení textilií, 2005, Technická univerzita v Liberci
- [15] STANĚK, J., *Textilní zbožíznalství –Vláknenné suroviny, příze, nitě*, skriptum, Liberec, Fakulta textilní, katedra hodnocení textilií, 2006, Technická univerzita v Liberci, ISBN 80-7372-147-3
- [16] http://amper.ped.muni.cz/jenik/nejistoty/html_tree/node6.html, citováno 12.12.2011
- [17] http://cs.wikipedia.org/wiki/Sm%C4%9Brodatn%C3%A1_odchylka, citováno 12.12.2011
- [18] HES, L., ARAUJO, M.: *Simulation of the Effect of Air Gaps between the Skin and a Wet Fabric*, 1492, Textile Research Journal Volume 80, Issue 14, Pages 1488-1497, ISSN 0040-5175
- [19] http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20061005/7-vlastnosti_vlaken.pdf, citováno 2.3.2012
- [20] DOSTÁLOVÁ M., KŘIVÁNKOVÁ M., *Základy textilní a oděvní výroby*, skriptum, Liberec, Fakulta textilní, katedra textilních struktur, 2004, Technická univerzita v Liberci, ISBN 80-7083-831-0

6. PŘÍLOHY

Příloha č. 1. Ukázka technického listu

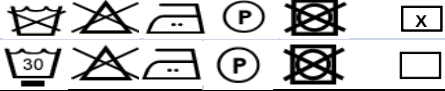
Příloha č. 2. Porovnání vlastností vláken vlivem vlhkosti

Příloha č. 3. Tabulka měření materiálů se složením 100 % PL

Příloha č. 4. Tabulka měření materiálů se složením 45 % WO/ 55 % PL

Příloha č. 5. Tabulka měření materiálů s jiným složením

Příloha č. 6. Tabulka měření materiálů se složením 100 % WO

		Data 22.11.2011			
SCHEDA PRESTAZIONI STANDARD ARTICOLO Fabrics Standard Performance		Art. 72660	Dis	Var.	Special Treatment
Caratteristica <i>Characteristics</i>	Questo articolo è "Natural stretch". Sugeriamo di utilizzarlo come art. "Stretch". <i>This fabric is "natural stretch". We suggest to use it like a "STRETCH" fabric !!</i>	Tipologia / Dyeing :	Tinto filo / Yarn dyed ☒	Tinto pezza / Piece dyed ☐	
		Customs code :	51121100		
Istruzioni di manutenzione / Care Instruction					
		Norma <i>Norm</i>	Valori limite standard <i>Standard Performance</i>		Valore <i>Value</i>
Composizione Articolo <i>Material Composition</i>	D.lgs 194/99			100%WV	
Peso (Ambientato) <i>Weight</i>	UNI EN 12127	-4% +6%		g/m ²	157
Finezza micron <i>Micron count</i>		-0,25% +0,25%			
Titolo <i>Yarn Count</i>	UNI 9275	Catena Nm	Trama Nm	1/38	1/46
Riduzione ordito e trama <i>Density warp and weft</i>	UNI EN 1049/2	+/- 3 %		31,0 - 28,4	
Ortogonalità <i>Skewed Weft</i>	Fantasia (quadri e effetti in trama) <i>Check patterned fabrics and cross-stripes</i>	Max 1,5 %			
	Unito e gessato <i>Single coloured and lenght stripes</i>	Max 2 %			
Ripetizione del rapporto di Ordito <i>Repeat of warp pattern</i>		Max 7mm		Su tutta l'altezza <i>on total width</i>	
Ripetizione del rapporto di Trama <i>Repeat of weft pattern</i>		Max 2 mm / 0,5 m Max 3 mm / 1,5 m		-	
Lunghezza pezza <i>Piece length</i>	UNI EN 1773			70 m	
Altezza utile <i>Net width</i>	UNI EN 1773			148 cm	
Resistenza a trazione <i>Tensile strength</i>	Cardati <i>Wollen yarns</i>	EN ISO 13934-1	Min 150 N Trama / Weft 150 N Ordito / Warp		N
	Pettinati <i>Worsted yarns</i>		Min 180 N Trama / Weft 200 N Ordito / Warp		>190,0 N
Resistenza alla lacerazione <i>Tear strength</i>	Cappotti / Giacche <i>Overcoats / Jackets</i>	EN ISO 13937-2	< 150 g/m ² >= 150 g/m ²		
	Abiti / Pantaloni <i>Suits / Trousers</i>		Min10 N Min 15 N		N >8,0 N
Scorrimento cuciture <i>Seam slippage</i>	Cappotti / Giacche <i>Overcoats / Jackets</i>	WS TM 117	Max 10 mm		mm
	Abiti / Pantaloni <i>Suits / Trousers</i>		Max 6 mm		<5,0 mm
Abrasion <i>Abrasion Resistance</i>	Flanelle - Cardati <i>Flannel - Woollen yarns</i>	EN ISO 12947-2 (Martindale)	Min 6.000 revs		
	Pettinati e altri <i>Worsted yarns - Others</i>		Min 12.000 revs		>12000
Pilling	Flanelle - Cardati <i>Flannel - Woollen yarns</i>	EN ISO 12945-2 (Martindale modificato)	Min grade 3		
	Pettinati e altri <i>Worsted yarns - Others</i>		Min grade 4		4
Elasticità <i>Elasticity</i>	Solo articoli elasticizzati <i>Stretch fabric only</i>	ASTM D3107	Max 20%		
Isteresi <i>Hysteresis</i>			Max 1,5 %		
Sgualcitura <i>Wrinkle recovery</i>		UNI 9836	Min grade 4		
Stabilità dimensionale al vapore (Hoffmann) <i>Dimensional stability to steam</i>	Articoli elasticizzati con Lycra <i>Stretch Fabric (Lycra)</i>	DIN 53894	0,5% / -3,0 %		
	Natural Stretch <i>Cappotti (Overcoats)</i>		0,5% / -2,0 %		<2,5
	Articoli standard <i>Standard fabric</i>		0,5% / -1,5 %		
Avvertenze	Data la delicatezza dell'articolo, in base al taglio dell'abito / pantalone e alla taglia, potrebbe essere necessario prevedere fettucce di rinforzo (termoadesivo) sulle cuciture maggiormente sottoposte a sollecitazione (es. cavallo pantaloni, tasche posteriori, travetta tasca laterale, ecc.).				
Warning	This quality is very light and fine so that, depending on trousers cut and size, may be safer to use thermo - adhesive plating to reinforce most stressed seams (e.g. crotch seam, back pockets seams and side pocket stitch).				
		Firma / Signature		Visonà	

Příloha č. 2. Porovnání vlastností vláken vlivem vlhkosti

vlákno	pevnost [cN·dtex⁻¹]	tažnost [%]	pevnost mokrá [%] ze suché	tažnost mokrá [%]
vlna	1–2	20–40	80–90	25–50
bavlna	2.7–4.3	3–10	100–110	3.6–12
viskoza	2–3	15–30	44–72	20–40
acetát	1.3	20–45	60–70	30–50
PA 6	3.7–5.2	25–40	85–90	20–50
PA 6.6	3.7–5.4	25–40	85–90	20–50
PES	4.1–4.5	19–23	100	19–23
PP	2.7–6.3	25–75	100	25–75
PAN	2.0–2.9	20–28	80–90	26–34
kevlar	19	4	100	4

[19]

Příloha č. 3. Tabulka měření materiálů se složením 100 % PL

Dostava	Materiálové složení	Typ měření	Hmotnost materiálu [g]	Relativní paropropustnost [%]	Hmotnost ultra suchého materiálu [g]
18/13	100 % PL	bez folie	2,56	68,8	2,52
18/13	100 % PL	s folií	2,56	2	2,52
18/13	100 % PL	bez folie	5,00	80,4	2,52
18/13	100 % PL	s folií	5,00	80,1	2,52
18/13	100 % PL	bez folie	4,24	82,2	2,52
18/13	100 % PL	s folií	4,24	74,6	2,52
18/13	100 % PL	bez folie	3,94	78,7	2,52
18/13	100 % PL	s folií	3,94	73,2	2,52
18/13	100 % PL	bez folie	3,32	77,3	2,52
18/13	100 % PL	s folií	3,32	68,4	2,52
13/12	100 % PL	bez folie	4,20	69,1	4,19
13/12	100 % PL	s folií	4,20	3	4,19
13/12	100 % PL	bez folie	8,30	86,1	4,19
13/12	100 % PL	s folií	8,30	73,1	4,19
13/12	100 % PL	bez folie	7,74	87,1	4,19
13/12	100 % PL	s folií	7,74	77,2	4,19
13/12	100 % PL	bez folie	6,40	87	4,19
13/12	100 % PL	s folií	6,40	73,7	4,19
13/12	100 % PL	bez folie	5,89	82,6	4,19
13/12	100 % PL	s folií	5,89	73,8	4,19
14/9	100 % PL	bez folie	3,37	68,4	3,33
14/9	100 % PL	s folií	3,37	2,3	3,33
14/9	100 % PL	bez folie	6,62	79	3,33
14/9	100 % PL	s folií	6,62	76,1	3,33
14/9	100 % PL	bez folie	5,33	87,5	3,33
14/9	100 % PL	s folií	5,33	76,7	3,33
14/9	100 % PL	bez folie	4,96	84,1	3,33
14/9	100 % PL	s folií	4,96	68,7	3,33
14/9	100 % PL	bez folie	4,15	77,7	3,33
14/9	100 % PL	s folií	4,15	69,5	3,33
14/13	100 % PL	bez folie	3,69	64,9	3,66
14/13	100 % PL	s folií	3,69	2,1	3,66
14/13	100 % PL	bez folie	6,80	76,5	3,66
14/13	100 % PL	s folií	6,80	69,7	3,66
14/13	100 % PL	bez folie	6,04	76,8	3,66
14/13	100 % PL	s folií	6,04	64,6	3,66
14/13	100 % PL	bez folie	5,64	80,5	3,66
14/13	100 % PL	s folií	5,64	67	3,66
14/13	100 % PL	bez folie	4,73	75,2	3,66
14/13	100 % PL	s folií	4,73	63,6	3,66

Příloha č. 4. Tabulka měření materiálů se složením 45 % WO/ 55 % PL

Dostava	Materiálové složení	Typ měření	Hmotnost materiálu [g]	Relativní paropropustnost [%]	Hmotnost ultra suchého materiálu[g]
28/24	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	4,22	65	4,05
28/24	45 % WO/ 55 % PL	s folií	4,22	2,6	4,05
28/24	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	8,00	75,7	4,05
28/24	45 % WO/ 55 % PL	s folií	8,00	68	4,05
28/24	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	7,50	74,9	4,05
28/24	45 % WO/ 55 % PL	s folií	7,50	62	4,05
28/24	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	6,60	76,6	4,05
28/24	45 % WO/ 55 % PL	s folií	6,60	62	4,05
28/24	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	5,90	76,4	4,05
28/24	45 % WO/ 55 % PL	s folií	5,90	64,2	4,05
15/14	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	4,00	64,8	3,82
15/14	45 % WO/ 55 % PL	s folií	4,00	2,7	3,82
15/14	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	7,56	77	3,82
15/14	45 % WO/ 55 % PL	s folií	7,56	60,5	3,82
15/14	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	6,80	71,8	3,82
15/14	45 % WO/ 55 % PL	s folií	6,80	57,7	3,82
15/14	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	6,06	71,1	3,82
15/14	45 % WO/ 55 % PL	s folií	6,06	56,5	3,82
15/14	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	5,19	67,9	3,82
15/14	45 % WO/ 55 % PL	s folií	5,19	53,6	3,82
22/20	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	3,96	69,4	3,79
22/20	45 % WO/ 55 % PL	s folií	3,96	4,5	3,79
22/20	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	7,20	78,9	3,79
22/20	45 % WO/ 55 % PL	s folií	7,20	61,6	3,79
22/20	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	5,95	77,1	3,79
22/20	45 % WO/ 55 % PL	s folií	5,95	60	3,79
22/20	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	5,25	73	3,79
22/20	45 % WO/ 55 % PL	s folií	5,25	60,1	3,79
22/20	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	4,80	73,6	3,79
22/20	45 % WO/ 55 % PL	s folií	4,80	59,2	3,79
22/20	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	3,17	70,6	3,03
22/20	45 % WO/ 55 % PL	s folií	3,17	2,6	3,03
22/20	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	6,01	83,1	3,03
22/20	45 % WO/ 55 % PL	s folií	6,01	68,2	3,03
22/20	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	5,11	83,3	3,03
22/20	45 % WO/ 55 % PL	s folií	5,11	68,1	3,03
22/20	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	4,72	81,3	3,03
22/20	45 % WO/ 55 % PL	s folií	4,72	63,1	3,03
22/20	45 % WO/ 55 % PL	bez folie	4,00	76,8	3,03
22/20	45 % WO/ 55 % PL	s folií	4,00	63	3,03

Příloha č. 5. Tabulka měření materiálů s jiným složením

Dostava	Materiálové složení	Typ měření	Hmotnost materiálu [g]	Relativní paropropustnost [%]	Hmotnost ultra suchého materiálu[g]
24/22	29 % WO/ 71 % PL	bez folie	3,31	71,1	3,20
24/22	29 % WO/ 71 % PL	s folií	3,31	2,2	3,20
24/22	29 % WO/ 71 % PL	bez folie	5,82	84,7	3,20
24/22	29 % WO/ 71 % PL	s folií	5,82	71,7	3,20
24/22	29 % WO/ 71 % PL	bez folie	4,63	82,4	3,20
24/22	29 % WO/ 71 % PL	s folií	4,63	68,6	3,20
24/22	29 % WO/ 71 % PL	bez folie	4,25	77,8	3,20
24/22	29 % WO/ 71 % PL	s folií	4,25	68,1	3,20
24/22	29 % WO/ 71 % PL	bez folie	3,85	77,4	3,20
24/22	29 % WO/ 71 % PL	s folií	3,85	66,6	3,20
36/28	32 % WO/ 68 % PL	bez folie	3,99	67,8	3,85
36/28	32 % WO/ 68 % PL	s folií	3,99	2,5	3,85
36/28	32 % WO/ 68 % PL	bez folie	6,96	82,3	3,85
36/28	32 % WO/ 68 % PL	s folií	6,96	70,9	3,85
36/28	32 % WO/ 68 % PL	bez folie	5,92	84,1	3,85
36/28	32 % WO/ 68 % PL	s folií	5,92	64,5	3,85
36/28	32 % WO/ 68 % PL	bez folie	5,20	81,4	3,85
36/28	32 % WO/ 68 % PL	s folií	5,20	67,2	3,85
36/28	32 % WO/ 68 % PL	bez folie	4,33	79,2	3,85
36/28	32 % WO/ 68 % PL	s folií	4,33	66,8	3,85
30/20	35 % WO/ 65 % PL	bez folie	3,90	66,1	3,76
30/20	35 % WO/ 65 % PL	s folií	3,90	3,3	3,76
30/20	35 % WO/ 65 % PL	bez folie	6,91	81,5	3,76
30/20	35 % WO/ 65 % PL	s folií	6,91	68,5	3,76
30/20	35 % WO/ 65 % PL	bez folie	6,00	80,3	3,76
30/20	35 % WO/ 65 % PL	s folií	6,00	64,8	3,76
30/20	35 % WO/ 65 % PL	bez folie	4,72	77,4	3,76
30/20	35 % WO/ 65 % PL	s folií	4,72	62,5	3,76
30/20	35 % WO/ 65 % PL	bez folie	4,40	75,1	3,76
30/20	35 % WO/ 65 % PL	s folií	4,40	57,9	3,76
30/26	32 % WO/ 68 % PL	bez folie	3,95	69,8	3,83
30/26	32 % WO/ 68 % PL	s folií	3,95	2,4	3,83
30/26	32 % WO/ 68 % PL	bez folie	7,50	94,7	3,83
30/26	32 % WO/ 68 % PL	s folií	7,50	77	3,83
30/26	32 % WO/ 68 % PL	bez folie	6,91	88,2	3,83
30/26	32 % WO/ 68 % PL	s folií	6,91	74,5	3,83
30/26	32 % WO/ 68 % PL	bez folie	5,48	85,6	3,83
30/26	32 % WO/ 68 % PL	s folií	5,48	76,7	3,83
30/26	32 % WO/ 68 % PL	bez folie	4,85	85,3	3,83
30/26	32 % WO/ 68 % PL	s folií	4,85	67,6	3,83

Příloha č. 6. Tabulka měření materiálů se složením 100 % WO

Dostava	Materiálové složení	Typ měření	Hmotnost materiálu [g]	Relativní paropropustnost [%]	Hmotnost ultra suchého materiálu[g]
40/26	100 % WO	bez folie	3,35	67,4	3,03
40/26	100 % WO	s folií	3,35	2,9	3,03
40/26	100 % WO	bez folie	5,62	87,8	3,03
40/26	100 % WO	s folií	5,62	72,9	3,03
40/26	100 % WO	bez folie	4,70	85,7	3,03
40/26	100 % WO	s folií	4,70	66,5	3,03
40/26	100 % WO	bez folie	4,50	80,2	3,03
40/26	100 % WO	s folií	4,50	69,6	3,03
40/26	100 % WO	bez folie	3,95	72	3,03
40/26	100 % WO	s folií	3,95	62,2	3,03
38/30	100 % WO	bez folie	3,27	69,5	3,02
38/30	100 % WO	s folií	3,27	3	3,02
38/30	100 % WO	bez folie	6,01	92	3,02
38/30	100 % WO	s folií	6,01	71,8	3,02
38/30	100 % WO	bez folie	5,87	88,6	3,02
38/30	100 % WO	s folií	5,87	72,7	3,02
38/30	100 % WO	bez folie	5,00	86,1	3,02
38/30	100 % WO	s folií	5,00	64,4	3,02
38/30	100 % WO	bez folie	4,28	78,5	3,02
38/30	100 % WO	s folií	4,28	63,2	3,02
42/20	100 % WO	bez folie	3,38	65	3,10
42/20	100 % WO	s folií	3,38	2,4	3,10
42/20	100 % WO	bez folie	6,00	85	3,10
42/20	100 % WO	s folií	6,00	70	3,10
42/20	100 % WO	bez folie	5,24	83,6	3,10
42/20	100 % WO	s folií	5,24	69,5	3,10
42/20	100 % WO	bez folie	4,66	81,3	3,10
42/20	100 % WO	s folií	4,66	65,8	3,10
42/20	100 % WO	bez folie	4,42	70,8	3,10
42/20	100 % WO	s folií	4,42	63,3	3,10
40/30	100 % WO	bez folie	3,32	67,9	3,01
40/30	100 % WO	s folií	3,32	3	3,01
40/30	100 % WO	bez folie	6,00	86	3,01
40/30	100 % WO	s folií	6,00	77,4	3,01
40/30	100 % WO	bez folie	5,50	83,1	3,01
40/30	100 % WO	s folií	5,50	68,7	3,01
40/30	100 % WO	bez folie	5,05	81,1	3,01
40/30	100 % WO	s folií	5,05	65,5	3,01
40/30	100 % WO	bez folie	4,53	79,5	3,01
40/30	100 % WO	s folií	4,53	65,6	3,01

