



# Sledování komfortních vlastností zátěžných vazeb sportovního prádla

## Diplomová práce

*Studijní program:* N3106 – Textilní inženýrství  
*Studijní obor:* 3106T017 – Oděvní a textilní technologie  
*Autor práce:* Bc. Anežka Kocumová  
*Vedoucí práce:* Ing. Irena Lenfeldová, Ph.D.



Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Anežka Kocumová**

Osobní číslo: **T14000016**

Studijní program: **N3106 Textilní inženýrství**

Studijní obor: **Oděvní a textilní technologie**

Název tématu: **Sledování komfortních vlastností zátažných vazeb sportovního  
prádla**

Zadávací katedra: **Katedra technologií a struktur**

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


1. Při zpracování rešerše se zabývejte především typem vazeb a délkovými materiály, které se na výrobu sportovního funkčního prádla používají. Zaměřte se také na charakteristiky, které prádlo musí mít, aby splňovalo komfortní vlastnosti.
2. Analyzujte vazby dodané výrobcem sportovního prádla. Zaměřte se na charakteristiky geometrických vlastností struktury pletenin, které mohou ovlivňovat komfortní vlastnosti prádla.
3. Proveďte měření komfortních vlastností tří druhů vazeb zátažných pletenin vyrobených ze čtyř různých materiálů. Sledujte míru závislosti komfortních vlastností při napnutí pletenin.
4. Navrhněte možnosti sledování pórovitosti testovaných vazeb a zjistěte, za jakých podmínek by měření mohlo být realizovatelné.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **cca 50 stran**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

- [1] Hayes G. S, Venkatraman P. **Materials and Technology for Sportswear and Performance Apparel Seamless Knitting and Its Application.** CRC Press ,  
December 18, 2015, ISBN 9781482220506.  
[2] Hes, L., Sluka, P. **Úvod do komfortu textilií.** Technická univerzita v Liberci.  
Katedra hodnocení textilií. 2005, ISBN 8070839260.  
[3] Kočí, V. **Vazby pletenin,** SNTL, Praha, 1980.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Irena Lenfeldová, Ph.D.**  
Katedra technologií a struktur  
Konzultant diplomové práce: **Ing. Pavla Těšínová, Ph.D.**  
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání diplomové práce: **1. března 2016**  
Termín odevzdání diplomové práce: **5. května 2017**

  
Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



  
Ing. Brigita Kolčavová Sirková, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 3. února 2017

## Prohlášení

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

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

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

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

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

Datum:

Podpis:



## **Poděkování**

Mé hlavní poděkování patří zejména Ing. Ireně Lenfeldové, Ph.D., vedoucí mé diplomové práce, za odborné vedení, vstřícný přístup a cenné připomínky při zpracování mé práce. Dále bych chtěla poděkovat za odborné konzultace Ing. Pavle Těšínové, Ph.D., Ing. Ivě Mertové a prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc. Děkuji také mojí rodině za podporu nejen při zpracování této práce, ale i během celého studia.

## **Anotace**

Diplomová práce se zabývá sledováním komfortních vlastností zátažných vazeb sportovního prádla. Práce je rozdělena do dvou částí.

První z nich, rešeršní část, se zabývá komfortními vlastnostmi sportovního funkčního prádla. Popisuje délkové materiály, které se používají pro výrobu sportovního funkčního prádla a uvádí také příklady vlákných materiálů od různých výrobců. Dále popisuje pletací stroje používané k výrobě seamless sportovního funkčního prádla. Zabývá se typy zátažných vazeb pletenin používaných na sportovní prádlo. V závěru této části jsou popsány měřicí přístroje použité pro měření v následující experimentální části práce.

Druhá, experimentální část, se zabývá analýzou vazeb zátažných jednobližných pletenin používaných pro výrobu seamless sportovního prádla, a jejich geometrickými vlastnostmi. Je sledován vliv rozdílné konstrukce vazby a rozdílného použitého vlákného materiálu na komfortní vlastnosti. Práce se zabývá měřením komfortních vlastností testovaných pletenin ve volném stavu a v natažení a je sledován vliv tohoto natažení na komfortní vlastnosti. V práci jsou navrženy možnosti sledování pórovitosti testovaných vazeb a je také popsáno, za jakých podmínek je měření realizovatelné. U pletenin byla testována také odolnost v oděru.

## **Klíčová slova**

Sportovní oděvy, funkční prádlo, seamless prádlo, oděvní komfort, zátažné pleteniny.

## **Annotation**

The diploma thesis deals with the comfort properties of weft knitted sportswear. The thesis is divided into two parts.

The first one, the research part, deals with the comfort properties of functional sport underwear. It describes fiber materials used for the production of functional sport underwear and also lists examples of fiber materials from different manufacturers. The theses also describes knitting machines used to make seamless functional sport underwear. The theses deals with the types of weft knitted structures used for sportswear. At the end of this part are described the measuring instruments used for measurement in the following experimental part of the thesis.

The second, experimental part, deals with the analysis of single face knits used for the production of seamless sportswear, and their geometrical properties. The effect of different construction of weft knitted samples and different used fiber material on the comfort properties is evaluated. The thesis deals with the measurement of the comfort properties of the tested knits without stretching and in stretching and the effect of this stretching on the comfort properties is evaluated. The thesis proposes possibilities of measurement the porosity of the tested knits and also describes the conditions under which the measurements are feasible. Knits were also tested for abrasion resistance.

## **Keywords**

Sportswear, functional underwear, seamlesswear, clothing comfort, weft knitted fabric.

## Obsah

Seznam obrázků.....	10
Seznam grafů .....	14
Seznam tabulek.....	18
Úvod.....	19
REŠERŠNÍ ČÁST .....	20
1 Sportovní funkční oděvy.....	20
1.1 Součásti vrstveného sportovního funkčního oděvu .....	20
1.2 Sportovní funkční prádlo .....	22
1.2.1 Seamless sportovní funkční prádlo .....	22
2 Komfortní vlastnosti sportovního funkčního prádla .....	24
2.1 Psychologický komfort.....	24
2.2 Senzorický komfort.....	24
2.3 Termofyziologický komfort.....	25
2.4 Patofyziologický komfort .....	25
3 Délkové materiály.....	26
3.1 Vlastnosti vláken používaných na sportovní funkční prádlo.....	27
3.1.1 Hydrofobní vlákna .....	27
3.1.2 Hydrofilní vlákna .....	28
3.2 Vlákna s tvarovaným profilem .....	28
3.2.1 Příklady vláken s tvarovaným profilem.....	29
3.3 Dutá vlákna .....	34
3.3.1 Příklady dutých vláken .....	34
3.4 Multifily a příze .....	36
3.4.1 Příklady multifilů.....	36
3.4.2 Příklady přízí.....	38
4 Pletací stroje a zátažné vazby pletenin.....	41
4.1 Pletací stroje.....	41
4.2 Typy zátažných vazeb pletenin.....	42
4.2.1 Zátažná jednolící pletenina .....	42
4.2.2 Zátažná oboulící pletenina .....	47

5 Měřicí přístroje.....	51
5.1 ALAMBETA .....	51
5.2 PERMETEST.....	54
5.3 MARTINDALE .....	56
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	58
6 Analýza pletenin Pumax, spol. s.r.o.....	58
6.1 Analýza délkových materiálů .....	58
6.1.1 Složení délkových materiálů.....	60
6.1.2 Příčné řezy délkových materiálů.....	61
6.1.3 Délková hmotnost.....	63
6.2 Analýza pletenin .....	64
6.2.1 Vazby pletenin .....	64
6.2.2 Plošná hmotnost.....	67
6.2.3 Zapletená délka nitě .....	68
6.2.4 Hustota sloupků .....	68
6.2.5 Hustota řádků.....	69
6.2.6 Hustota celková.....	70
6.2.7 Rozteč sloupků a řádků.....	70
6.2.8 Srážení pletenin.....	71
7 Měření komfortních vlastností.....	73
7.1 Vyhodnocení výsledků měření z přístroje ALAMBETA.....	74
7.1.1 Měrná tepelná vodivost.....	74
7.1.2 Tepelná jímavost.....	82
7.2 Vyhodnocení výsledků měření z přístroje PERMETEST .....	91
7.2.1 Relativní paropropustnost.....	91
7.2.2 Výparný odpor .....	100
8 Možnosti sledování pórovitosti.....	110
8.1 Podmínky měření.....	110
8.2 Realizace měření pórovitosti .....	111
9 Testování pletenin na přístroji MARTINDALE .....	113
9.1 Příprava vzorků pro zkoušení .....	113
9.2 Postup zkoušky .....	115

9.3 Vyhodnocení zkoušky na přístroji MARTINDALE.....	116
10 Shrnutí výsledků experimentální části .....	121
Závěr .....	126
Seznam zdrojů.....	127
Příloha A ALAMBETA.....	137
Příloha B PERMETEST .....	138

## Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Vrstvený funkční systém oblékání [3][4]</i> .....	21
<i>Obrázek 2: Dámské a pánské seamless prádlo Pumax, spol. s.r.o. [7]</i> .....	23
<i>Obrázek 3: Schéma jednovrstvé a dvouvrstvé pleteniny [3]</i> .....	26
<i>Obrázek 4: Navlhavost vláken při 65 % relativní vlhkosti vzduchu [3]</i> .....	28
<i>Obrázek 5: Vlákná s tvarovaným profilem [4][14]</i> .....	28
<i>Obrázek 6: Různé tvary profilů vláken [15]</i> .....	29
<i>Obrázek 7: Průřez vláknem Moira TG 900<sup>®</sup> [17]</i> .....	29
<i>Obrázek 8: Porovnání tvaru průřezu vláken TG 900<sup>®</sup> a běžných vláken a schéma odvodu vlhkosti u vláken TG 900<sup>®</sup> [17]</i> .....	30
<i>Obrázek 9: Vlákná COOLMAX<sup>®</sup> [4][19]</i> .....	30
<i>Obrázek 10: Porovnání vláken COOLMAX<sup>®</sup> se čtyřmi kanály a COOLMAX<sup>®</sup> FRESH FX<sup>TM</sup> se šesti kanály [20]</i> .....	30
<i>Obrázek 11: Tvar průřezu vláken COOLMAX<sup>®</sup> AIR [22]</i> .....	31
<i>Obrázek 12: Vlákná COOLMAX<sup>®</sup> FRESH FX<sup>TM</sup> [4][25]</i> .....	31
<i>Obrázek 13: Porovnání vláken COOLMAX<sup>®</sup> a COOLMAX<sup>®</sup> Fresh FX<sup>TM</sup> [25]</i> .....	31
<i>Obrázek 14: Průřez vlákny TACTEL<sup>®</sup> [27]</i> .....	32
<i>Obrázek 15: Průřez vlákny COOLPASS<sup>®</sup> [28]</i> .....	32
<i>Obrázek 16: Tvar průřezu vláken COOLDRY<sup>®</sup> [30]</i> .....	32
<i>Obrázek 17: Tvar průřezu vláken COOLPLUS<sup>®</sup> [34]</i> .....	33
<i>Obrázek 18: Tvar průřezu vlákna CLEANCOOL<sup>®</sup> [37]</i> .....	33
<i>Obrázek 19: Tvar průřezu vláken AEROCOOL<sup>®</sup> [38]</i> .....	33
<i>Obrázek 20: Tvar průřezu vláken AEROWARM<sup>®</sup> [40]</i> .....	34
<i>Obrázek 21: Průřez vlákny THERMOLITE<sup>®</sup> [43]</i> .....	35
<i>Obrázek 22: Tvar průřezu vláken MIPAN AIR<sup>®</sup> [44]</i> .....	35
<i>Obrázek 23: Průřez vlákny MERYL<sup>®</sup> NEXTEN [46]</i> .....	36
<i>Obrázek 24: Průřez vlákny SUNLITE<sup>®</sup> [47]</i> .....	36
<i>Obrázek 25: Vlákná COOLMAX<sup>®</sup> a THERMOLITE<sup>®</sup> z multifilu THERMOCOOL<sup>TM</sup> [51]</i> .....	37
<i>Obrázek 26: Průřez přízí MERYL<sup>®</sup> MERINO [60]</i> .....	38
<i>Obrázek 27: Průřez vlákny VILOFT<sup>®</sup> a VILOFT<sup>®</sup> MICRO [63][64]</i> .....	39
<i>Obrázek 28: Průřez přízí DRIRELEASE<sup>®</sup> [67]</i> .....	40

<i>Obrázek 29: Elektronicky řízený středopříměrový jednolůžkový pletací stroj od společnosti Santoni S.p.A. (typ SM8-TOP2V) [74]</i> .....	41
<i>Obrázek 30: Zátěžná jednolící hladká vazba – lící a rubní strana [75]</i> .....	42
<i>Obrázek 31: Zátěžná jednolící vazba s chytovou a podloženou kličkou – oboje rubní strana [75]</i> .....	42
<i>Obrázek 32: Vazba krytá – krytá a krycí nit [4]</i> .....	43
<i>Obrázek 33: Vazba krytá jednolící [76]</i> .....	43
<i>Obrázek 34: Vazba jednolící s vícenásobnými podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu a detail vazby v nataženém stavu ....</i>	44
<i>Obrázek 35: Vazba jednolící s kombinací podloženými kliček od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném stavu a detail vazby s vícenásobnými podloženými kličkami v nataženém stavu.....</i>	44
<i>Obrázek 36: Vazba jednolící s vícenásobnými podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu .....</i>	44
<i>Obrázek 37: Vazba jednolící s vícenásobnými podloženými kličkami a kombinací dvou délkových materiálů odlišné délkové hmotnosti od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu a detail vazby v nataženém stavu.....</i>	45
<i>Obrázek 38: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu.....</i>	45
<i>Obrázek 39: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu.....</i>	45
<i>Obrázek 40: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu.....</i>	46
<i>Obrázek 41: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu.....</i>	46
<i>Obrázek 42: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu.....</i>	46
<i>Obrázek 43: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu.....</i>	46
<i>Obrázek 44: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu.....</i>	47
<i>Obrázek 45: Zátěžná oboulící hladká vazba [75]</i> .....	47
<i>Obrázek 46: Vazba krytá oboulící tvořená ze dvou nití a tří nití [77]</i> .....	47



<i>Obrázek 47: Vazba obouliční s chytovými kličkami od společnosti Moira CZ, a.s. a její detail v napnutém stavu .....</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 48: Dvouvrstvá pletenina – lící a rubní strana, střed schéma pleteniny [4] .</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 49: Vazba dvouvrstvé pleteniny spojené očky [4] .....</i>	<i>49</i>
<i>Obrázek 50: Dvouvrstvá pletenina s tzv. absorpčními knoty [4] .....</i>	<i>49</i>
<i>Obrázek 51: Přístroj ALAMBETA [87] .....</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 52: Princip přístroje ALAMBETA [9] .....</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 53: Schéma přístroje PERMETEST [9] .....</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 54: Přístroj MARTINDALE .....</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 55: PA 6.6 .....</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 56: PES (CM) .....</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 57: PES (TH) .....</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 58: WO+PES .....</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 59: DSC analýza PA 6.6 .....</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 60: DSC analýza PES (CM) .....</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 61: DSC analýza PES (TH) .....</i>	<i>61</i>
<i>Obrázek 62: DSC analýza WO+PES .....</i>	<i>61</i>
<i>Obrázek 63: Příčný řez PA 6.6 .....</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 64: Příčný řez PES (CM) .....</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 65: Příčný řez PES (TH) .....</i>	<i>63</i>
<i>Obrázek 66: Příčný řez WO+PES .....</i>	<i>63</i>
<i>Obrázek 67: Vazba 1 ve volném stavu (PA 6.6) .....</i>	<i>64</i>
<i>Obrázek 68: Vazba 1 v nataženém stavu – lící a rubní strana pleteniny (PA 6.6) .....</i>	<i>65</i>
<i>Obrázek 69: Střída vazby 1 zakreslená v anglickém systému patronování .....</i>	<i>65</i>
<i>Obrázek 70: Vazba 2 ve volném stavu (PA 6.6) .....</i>	<i>65</i>
<i>Obrázek 71: Vazba 2 v nataženém stavu – lící a rubní strana pleteniny (PA 6.6) .....</i>	<i>66</i>
<i>Obrázek 72: Střída vazby 2 zakreslená v anglickém systému patronování .....</i>	<i>66</i>
<i>Obrázek 73: Vazba 3 ve volném stavu (PA 6.6) .....</i>	<i>66</i>
<i>Obrázek 74: Vazba 3 v nataženém stavu – lící a rubní strana pleteniny (PA 6.6) .....</i>	<i>67</i>
<i>Obrázek 75: Střída vazby 3 zakreslená v anglickém systému patronování .....</i>	<i>67</i>
<i>Obrázek 76: Rámeček pro natažení pletenin .....</i>	<i>73</i>
<i>Obrázek 77: PES (CM) vazba 1 a vazba 2 natažené o 20 % s prosvětlenými póry .....</i>	<i>110</i>
<i>Obrázek 78: PA 6.6 vazba 1 natažená o 20 % s prosvětlenými póry .....</i>	<i>112</i>

Obrázek 79: PA 6.6 vazba 1 natažená o 20 % s červeně označenou měřenou plochou porů .....	112
Obrázek 80: Vzorek PA 6.6 vazba 1 se svorkami a závažím, napnutý přes vložku držáku .....	114
Obrázek 81: Vzorek PA 6.6 vazba 1 přilepený na vložku držáku a upnutý do držáku vzorků.....	114
Obrázek 82: Oděrací stůl a držák vzorků přístroje MARTINDALE („velký“ vzorek PES (TH) vazba 2, „malý“ vzorek PES (TH) vazba 1 není vidět).....	115
Obrázek 83: „Malý“ vzorek PA 6.6 vazba 1 a „velký“ vzorek PA 6.6 vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	117
Obrázek 84: „Malý“ vzorek PA 6.6 vazba 2 a „velký“ vzorek PA 6.6 vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	117
Obrázek 85: „Malý“ vzorek PA 6.6 vazba 3 a „velký“ vzorek PA 6.6 vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	117
Obrázek 86: „Malý“ vzorek PES (CM) vazba 1 a „velký“ vzorek PES (CM) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	118
Obrázek 87: „Malý“ vzorek PES (CM) vazba 2 a „velký“ vzorek PES (CM) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	118
Obrázek 88: „Malý“ vzorek PES (CM) vazba 3 a „velký“ vzorek PES (CM) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	118
Obrázek 89: „Malý“ vzorek PES (TH) vazba 1 a „velký“ vzorek PES (TH) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	119
Obrázek 90: „Malý“ vzorek PES (TH) vazba 2 a „velký“ vzorek PES (TH) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	119
Obrázek 91: „Malý“ vzorek PES (TH) vazba 3 a „velký“ vzorek PES (TH) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	119
Obrázek 92: „Malý“ vzorek WO+PES vazba 1 a „velký“ vzorek WO+PES vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	120
Obrázek 93: „Malý“ vzorek WO+PES vazba 2 a „velký“ vzorek WO+PES vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	120
Obrázek 94: „Malý“ vzorek WO+PES vazba 3 a „velký“ vzorek WO+PES vazba 2 po 20000 otáčkách oděru.....	120
Obrázek 95: Vazba 1, vazba 2 a vazba 3 z lící strany v nataženém stavu.....	121

## Seznam grafů

Graf 1: Hustota sloupků [ $sl.m^{-1}$ ]	69
Graf 2: Hustota řádků [ $ř.m^{-1}$ ]	70
Graf 3: Srážení pletenin [%] v příčném směru	72
Graf 4: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu	75
Graf 5: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %	75
Graf 6: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	77
Graf 7: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 10 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	77
Graf 8: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	77
Graf 9: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	78
Graf 10: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	78
Graf 11: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	79
Graf 12: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu v závislosti na zapletené délce nitě $L$ [ $m.m^{-2}$ ]	80
Graf 13: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 10 % v závislosti na zapletené délce nitě $L$ [ $m.m^{-2}$ ]	80
Graf 14: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 20 % v závislosti na zapletené délce nitě $L$ [ $m.m^{-2}$ ]	80
Graf 15: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě $L$ [ $m.m^{-2}$ ]	81

Graf 16: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě L [ $m.m^{-2}$ ]	81
Graf 17: Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě L [ $m.m^{-2}$ ]	82
Graf 18: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu	83
Graf 19: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %	84
Graf 20: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	85
Graf 21: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 10 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	86
Graf 22: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	86
Graf 23: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	87
Graf 24: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	87
Graf 25: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	88
Graf 26: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu v závislosti na zapletené délce nitě L [ $m.m^{-2}$ ]	88
Graf 27: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 10 % v závislosti na zapletené délce nitě L [ $m.m^{-2}$ ]	89
Graf 28: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 20 % v závislosti na zapletené délce nitě L [ $m.m^{-2}$ ]	89
Graf 29: Tepelná jímavost b [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě L [ $m.m^{-2}$ ]	90

Graf 30: Tepelná jímavost $b$ [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě $L$ [ $m.m^{-2}$ ]	90
Graf 31: Tepelná jímavost $b$ [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě $L$ [ $m.m^{-2}$ ]	91
Graf 32: Relativní paropropustnost $p$ [%] pletenin ve volném stavu	92
Graf 33: Relativní paropropustnost $p$ [%] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %	93
Graf 34: Relativní paropropustnost $p$ [%] pletenin ve volném stavu v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	94
Graf 35: Relativní paropropustnost $p$ [%] pletenin natažených o 10 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	95
Graf 36: Relativní paropropustnost $p$ [%] pletenin natažených o 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	95
Graf 37: Relativní paropropustnost $p$ [%] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	96
Graf 38: Relativní paropropustnost $p$ [%] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	96
Graf 39: Relativní paropropustnost $p$ [%] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	97
Graf 40: Relativní paropropustnost $p$ [%] pletenin ve volném stavu v závislosti na zapletené délce nitě $L$ [ $m.m^{-2}$ ]	97
Graf 41: Relativní paropropustnost $p$ [%] pletenin natažených o 10 % v závislosti na zapletené délce nitě $L$ [ $m.m^{-2}$ ]	98
Graf 42: Relativní paropropustnost $p$ [%] pletenin natažených o 20 % v závislosti na zapletené délce nitě $L$ [ $m.m^{-2}$ ]	98
Graf 43: Relativní paropropustnost $p$ [%] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě $L$ [ $m.m^{-2}$ ]	99

<i>Graf 44: Relativní paropropustnost <math>p</math> [%] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě <math>L</math> [<math>m \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	99
<i>Graf 45: Relativní paropropustnost <math>p</math> [%] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě <math>L</math> [<math>m \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	100
<i>Graf 46: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] pletenin ve volném stavu</i> .....	101
<i>Graf 47: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %</i> .....	102
<i>Graf 48: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] pletenin ve volném stavu v závislosti na plošné hmotnosti <math>m_s</math> [<math>g \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	103
<i>Graf 49: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] pletenin natažených o 10 % v závislosti na plošné hmotnosti <math>m_s</math> [<math>g \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	104
<i>Graf 50: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] pletenin natažených o 20 % v závislosti na plošné hmotnosti <math>m_s</math> [<math>g \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	104
<i>Graf 51: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti <math>m_s</math> [<math>g \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	105
<i>Graf 52: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti <math>m_s</math> [<math>g \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	105
<i>Graf 53: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti <math>m_s</math> [<math>g \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	106
<i>Graf 54: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] pletenin ve volném stavu v závislosti na zapletené délce nitě <math>L</math> [<math>m \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	106
<i>Graf 55: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] pletenin natažených o 10 % v závislosti na zapletené délce nitě <math>L</math> [<math>m \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	107
<i>Graf 56: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] pletenin natažených o 20 % v závislosti na zapletené délce nitě <math>L</math> [<math>m \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	107
<i>Graf 57: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}</math>] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě <math>L</math> [<math>m \cdot m^{-2}</math>]</i> .....	108

<i>Graf 58: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2.Pa.W^{-1}</math>] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě <math>L</math> [<math>m.m^{-2}</math>] .....</i>	<i>108</i>
<i>Graf 59: Výparný odpor <math>R_{et}</math> [<math>m^2.Pa.W^{-1}</math>] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě <math>L</math> [<math>m.m^{-2}</math>] .....</i>	<i>109</i>

## **Seznam tabulek**

<i>Tabulka 1: Označení testovaných vzorků .....</i>	<i>58</i>
<i>Tabulka 2: Délková hmotnost <math>T</math> [dtex] .....</i>	<i>63</i>
<i>Tabulka 3: Plošná hmotnost <math>m_s</math> [<math>g.m^{-2}</math>] .....</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 4: Zapletená délka nitě [<math>m.m^{-2}</math>] .....</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 5: Hustota celková [<math>oč.m^{-2}</math>] .....</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 6: Rozteč sloupků <math>w</math> [mm] a řádků <math>c</math> [mm] .....</i>	<i>71</i>
<i>Tabulka 7: P-hodnoty (p-value) měrné tepelné vodivosti <math>\lambda</math> .....</i>	<i>76</i>
<i>Tabulka 8: P-hodnoty (p-value) tepelné jímavosti <math>b</math> .....</i>	<i>85</i>
<i>Tabulka 9: P-hodnoty (p-value) relativní paropropustnosti <math>p</math> .....</i>	<i>94</i>
<i>Tabulka 10: P-hodnoty (p-value) výparného odporu <math>R_{et}</math> .....</i>	<i>103</i>
<i>Tabulka 11: Měření pórovitosti – vazba 1 materiálu PA 6.6 natažená o 20 % .....</i>	<i>112</i>
<i>Tabulka 12: Měření pórovitosti – vazba 1 materiálu PES (CM) natažená o 20 % .....</i>	<i>112</i>
<i>Tabulka 13: Společně odírané vzorky pletenin a jejich hmotnosti .....</i>	<i>116</i>
<i>Tabulka 14: Průměrné hodnoty měrné tepelné vodivosti <math>\lambda</math> [<math>W.m^{-1}.K^{-1}</math>] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % .....</i>	<i>137</i>
<i>Tabulka 15: Průměrné hodnoty tepelné jímavosti <math>b</math> [<math>W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}</math>] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % .....</i>	<i>137</i>
<i>Tabulka 16: Průměrné hodnoty relativní paropropustnosti <math>p</math> [%] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % .....</i>	<i>138</i>
<i>Tabulka 17: Průměrné hodnoty výparného odporu <math>R_{et}</math> [<math>m^2.Pa.W^{-1}</math>] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % .....</i>	<i>138</i>

## Úvod

Komfortní vlastnosti sportovního funkčního prádla jsou v současné době velice diskutovanou oblastí. Lidé tedy potenciální zákazníci výrobců sportovních oděvů mají vysoké požadavky na komfort sportovního funkčního prádla. Aby výrobci obstáli v konkurenci firem zabývajících se výrobou sportovních oděvů, musí inovovat výrobní technologie a sledovat vývoj nových či modifikovaných materiálů, například vláken, které mohou použít pro výrobu sportovního funkčního prádla. Nejen výběr vhodných vláken však ovlivní komfortní vlastnosti sportovního funkčního prádla a zaručí úspěch. Záleží také na vhodně zvolené konstrukci vazby, která má na komfortní vlastnosti velký vliv. V rešeršní části této diplomové práce jsou kromě jiného uvedeny příklady délkových materiálů na současném trhu používaných na výrobu sportovního prádla a také jsou uvedeny typy vazeb používaných na sportovní funkční prádlo. Jedním z cílů experimentální části této diplomové práce bylo sledovat vliv konstrukce vazby a použitého délkového materiálu na komfortní vlastnosti seamless sportovního funkčního prádla Pumax, spol. s.r.o. Cílem bylo také sledovat vliv natažení pletenin na těle nositele na komfortní vlastnosti sportovního prádla.



# REŠERŠNÍ ČÁST

## 1 Sportovní funkční oděvy

V oblasti výroby sportovního funkčního prádla a komfortu textilií dochází k neustálému vývoji a stále se zvětšuje objem jeho výroby. Vytváří se nové materiály používané na sportovní funkční prádlo a důraz je kladen především na komfortní vlastnosti těchto materiálů. Na komfort sportovního funkčního prádla jsou kladeny čím dál vyšší požadavky. Lidé se chtějí při svých outdoorových aktivitách cítit dobře. [1]

Funkční textilie obecně znamenají textilie s vyšší přidanou hodnotou. Vyznačují se výjimečnými vlastnostmi, co se týká odvodu vlhkosti od pokožky těla a termoregulačními vlastnostmi. [2] Outdoorové sportovní oblečení můžeme rozdělit podle účelu použití na rekreační a profesionální. Rekreační sportovní funkční oblečení poskytuje dostatečný komfort při sportovních aktivitách a ochranu proti počasí. Profesionální sportovní funkční oblečení zajišťuje při sportování nejenom komfort, ale také zlepšuje sportovní výkony. [1]

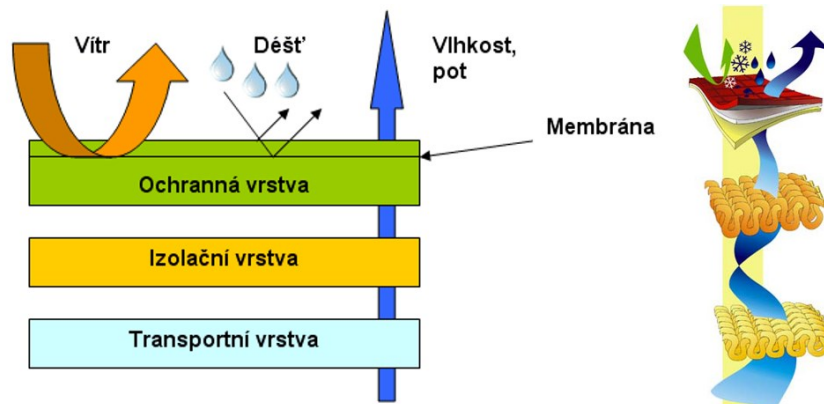
### 1.1 Součásti vrstveného sportovního funkčního oděvu

Spodní vrstva oděvu – transportní vrstva (funkční spodní prádlo) – jejím účelem je odvod tělesné vlhkosti (potu) z pokožky a tím zabránění ochlazování nebo přehřívání v důsledku fyzické aktivity. Podrobnější popis této vrstvy viz kapitola 1.2.

Mezivrstva – izolační vrstva (tepelně-izolační vlastnosti, transport vlhkosti) – jejím účelem je udržování tělesné teploty zachycením (akumulací) tělesného tepla. Musí být paropropustná, aby umožňovala odvod vyprodukovaného potu a přebytečného tepla směrem ven od těla. „V opačném případě by se vyprodukované teplo nahromadilo v oděvním systému v podobě potu a ten by tělo ochlazoval“ [1]. Izolační vrstva se vyrábí z různých druhů syntetických vláken, často se používají fleecové materiály různých gramáží a povrchových úprav. V teplejším počasí se používá i jako vrchní vrstva, důležitá je pak i její větruodolnost.

Svrchní vrstva oděvu – ochranná vrstva – plní ochrannou funkci před vlivy počasí (děšť, vítr) a současně musí zachovávat vlastnosti spodních vrstev oděvu. Musí být

nepromokavá, aby zabránila promočení spodních vrstev a zároveň paropropustná, aby zabránila hromadění tělesné vlhkosti. Také musí být větruodolná, aby zabránila úbytku tělesného tepla zapříčiněného prouděním vzduchu. Jako ochranná vrstva se často používají sendvičové textilie s membránou, které jsou nepromokavé a zároveň paropropustné. [1]



Obrázek 1: Vrstvený funkční systém oblékání [3][4]

Jednotlivé vrstvy sportovního oděvu musí tvořit funkční celek. Pokud bychom si například mezi dvě funkční vrstvy oblékli nefunkční mezivrstvu, funkční systém se zhorší a nedojde k požadovanému efektu. Správně vrstvený funkční oděv zajistí, že se budeme cítit v suchu a v teple. Pot musí být kvalitně odváděn od těla směrem ven. V opačném případě by nás oblečení začalo nepříjemně studit na těle, což by mohlo způsobit nachlazení. Vrstvený systém oblékání poskytuje efektivní způsob, jak udržet tělo v optimální tepelné pohodě bez příznaků podchlazení nebo přehřátí.

U sportovního funkčního oblečení je důležitou vlastností paropropustnost, což je prostup vodní páry (potu) skrz oděvní systém (spodní prádlo, mikinu, bundu) od nositele do vnějšího prostředí. Všechny tyto vrstvy musí být paropropustné, aby se nositel cítil v oděvu komfortně.

Další důležitou vlastností je prodyšnost, což je prostup vzduchu skrz oděvní systém z vnějšího prostředí k nositeli a odvádění tepla vznikajícího při fyzické zátěži. „Na rozdíl od paropropustnosti, kde je potřeba, aby všechny vrstvy byly paropropustné, tak u prodyšnosti to neplatí“ [1]. U spodního prádla, trika, mikiny atd. je potřebné, aby byly materiály prodyšné. Pokud by však byla prodyšná například vrchní bunda, tak by

v případě silného a studeného větru mohlo dojít k přestupu chladného vzduchu k nositeli a způsobit tak prochladnutí. [1]

Vzhledem k tématu této diplomové práce se další kapitoly věnují pouze spodní vrstvě oděvu – sportovnímu funkčnímu prádlu.

## 1.2 Sportovní funkční prádlo

*„Funkční prádlo má za úkol aktivně odvádět přebytečný pot od těla a předat jej další vrstvě oblečení, případně odpařit tuto vlhkost přímo do vzduchu“* [1].

Funkční spodní prádlo by mělo kromě odvodu potu poskytovat termo-izolaci, být prodyšné, být tělu co nejpříjemnější – mít příjemný omak a také by mělo být nealergické. Další vrstvy oděvu musí odpovídat funkčnosti spodní vrstvy, aby byla vlhkost správně odváděna od těla a aby tělo zůstalo v suchu a teple. [1] Funkční spodní prádlo by mělo být přiléhavé – elastické kvůli kontaktu s kapalným potem. [4] Dalšími požadavky na funkční prádlo jsou antibakteriální účinky (zpomalení či zastavení růstu mikrobů a plísní uvnitř prádla) a antimykotické účinky (odolnost vůči zápachu).

Jednovrstvé funkční prádlo, které je vhodné do letního počasí, bývá označováno jako *micro*. Dvouvrstvé funkční prádlo, které je vhodné do chladnějšího počasí, bývá označováno jako *thermo*. [1] Podle plošné hmotnosti se funkční prádlo rozděluje na lehké, střední a těžké. [3]

### 1.2.1 Seamless sportovní funkční prádlo

Seamless prádlo je přiléhavé a přizpůsobené anatomii mužského a ženského těla, viz Obrázek 2. Skládá se z několika vazeb, které tvoří jednotlivé funkční zóny se speciálními vlastnostmi např. pro odvětrávání a rychlejší odpařování potu na místech se zvýšenou potivostí. Seamless prádlo obsahuje minimální počet švů, které nezpůsobují odírání citlivých partií a podráždění kůže. [5] Seamless prádlo je využíváno při náročných fyzických aktivitách, kde se střídají aktivní a odpočinkové fáze, například při cyklistice, běhu, lyžování. Seamless prádlo se využívá také jako příjemný oděv do spacího pytle, či pro běžné každodenní nošení. [6]



*Obrázek 2: Dámské a pánské seamless prádlo Pumax, spol. s.r.o. [7]*

Příkladem seamless sportovního funkčního prádla mohou být trička značky Blizzard zaměřující se na lyžařskou výbavu. Přizpůsobují se rozměrům a svalovým specifikům mužského a ženského těla. Mírná komprese podporuje svalstvo a držení těla. Seamless tričko je rozděleno na 13 funkčních zón. Příkladem jsou například tyto části: elastický stojáček pro ochranu hrtanu před nachlazením, zesílená ramena zajišťující odolnost před opotřebením při nošení batohu, zeslabení v loketní jamce usnadňuje přirozený pohyb ruky a zabraňuje shrnování materiálu, mírné zesílení pro ochranu lokte, prodloužené rukávy zajišťující tepelný komfort v zimě, podpažní odvětrávací zóna, v oblasti hrudníku nedochází k tlaku na žebra, boční stahovací zóna pro usazení trička na těle, ochrana břicha a žaludku před prochlazením, zádová odvětrávací zóna, zádová podpurná zóna pomáhající zlepšit držení těla, prodloužení zádové části zajišťující tepelný komfort, elastický pas pro správné usazení trička na těle a zabránění vyhrnování materiálu. Tričko je vyrobeno z polyamidu a elastanu. [8]

## 2 Komfortní vlastnosti sportovního funkčního prádla

Sportovní funkční prádlo by mělo svému nositeli při outdoorových aktivitách poskytovat komfort, což je stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu optimální a kdy okolí a oděv nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Subjektivně se tento pocit označuje jako pocit pohody, nepřevládají pocity tepla nebo chladu. V opačném případě nastanou pocity diskomfortu. [9] Během fyzické námahy funkční prádlo odvádí vlhkost od pokožky a transportuje ji do dalších vrstev oděvu či přímo do vzduchu a eliminuje výkyvy v teplotě při střídání fyzické aktivity a klidové fáze. [1] „Komfort lze zjednodušeně definovat jako absenci znepokojujících a bolestivých vjemů“ [9].

Komfort lze dělit na komfort psychologický, senzorický, termofyziologický a patofyziologický. [9]

### 2.1 Psychologický komfort

Psychologický komfort ovlivňují různá hlediska, např. klimatické, ekonomické, historické, kulturní (tradice, náboženství, atd.), sociální (věk, vzdělání, sociální třída, atd.), skupinové a individuální (módní vlivy, trendy, styl, barvy, atd.). [9]

### 2.2 Senzorický komfort

„Senzorický komfort zahrnuje vjemy a pocity člověka při přímém styku pokožky a první vrstvy oděvu“ [9]. Pocity, které vznikají při kontaktu pokožky a textilie mohou být příjemné (např. pocit měkkosti, splývavosti) nebo nepříjemné či dráždivé (např. pocit škrábání, lepení, tlak, pocit vlhkosti atd.). Senzorický komfort lze dělit na komfort nošení a na omak.

Do komfortu nošení patří povrchová struktura textilií, některé mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků v oděvu a schopnost textilie absorbovat a transportovat vlhkost.

Omak textilie je značně subjektivní. Je založen na vjemech prostřednictvím prstů a dlaně. Omak lze charakterizovat následujícími vlastnostmi – hladkostí, tuhostí, objemností a tepelně-kontaktním vjemem.

Tepelný omak je pocit, který vnímáme pokožkou, když se dotkneme nějakého objektu, v našem případě textilie, například při jejím oblékání. Tento parametr vyjadřuje přechodný tepelný pocit, který silně ovlivňuje výběr zákazníků při koupi oděvů. [9]

### **2.3 Termofyziologický komfort**

V podmínkách, kdy organismus člověka nemusí regulovat teplotu organismu, nedochází k přehřívání organismu, pocení ani nenastává pocit chladu – což vyjadřuje stav tepelné pohody – termofyziologického komfortu.

Termofyziologický komfort pro lidský organismus nastává při teplotě pokožky 33–35 °C, nepřítomnosti vody na pokožce, relativní vlhkosti vzduchu pohybující se v rozmezí 50±10 %, obsahu CO<sub>2</sub> 0,07 % a rychlosti proudění vzduchu 25±10 cm/s. Komfort oděvů ovlivňuje především druh použitých materiálů. [9]

### **2.4 Patofyziologický komfort**

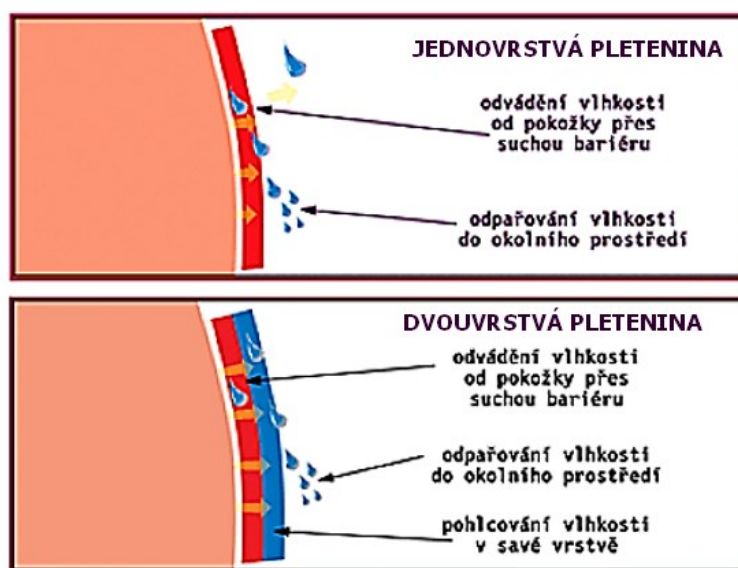
Pocit komfortu při nošení oděvu ovlivňuje také působení patofyziologicko-toxických vlivů – působení chemických látek obsažených v textilním materiálu a mikroorganismů vyskytujících se na lidské pokožce. Působení těchto patofyziologických vlivů je závislé na odolnosti lidské pokožky. Oděv působící na pokožku může vyvolat podráždění. Dermatóza může být způsobena drážděním či alergií, kterou způsobí kontakt s alergenem, kterým mohou být například některá barviva, prací prostředky, desinfekční prostředky atd. [9]

### 3 Délkové materiály

V této kapitole je popsáno, jaké délkové materiály se používají na výrobu sportovního funkčního prádla.

Sportovní funkční prádlo se často vyrábí ze syntetických délkových materiálů, „které mají minimální navlhavost a zároveň umožňují rychlé odpařování vlhkosti z povrchu vlákna“ [10]. Během aktivního pohybu tělo odvádí přebytečné teplo zejména ve formě potu. „Klasické bavlněné prádlo pot nasaje a vlákno nabobtná, čímž se přeruší cirkulace vzduchu, která je důležitá pro dýchání pokožky a stabilizaci tělesné teploty“ [10]. Vlhké prádlo se pak přilepí na pokožku, což způsobí nepříjemný pocit a po ukončení výkonu, či během přestávek mezi aktivním pohybem, začne prádlo na těle studit. Důsledkem může být například podchlazení a výrazně také klesá výkonnost. [10] Z tohoto důvodu se na výrobu sportovního funkčního prádla používají zejména délkové materiály hydrofobní nebo délkové materiály hydrofilní v kombinaci s hydrofobními.

Sportovní funkční pleteniny se vyrábí z hydrofobních vláken – polyesteru (PES), polyamidu (PA) – často polyamidu 6.6 (nylon), polypropylenu (PP) a z hydrofilních vláken – vlny (WO) – často Merino vlny, bavlny (CO) a viskózy (CV), které se používají v kombinaci s hydrofobními vlákny. Sportovní funkční pleteniny jednovrstvé bývají většinou vyrobeny z hydrofobních vláken. Dvouvrstvé sportovní funkční pleteniny bývají často vyrobeny v kombinaci hydrofobních a hydrofilních vláken. [3]



Obrázek 3: Schéma jednovrstvé a dvouvrstvé pleteniny [3]

### 3.1 Vlastnosti vláken používaných na sportovní funkční prádlo

Vlákna používaná na sportovní funkční prádlo musí odvádět pot od těla, mít příjemný omak a být nealergická. [2] Někdy se do přízí určených pro výrobu funkčního prádla přidávají antibakteriální látky, aby se zpomalil či zastavil růst mikrobů a plísní uvnitř prádla.

Sportovní funkční prádlo ze syntetických vláken má své výhody a nevýhody, stejně jako funkční prádlo z přírodních vláken. Mezi výhody funkčního prádla ze syntetických vláken patří například trvanlivost a cena, mezi nevýhody patří například pro někoho nepříjemný omak a nepříjemný zápach po delším nošení. U syntetických vláken se často provádějí modifikace, které zajistí dobrý odvod vlhkosti od těla, malou hmotnost a tepelnou izolaci. Mezi výhody funkčního prádla z přírodních vláken, nejčastěji Merino vlny, patří například příjemný omak (individuální), dobrý odvod vlhkosti a dobrá hřejivost. Mezi nevýhody patří například náročnější péče o oděv oproti syntetickým materiálům. [1]

#### 3.1.1 Hydrofobní vlákna

Vlastnosti jednotlivých druhů vláken jsou uvedené s ohledem na vlastnosti sportovního funkčního seamless prádla.

Polyester (PES) – velmi nízká navlhavost 0,3–0,4 % (při 65 % relativní vlhkosti vzduchu), měrná hmotnost  $1360 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , snadná údržba, tvarová stabilita, snižuje mačkovost výrobků, žmolkovitost, náchylnost ke vzniku elektrostatického náboje, přitahuje prach a stoupá špinivost. Používá se na výrobu mikrovláken (jemnost pod 1 dtex).

Polyamid (PA) – navlhavost 4–6 %, PA 6.6 navlhavost 3,8 % (při 65 % relativní vlhkosti vzduchu), měrná hmotnost  $1140 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , snadná údržba, tvarová stabilita. Používá se na výrobu mikrovláken (jemnost pod 1 dtex).

Polypropylen (PP) – minimální navlhavost 0,01 % (při 65 % relativní vlhkosti vzduchu), měrná hmotnost  $920 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , obtížně barvitelný, malá náchylnost ke vzniku elektrostatického náboje. [11][12][13]



### 3.1.2 Hydrofilní vlákna

Vlastnosti jednotlivých druhů vláken jsou uvedené s ohledem na vlastnosti sportovního funkčního seamless prádla.

Vlna (WO) – navlhavost 17 % (při 65 % relativní vlhkosti vzduchu), měrná hmotnost  $1320 \text{ kg.m}^{-3}$ , vysoká schopnost přijímat vlhkost (přesto zůstává hřejivá), dobrá barvitelnost a tepelná izolace, pružnost, odolnost proti zápachu, nízká odolnost v oděru. Merino vlna je jemnější a příjemnější na omak.

Bavlna (CO) – navlhavost 8,5 % (při 65 % relativní vlhkosti vzduchu), měrná hmotnost  $1500 \text{ kg.m}^{-3}$ , jemná a příjemná na omak.

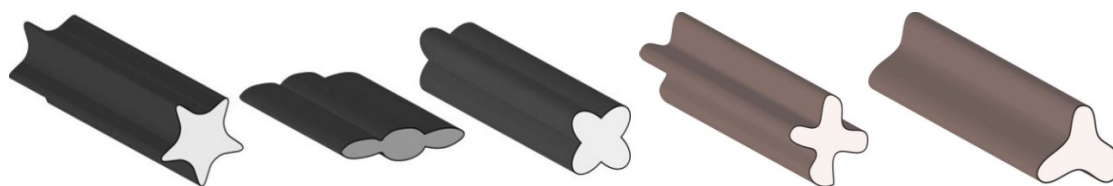
Viskóza (CV) – navlhavost 11 % (při 65 % relativní vlhkosti vzduchu), měrná hmotnost  $1520 \text{ kg.m}^{-3}$ , mačkovatost, špinavost, chladný omak. [11][12][13]



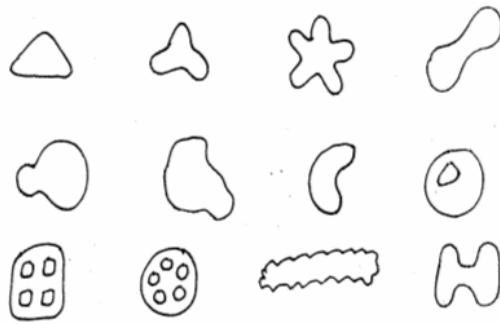
Obrázek 4: Navlhavost vláken při 65 % relativní vlhkosti vzduchu [3]

### 3.2 Vlákna s tvarovaným profilem

Na výrobu sportovního funkčního prádla se často používají vlákna s tvarovaným profilem, která zlepšují kapilární odvod vlhkosti od pokožky, způsobují rychlejší odpařování vlhkosti z povrchu textilie, zlepšují termo-izolační vlastnosti i omak. Prádlo tak zůstává na omak suché. Je umožněna dobrá termoregulace a tím schopnost dosahovat vyšších výkonů za různých klimatických podmínek. [4] Vlákna, která mají na svém povrchu rovnou plošku, se jeví jako lesklá, protože odráží světlo, což může být v některých případech žádaný efekt. [11]



Obrázek 5: Vlákna s tvarovaným profilem [4][14]



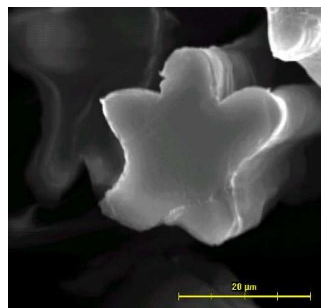
Obrázek 6: Různé tvary profilů vláken [15]

### 3.2.1 Příklady vláken s tvarovaným profilem

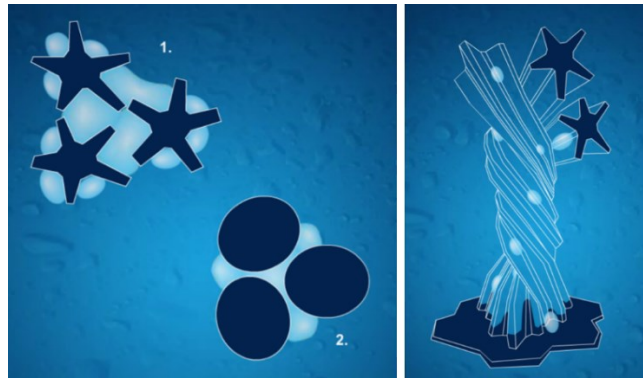
V této části jsou uvedeny příklady vláken s tvarovaným profilem používaných na výrobu sportovního funkčního prádla.

#### TG 900<sup>®</sup>

TG 900<sup>®</sup> je vlákno vyrobené z polypropylenu, patentované společností Moira CZ, a.s. Tvar jeho průřezu se podobá pěticípé hvězdě s výrazně vystouplými laloky, díky kterým se povrch vlákna oproti běžnému vláknu s kruhovým průřezem zvětšuje, což umožňuje rychlejší odpaření vlhkosti z povrchu vlákna. Zároveň se zvětšují kapilární prostory mezi vlákny a mezi laloky zůstává velké množství vzduchu působícího jako izolační vrstva, pokud je tělo bez zátěže a ochlazuje se. Ve vytvořeném vnitřním hlubokém úžlabí mezi laloky je vlhkost transportována rychleji než na rovném povrchu a zajišťuje se rychlý kapilární odvod vlhkosti od pokožky. Vlákna se dotýkají pokožky pouze laloky, proto je materiál na omak pociťován suchý. [16]



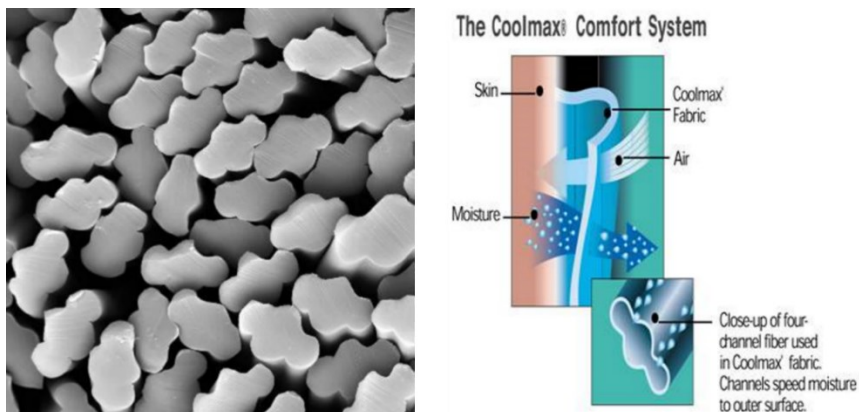
Obrázek 7: Průřez vláknem Moira TG 900<sup>®</sup> [17]



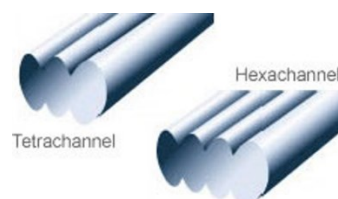
Obrázek 8: Porovnání tvaru průřezu vláken TG 900<sup>®</sup> a běžných vláken a schéma odvodu vlhkosti u vláken TG 900<sup>®</sup> [17]

## COOLMAX<sup>®</sup>

COOLMAX<sup>®</sup> je vlákno vyrobené z polyesteru, patentované společností Invista (DuPont). [18] Má obláčkový tvar průřezu, se čtyřmi kanálky – čtyřlaločný průřez (Tetrachannel). Vlákno má díky tomu větší povrch, což umožňuje rychlejší odpaření vlhkosti. Vlákna nesají pot, ale kanálky ho transportují od těla směrem ven. [10]



Obrázek 9: Vlákna COOLMAX<sup>®</sup> [4][19]



Obrázek 10: Porovnání vláken COOLMAX<sup>®</sup> se čtyřmi kanály a COOLMAX<sup>®</sup> FRESH FX<sup>™</sup> se šesti kanály [20]

## COOLMAX® AIR

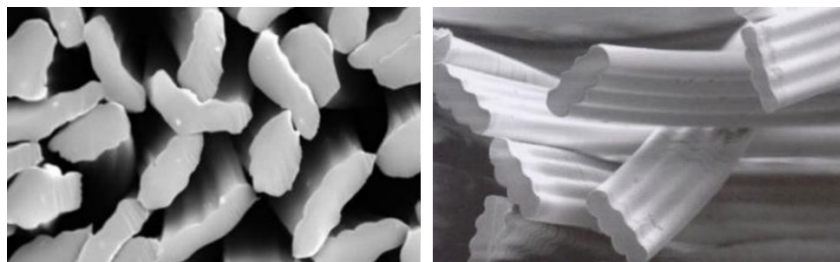
COOLMAX® AIR od společnosti Invista je vlákno s průřezem ve tvaru vrtule. Stejně jako COOLMAX® je vyrobené z polyesteru. [21]



Obrázek 11: Tvar průřezu vláken COOLMAX® AIR [22]

## COOLMAX® FRESH FX™

COOLMAX® FRESH FX™ je vlákno od společnosti Invista s průřezem ve tvaru obláčku se šesti kanály (Hexachannel neboli six-channel cross-section), vyrobené z polyesteru. [18] Vlákno má díky šestilaločnému tvaru průřezu větší povrch. Vlákna jsou obohacena aditivem stříbra, které má bakteriostatické účinky. Tím se zpomaluje a potlačuje růst mikrobiálních kolonií a zabraňuje se tvorbě nepříjemného pachu při pocení. [23][24]



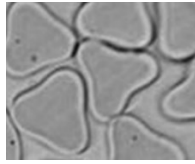
Obrázek 12: Vlákna COOLMAX® FRESH FX™ [4][25]



Obrázek 13: Porovnání vláken COOLMAX® a COOLMAX® Fresh FX™ [25]

## **TACTEL<sup>®</sup>**

TACTEL<sup>®</sup> je polyamidové vlákno patentované firmou Invista. Vlákna mají třícípý hvězdicový tvar profilu. [26]



*Obrázek 14: Průřez vlákny TACTEL<sup>®</sup> [27]*

## **COOLPASS<sup>®</sup>**

COOLPASS<sup>®</sup> je polyesterové vlákno se čtyř kanálovým profilem od společnosti Hengli Group Co., Ltd. [28] Těmito kanály je pot transportován do dalších vrstev oděvu nebo přímo do vzduchu. [29]



*Obrázek 15: Průřez vlákny COOLPASS<sup>®</sup> [28]*

## **COOLDRY<sup>®</sup>**

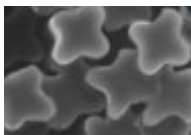
COOLDRY<sup>®</sup> je polyesterové profilované čtyřlaločné vlákno od společnosti HTT (Quanzhou Haitian Material Technology Corporation). [30][31] Díky křížovému tvaru průřezu se zvětšuje povrch vlákna, čímž se zvětšuje také odpařovací plocha. [32]



*Obrázek 16: Tvar průřezu vláken COOLDRY<sup>®</sup> [30]*

## **COOLPLUS®**

COOLPLUS® je polyesterové vlákno od společnosti Chung Shing Textile Co., Ltd. se čtyř kanálovým průřezem, díky němuž je vlhkost rychleji transportována od pokožky těla. [33] Díky většímu povrchu vlákna se vlhkost rychleji odpařuje do vzduchu či dalších vrstev sportovního funkčního oděvu. [34]



*Obrázek 17: Tvar průřezu vláken COOLPLUS® [34]*

## **CLEANCOOL®**

CLEANCOOL® je polyesterové profilované vlákno od společnosti Sinotextiles Corporation Ltd. [35] Tvar průřezu vlákna je čtyř kanálový. Vlákna obsahují aditivum stříbra, takže sportovní funkční prádlo vyrobené z těchto vláken je antimikrobiální a zabraňuje tvorbě zápachu při pocení. [36]



*Obrázek 18: Tvar průřezu vlákna CLEANCOOL® [37]*

## **AEROCOOL®**

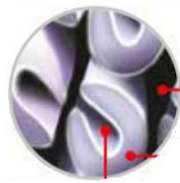
AEROCOOL® je polyesterové vlákno od společnosti Hyosung. Tvar profilu vlákna je čtyř kanálový. [38]



*Obrázek 19: Tvar průřezu vláken AEROCOOL® [38]*

## **AEROWARM®**

AEROWARM® je polyesterové vlákno od společnosti Hyosung. Tvar průřezu vlákna připomíná podkovu, jejíž otevřená dutina vytváří vzduchové kapsy, díky kterým má sportovní funkční prádlo vyrobené z těchto vláken dobré tepelně-izolační vlastnosti a je také lehké. [39]



*Obrázek 20: Tvar průřezu vláken AEROWARM® [40]*

### **3.3 Dutá vlákna**

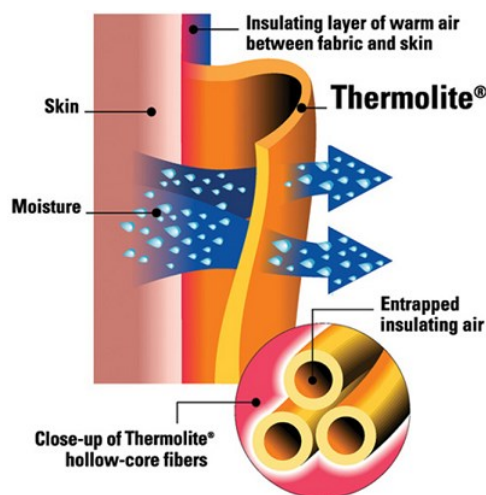
Dutina snižuje hmotnost vlákna a vzduch v ní obsažený působí jako tepelný izolant. Dutá vlákna dobře drží tvar, protože dutina znesnadňuje ohyb vláken. Díky dobrým tepelně-izolačním vlastnostem se používají nejen na výrobu sportovního funkčního prádla, zimních sportovních kombinéz, ale také například na prošívání přikrývek. [11]

#### **3.3.1 Příklady dutých vláken**

V této části jsou uvedeny příklady dutých vláken používaných na výrobu sportovního funkčního prádla.

## **THERMOLITE®**

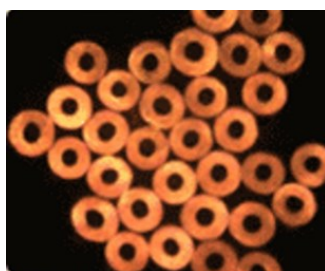
THERMOLITE® je duté vlákno vyrobené z polyesteru, patentované firmou Invista (DuPont). [41] Vlákna s dutým jádrem se vyznačují nízkou hmotností, jelikož dutina snižuje hmotnost vlákna, a dobrými izolačními vlastnostmi, protože vzduch v dutině působí jako tepelný izolant. [42]



Obrázek 21: Průřez vlákny THERMOLITE® [43]

### MIPAN AIR®

MIPAN AIR® je duté vlákno z polyamidu od společnosti Hyosung. Sportovní funkční prádlo vyrobené z těchto vláken má dobré tepelně izolační vlastnosti a přitom je lehké. [44]



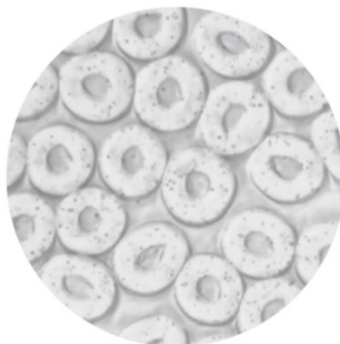
Obrázek 22: Tvar průřezu vláken MIPAN AIR® [44]

### MERYL® NEXTEN

MERYL® NEXTEN je duté polyamidové vlákno patentované společností Nylstar. [45] Tyto vlákna mají díky dutině dobré tepelně-izolační vlastnosti, a proto se často využívají pro výrobu thermo sportovního funkčního prádla. Vyrábí se také ve variantě MERYL® NEXTEN FRESH s antimikrobiálním účinkem, díky obohacení vláken aditivem stříbra. Sportovní funkční prádlo vyrobené z vláken MERYL® NEXTEN FRESH redukuje nepříjemný zápach, který vzniká při pocení. Na pokožce je v normálním stavu přirozená přítomnost určitých bakterií, pokud je jich však vysoké procento, nebo naopak nastává jejich kompletní nepřítomnost, vytváří se různé



problémy jako například alergie, zápach, kožní nemoci atd. MERYL<sup>®</sup> NEXTEN FRESH není baktericidní, ale udržuje přirozenou rovnováhu pokožky. [46]



Obrázek 23: Průřez vlákný MERYL<sup>®</sup> NEXTEN [46]

### **SUNLITE<sup>®</sup>**

SUNLITE<sup>®</sup> je duté polyesterové vlákno od společnosti HTT (Quanzhou Haitian Material Technology Corporation). [31]



Obrázek 24: Průřez vlákný SUNLITE<sup>®</sup> [47]

## **3.4 Multifily a příze**

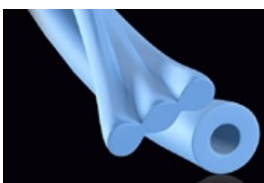
Pro výrobu sportovního funkčního prádla bývají multifily často tvořené z vláken s tvarovaným profilem či dutých vláken. Multifily jsou složeny z několika nekonečných chemických vláken. Příze jsou složeny ze spřadatelných vláken a zpevněné zákrutem při předení. Příze používané pro výrobu sportovního funkčního prádla bývají často složeny ze směsi přírodních a syntetických vláken. [48]

### **3.4.1 Příklady multifilů**

V této části jsou uvedeny příklady multifilů používaných na výrobu sportovního funkčního prádla.

## **THERMOCOOL™**

THERMOCOOL™ je multifil patentovaný společností Advansa. Jedná se o směs profilovaných polyesterových vláken COOLMAX® se čtyřlaločným tvarem průřezu a dutých polyesterových vláken THERMOLITE®. [49] Ve sportovním funkčním prádle vyrobeném z tohoto multifilu se tedy spojují vlastnosti obou typů vláken. Vzduchová dutina udržuje teplotu a zabraňuje prochladnutí těla při přestávce či ukončení sportovní aktivity. [50] Multifil THERMOCOOL™ se vyrábí také ve variantě THERMOCOOL™ FRESH, který obsahuje aditivum stříbra, které zabraňuje množení bakterií způsobujících nepříjemný zápach při pocení. [49]



*Obrázek 25: Vlákná COOLMAX® a THERMOLITE® z multifilu THERMOCOOL™*  
[51]

## **POLYCOLON®**

POLYCOLON® je multifil produkovaný společností Schoeller. Je vyrobený ze 100 % polypropylenu. K výrobě sportovního funkčního prádla se používají multifily POLYCOLON® také v kombinaci s přízemí z přírodních vláken. [52]

## **ISOLFIL®**

ISOLFIL® je multifil produkovaný italskou společností Filati Borio Fiore S.r.l. Je vyrobený ze 100 % polypropylenu MERAKLON® od společnosti Beaulieu Fibres International. [53][54]

## **PROLEN® SILTEX**

PROLEN® SILTEX je polypropylenový multifil od slovenské společnosti Chemosvit Fibrochem a.s. vlastníci značku PROLEN® YARN. Jedná se o multifil s antibakteriálním účinkem díky aditivu stříbra ve vlákně. [55] Materiál brání vzniku nepříjemného zápachu, rozmnožování mikroorganismů a plísní, nezpůsobuje alergie. [56] Multifil se používá na výrobu sportovního funkčního oblečení, spodního prádla,

ponožek, pracovních oděvů, lůžkovin i v prostředích vyžadujících vysoké hygienické standardy. [55]

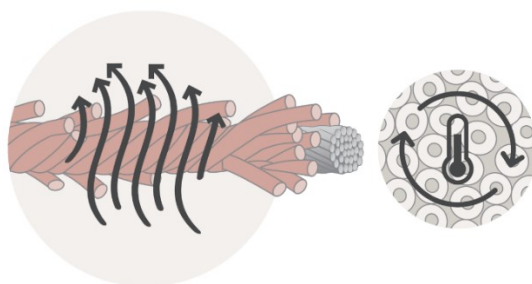
Multifil PROLEN<sup>®</sup> SILTEX využívá pro výrobu sportovního funkčního *thermo* prádla např. česká společnost Lasting Sport s.r.o. Tato společnost vyrábí tři druhy *thermo* prádla obsahující multifil PROLEN<sup>®</sup> SILTEX, jedná se o produktové řady Single, Climasens a Double. Sportovní funkční prádlo Single je vyrobeno ze 100 % multifilu PROLEN<sup>®</sup> SILTEX. Climasens je sportovní funkční prádlo pletené v žebrové vazbě, vyrobené ze 70 % polypropylenu PROLEN<sup>®</sup> SILTEX a 30 % Merino vlny. Sportovní funkční prádlo Double je dvouvrstvá pletenina, jejíž vnitřní strana je vyrobena z polypropylenu PROLEN<sup>®</sup> SILTEX, který vytváří plyšové kličky a vnější strana je vyrobena z bavlny. [57][58]

### 3.4.2 Příklady přízí

V této části jsou uvedeny příklady přízí používaných na výrobu sportovního funkčního prádla.

#### MERYL<sup>®</sup> MERINO

MERYL<sup>®</sup> MERINO je jádrová příze patentovaná společností Nylstar. [59] Jádro tvoří dutá polyamidová vlákna MERYL<sup>®</sup> NEXTEN a obal tvoří jemná Merino vlna. Díky dutým vláknům MERYL<sup>®</sup> NEXTEN v jádru příze, je sportovní funkční prádlo vyrobené z příze MERYL<sup>®</sup> MERINO lehké, a příjemné na omak díky použití Merino vlny. Materiál také poskytuje dobré tepelně izolační vlastnosti. MERYL<sup>®</sup> MERINO se také vyrábí ve variantě MERYL<sup>®</sup> MERINO FRESH, kde jádro tvoří dutá vlákna MERYL<sup>®</sup> NEXTEN FRESH s aditivem stříbra, které zabraňuje růstu bakterií a dochází k potlačení vzniku nepříjemného zápachu při pocení. [60]



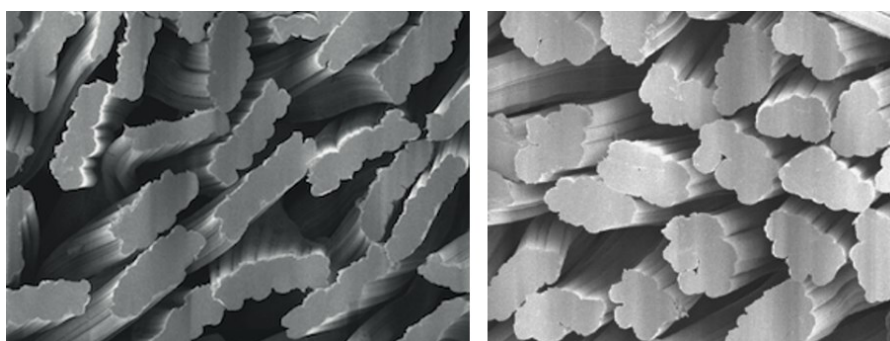
Obrázek 26: Průřez přízí MERYL<sup>®</sup> MERINO [60]

## CLIMAYARN®

CLIMAYARN® je příze produkovaná společností Schoeller. [52] Její složení je 60 % Merino vlna a 40 % polypropylen. [61]

## VILOFT® MERINO

VILOFT® MERINO je příze produkovaná společností Schoeller. Její složení je 70 % Merino vlna a 30 % viskóza VILOFT®. [52] VILOFT® *original* je viskózové vlákno od německé společnosti Kelheim Fibres. Vlákno se vyrábí také ve variantě VILOFT® *micro*. Vlákna VILOFT® *micro* se používají buď ve směsích s vlákny VILOFT® *original* nebo s přírodními či syntetickými vlákny. [62]



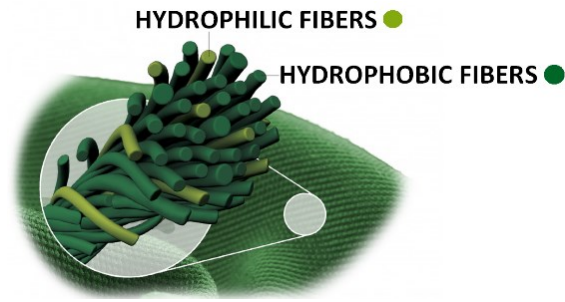
Obrázek 27: Průřez vlákny VILOFT® a VILOFT® MICRO [63][64]

## ISOLWOOL®

ISOLWOOL® je příze produkovaná italskou společností Filati Borio Fiore S.r.l. [53] Její složení je 50 % polypropylen MERAKLON® od společnosti Beaulieu Fibres International a 50 % Merino vlna. [65][66]

## DRIRELEASE®

DRIRELEASE® je značka přízí produkovaných společností Drirelease. [67] Příze jsou vyrobeny ze směsi 85–95 % hydrofobních vláken (většinou polyesteru) a 5–15 % hydrofilních vláken. [68][69] V nabídce je například příze DRIRELEASE® COTTON jejíž složení je 85 % polyester a 15 % bavlna. Příze DRIRELEASE® TENCEL® má složení 88 % polyester a 12 % viskóza TENCEL®. Příze DRIRELEASE® WOOL je vyrobená z 88 % polyesteru a 12 % vlny. [70]



*Obrázek 28: Průřez přízí DRIRELEASE® [67]*

## 4 Pletací stroje a zátažné vazby pletenin

V této části je uvedeno, jaké pletací stroje se používají na výrobu sportovního funkčního seamless prádla. Dále je uvedeno, z kterých typů vazeb je pleteno.

### 4.1 Pletací stroje

Na výrobu seamless sportovního funkčního prádla se v současné době používají elektronicky řízené středopřůměrové pletací stroje tzv. seamlesswear knitting machines nebo také tzv. bodysize knitting machines. Jsou většinou vyráběny v průměrech od 8" do 24" (průměr okrouhlých pletacích strojů se udává v palcích). Vyrábějí se ve variantě jednolůžkové i dvoulůžkové. [71] Jednolůžkové stroje umožňují plést pouze zátažné jednolící vazby. Dvoulůžkové stroje jsou vhodné pro pletení oboulících vazeb, ale umožňují plést i plochy v jednolící vazbě. Produktem z okrouhlých pletacích strojů jsou pleteniny ve formě hadice. [72]

Mezi výrobce elektronicky řízených středopřůměrových pletacích strojů tzv. seamlesswear knitting machines patří například italská společnost Santoni S.p.A. Vyrábí jednolůžkové i dvoulůžkové elektronicky řízené okrouhlé pletací stroje určené pro výrobu seamless prádla pro ženy, muže i děti. Jednolůžkové stroje vyrábí v průměrech od 7" do 22". Dvoulůžkové stroje vyrábí v průměrech od 14" do 22". [73]



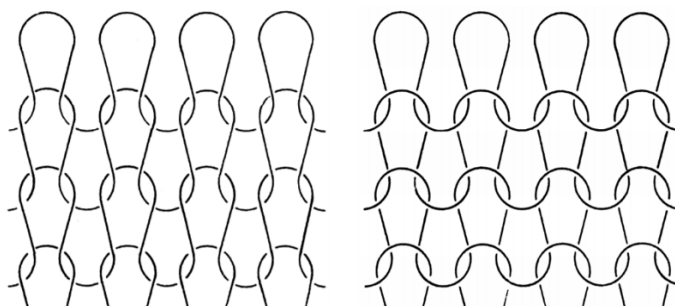
Obrázek 29: Elektronicky řízený středopřůměrový jednolůžkový pletací stroj od společnosti Santoni S.p.A. (typ SM8-TOP2V) [74]

## 4.2 Typy zátažných vazeb pletenin

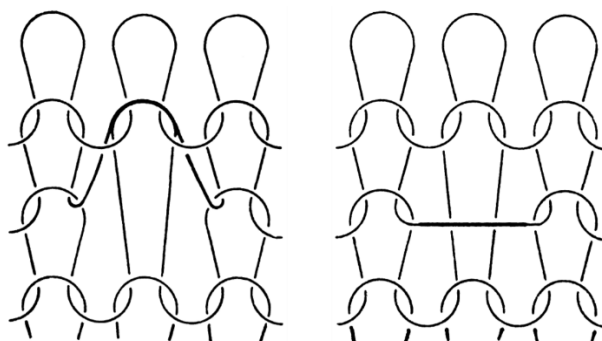
Na výrobu sportovního funkčního prádla se používají zátažné pleteniny (nit je vedena ve směru řádků) v jednolícních i oboulícních vazbách. U obou typů se často využívají různé vazební prvky, především podložené kličky a chytové kličky. Jednolícní i oboulícní pleteniny mohou být pleteny také v kryté vazbě ze dvou či více nití.

### 4.2.1 Zátažná jednolícní pletenina

U zátažné jednolícní vazby jsou všechna oka provlékána stejným směrem tj. na lící stranu. [72]



Obrázek 30: Zátažná jednolícní hladká vazba – lící a rubní strana [75]



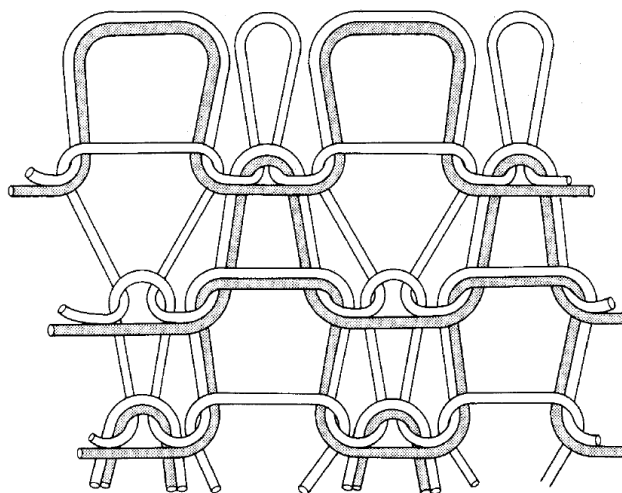
Obrázek 31: Zátažná jednolícní vazba s chytovou a podloženou kličkou – oboje rubní strana [75]

### Vazba krytá jednolícní

Pletenina je vytvořená ze dvou či více nití – kryté a krycí nitě. Kryté a krycí nitě mohou mít odlišné vlastnosti například odlišný omak, lesk a mat, mohou být hydrofilní či hydrofobní atd. Pokud je vazba tvořena očky ze tří nití, potom prostřední nit tvoří většinou elastanový filament, tato nit je krytá na lící i rubní straně pleteniny. [4]



Obrázek 32: Vazba krytá – krytá a krycí nit [4]



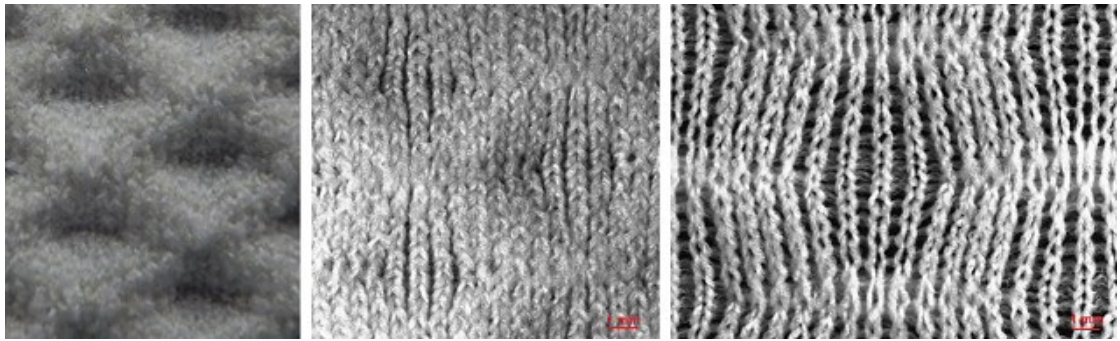
Obrázek 33: Vazba krytá jednolící [76]

### Vazba jednolící s podloženými kličkami

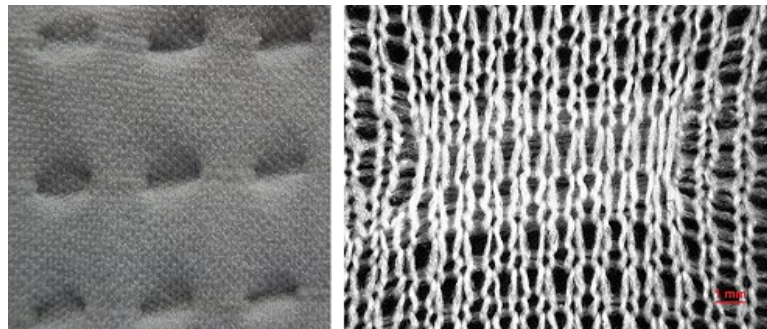
Na následujících obrázcích jsou nasnímané vybrané typy vazeb používaných společností Pumax, spol. s.r.o. na výrobu seamless sportovního funkčního prádla. Vzorky byly nasnímány pomocí makroskopu a obrazové analýzy. Tyto pleteniny byly dodány společností Pumax, spol. s.r.o., která dodala také pleteniny, které se testovaly v experimentální části této diplomové práce.

Všechny následující jednolící vazby (Obrázek 34 až Obrázek 44) obsahují podložené kličky. Tento vazební prvek je zde používán v různých vazebních kombinacích. Účelem použití podložených kliček ve vazbě pleteniny může být dosažení nižší plošné hmotnosti a také větší pórovitosti, která má vliv na paropropustnost sportovního funkčního prádla.

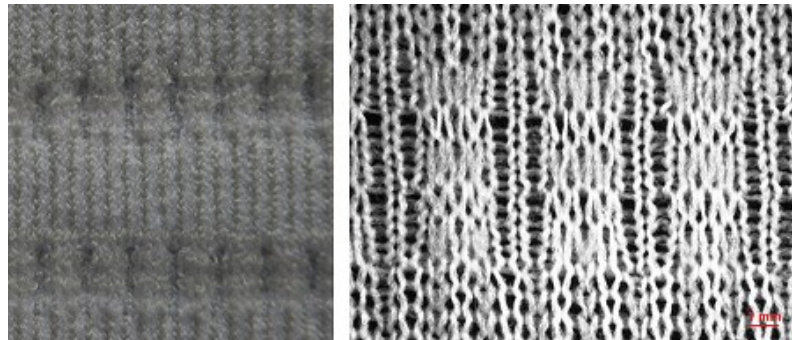




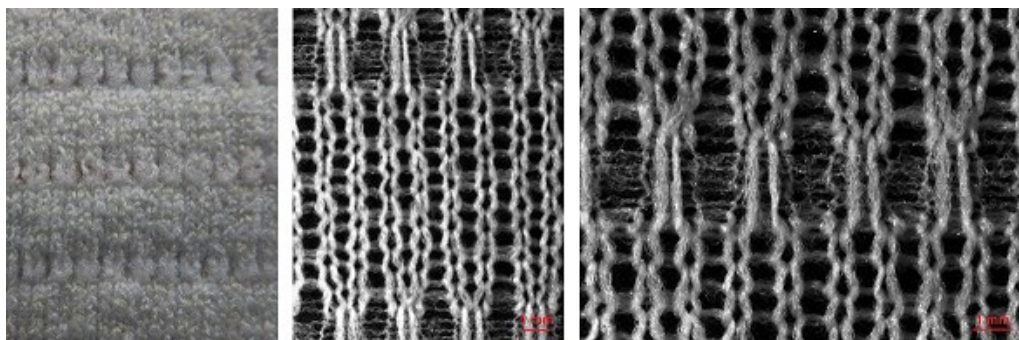
*Obrázek 34: Vazba jednolící s vícenásobnými podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu a detail vazby v nataženém stavu*



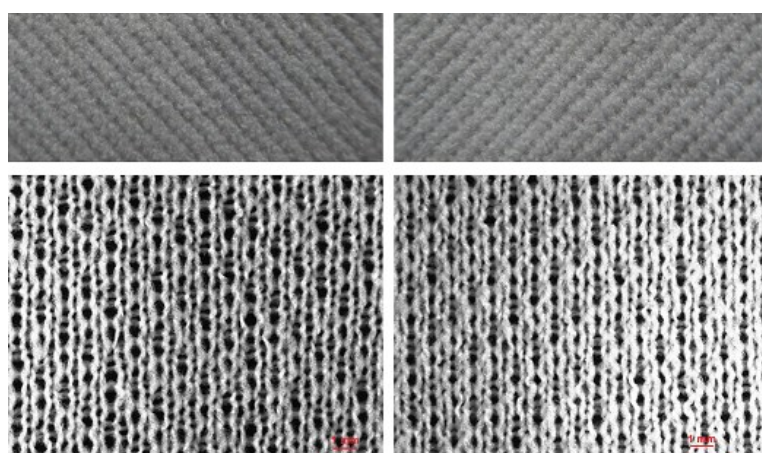
*Obrázek 35: Vazba jednolící s kombinací podloženými kliček od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném stavu a detail vazby s vícenásobnými podloženými kličkami v nataženém stavu*



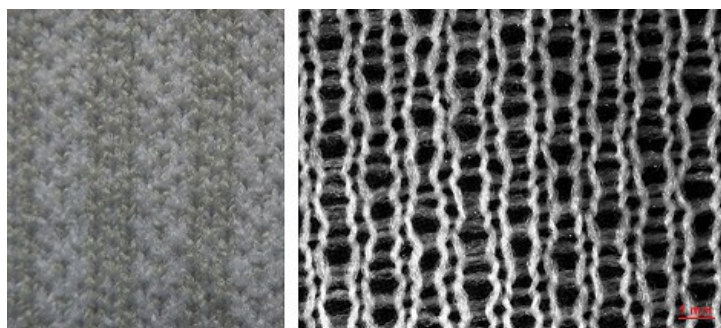
*Obrázek 36: Vazba jednolící s vícenásobnými podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu*



Obrázek 37: Vazba jedolící s vícenásobnými podloženými kličkami a kombinací dvou délkových materiálů odlišné délkové hmotnosti od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu a detail vazby v nataženém stavu

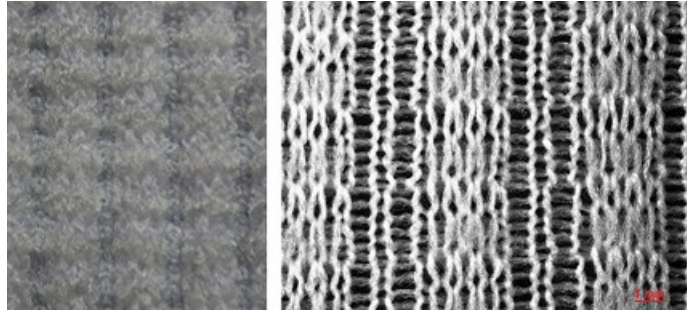


Obrázek 38: Vazba jedolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu

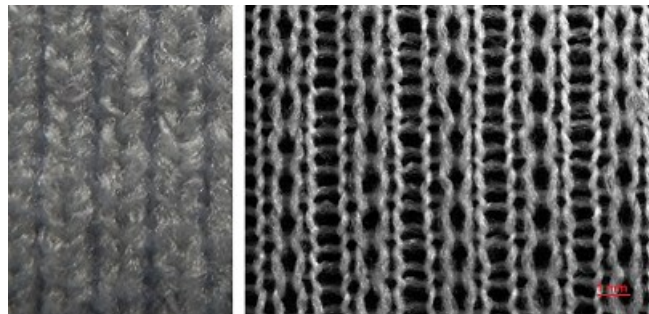


Obrázek 39: Vazba jedolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu

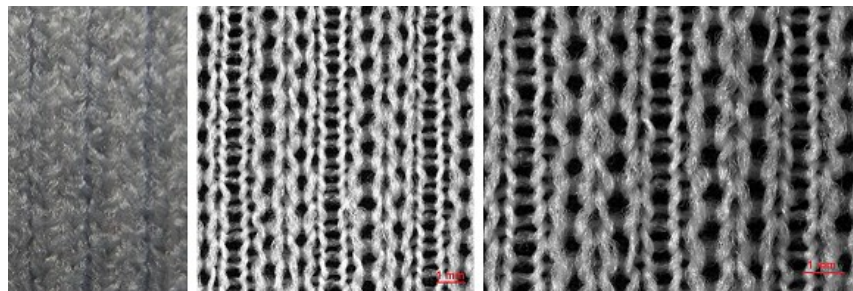




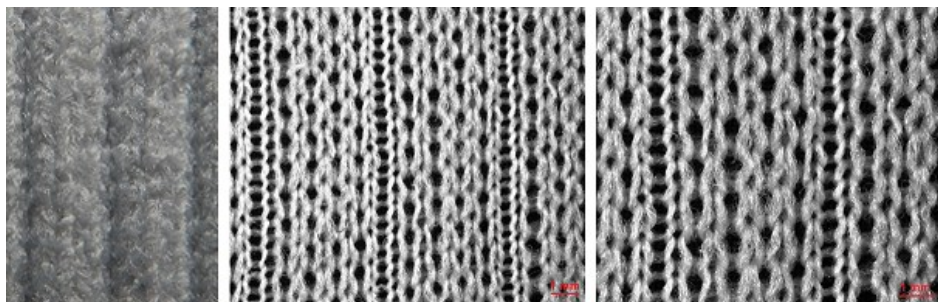
*Obrázek 40: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu*



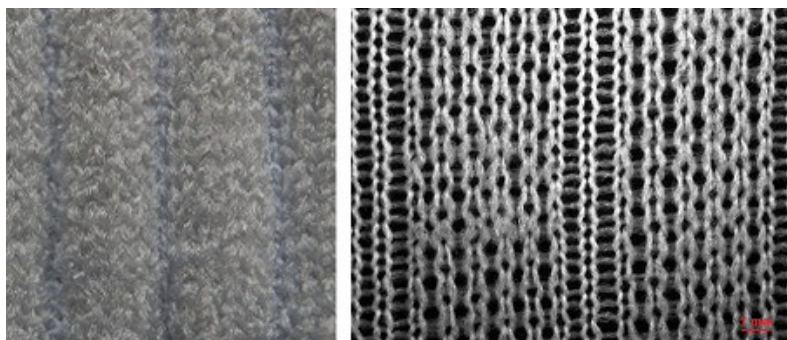
*Obrázek 41: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu*



*Obrázek 42: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu*



*Obrázek 43: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu*

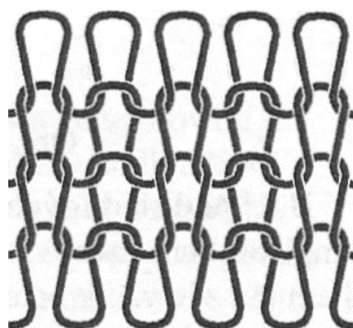


Obrázek 44: Vazba jednolící s podloženými kličkami od společnosti Pumax, spol. s.r.o., ve volném a nataženém stavu

#### 4.2.2 Zátěžná oboulicní pletenina

Zátěžná oboulicní vazba obsahuje sloupky lícních oček i sloupky rubních oček.

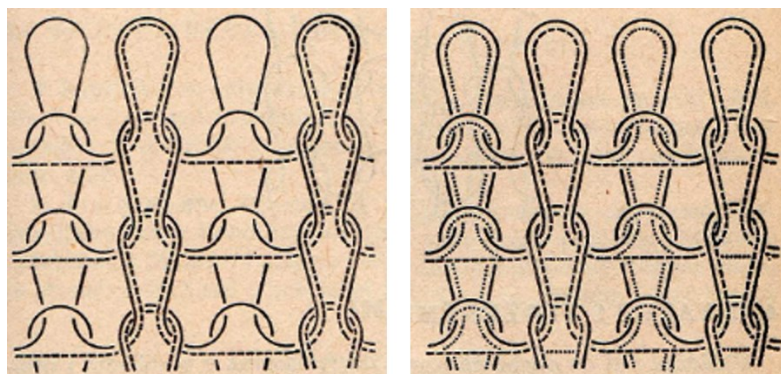
[72]



Obrázek 45: Zátěžná oboulicní hladká vazba [75]

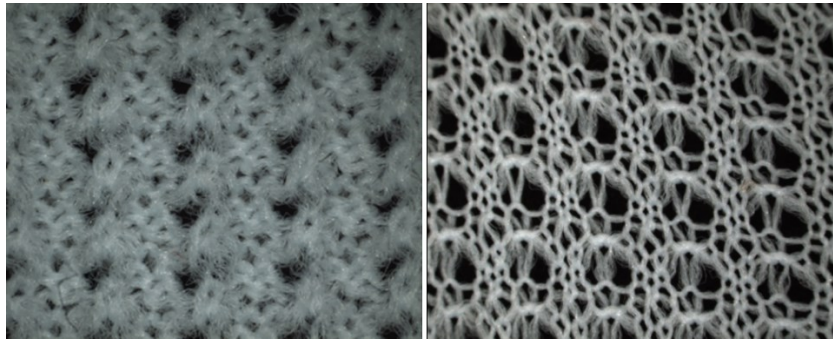
#### Vazba krytá oboulicní

Stejně jako u vazby kryté jednolící je pletenina tvořená ze dvou či více nití – kryté a krycí nitě.



Obrázek 46: Vazba krytá oboulicní tvořená ze dvou nití a tří nití [77]

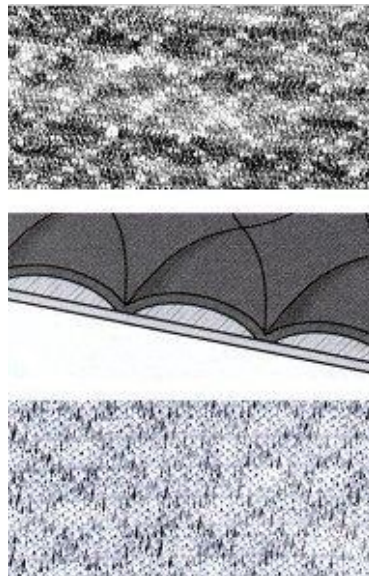
### Vazba oboulicní s chytovými kličkami



Obrázek 47: Vazba oboulicní s chytovými kličkami od společnosti Moira CZ, a.s. a její detail v napnutém stavu

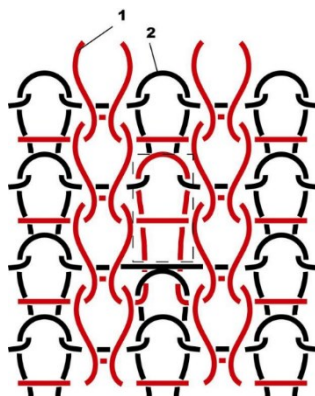
### Dvouvrstvé pleteniny

Tato pletenina vzniká spojením obou stran duté vazby při pletení pomocí oček či chytových kliček. Využívá se zde možnosti plést na obou lůžkách dvoulůžkového pletacího stroje samostatnou pletenou strukturu. [72] Pokud se obě tyto vrstvy při pletení spojí, vznikne dvouvrstvá pletenina. Míru propojení obou vrstev lze regulovat pletařskými vazbami. [4]



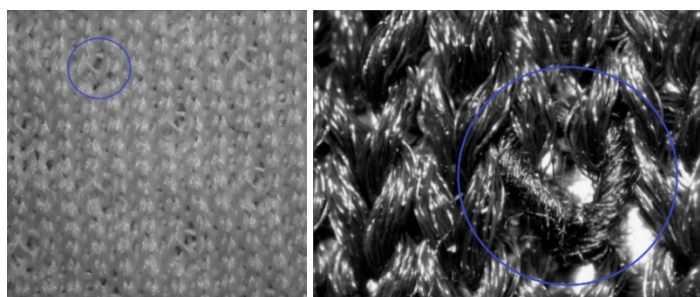
Obrázek 48: Dvouvrstvá pletenina – lícni a rubní strana, střed schéma pleteniny [4]





Obrázek 49: Vazba dvouvrstvé pleteniny spojené očky [4]

Dvouvrstvé pleteniny se někdy vyrábí ze dvou druhů délkových materiálů, přičemž jeden z těchto délkových materiálů je hydrofilní a druhý je hydrofobní. Dvouvrstvá pletenina je tak složena z hydrofilní vrstvy s tzv. absorpčními knoty a hydrofobní vrstvy. [4]



Obrázek 50: Dvouvrstvá pletenina s tzv. absorpčními knoty [4]

Příkladem dvouvrstvých pletenin vyrobených z kombinace hydrofobních a hydrofilních délkových materiálů mohou být například pleteniny od následujících výrobců:

Dvouvrstvá pletenina SENSOR MERINO DF kombinuje polyester na vnitřní straně pleteniny a Merino vlnu na straně vnější. Polyester transportuje pot do vnější vlněné vrstvy, odkud se vlhkost odpaří přímo do vzduchu nebo je předána dalším vrstvám sportovního funkčního oděvu. [78] Dvouvrstvá pletenina od stejné značky SENSOR MERINO WOOL UPPER, je vyrobena z kombinace polypropylenu a Merino vlny. Vnitřní část sportovního funkčního prádla je vyrobena z polypropylenu a vnější část z Merino vlny. [79]

U dvouvrstvé pleteniny DRY INSIDE, tvoří vnitřní stranu pleteniny polypropylenová vlákna a vnější strana je vyrobena z bavlny. Polypropylen odvádí vlhkost od těla do vnější bavlněné vrstvy. [80]

Příkladem dvouvrstvých pletenin kombinujících syntetické délkové materiály mohou být například pleteniny od následujících výrobců:

Dvouvrstvá pletenina Craft ACTIVE EXTREME kombinuje dva druhy polyesterových vláken. Vnitřní strana pleteniny je vyrobena z vláken COOLMAX<sup>®</sup> Extreme Hexachannel se šesti kanálovým průřezem. Vnější strana pleteniny je vyrobena z dutých vláken THERMOLITE<sup>®</sup>. [81]

DUAL FIBER DRYFLO<sup>®</sup> od společnosti Lowe Alpine je dvouvrstvá pletenina, jejíž vnitřní strana je vyrobena z polypropylenu a vnější strana z polyesteru. [82][83] Stejná kombinace syntetických délkových materiálů je použita také u dvouvrstvých pletenin DRYFAST<sup>®</sup> od italské společnosti Pontetorto, které mají vnitřní povrch vyrobený z polypropylenu a vnější strana pleteniny je vyrobena z polyesteru. [84]

Dalším zástupcem dvouvrstvých pletenin je POLARTEC<sup>®</sup> POWER DRY<sup>®</sup> od společnosti Polartec. Vnitřní pletená struktura připomíná mřížku. Pletenina je vyrobená z polyesteru a malého procenta elastického vlákna Spandexu. [85]

## 5 Měřicí přístroje

V této kapitole jsou popsány měřicí přístroje ALAMBETA, PERMETEST a MARTINDALE použité v této diplomové práci. Pozornost je věnována především popisu podstaty zkoušky na těchto přístrojích, definování měřených parametrů a podmínkám měření.

### 5.1 ALAMBETA

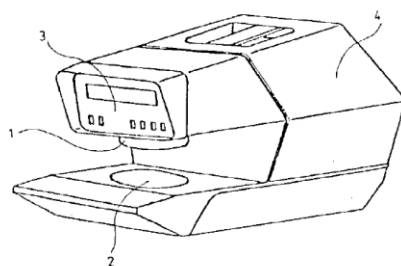
Přístroj ALAMBETA slouží k měření tepelných vlastností textilií. [9] Měření na přístroji ALAMBETA se řídí dle interní normy IN 23-304-02/01 Měření tepelných vlastností na přístroji ALAMBETA. [86]

#### Podstata zkoušky

*„Měření tepelných vlastností na přístroji ALAMBETA spočívá v průchodu tepelných toků  $q_1(t)$  a  $q_2(t)$  povrchy vzorků od neustáleného stavu k ustálenému ( $t_1$  – teplota měřicí hlavičky,  $t_2$  – teplota vzorku, základny přístroje)“ [86].*

Na spodní část přístroje, která je vyhřívána na teplotu okolí se položí vzorek. Hlavička, která je vyhřívána na teplotu o cca 10 °C vyšší (33 °C tj. teplota kůže lidského těla) než je teplota okolí, se spustí a snímače tepelného toku měří tepelné toky mezi jednotlivými povrchy.

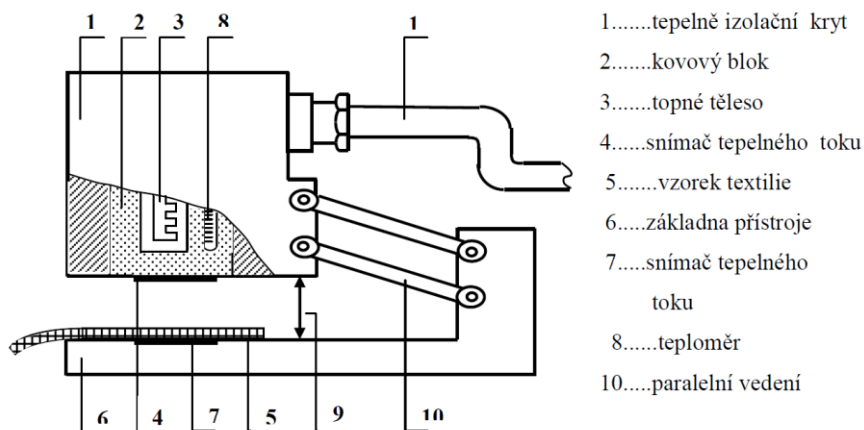
ALAMBETA je poloautomatický počítačem řízený přístroj. Obsahuje také autodiagnostický program, který zabraňuje chybným operacím. [86]



- 1 vyhřívána měřicí hlavička
- 2 měřicí podložka
- 3 ovládací panel s displejem
- 4 vyhodnocovací část; umožňuje pohyb měřicí hlavy a zajišťuje její definovaný přítlak

Obrázek 51: Přístroj ALAMBETA [87]





Obrázek 52: Princip přístroje ALAMBETA [9]

**Přístroj měří tyto parametry:**

**Tepelný tok  $q$  [ $W \cdot m^{-2}$ ]**

„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“ [86]. Pro krátkou dobu kontaktu přibližně platí:

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

**Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ]**

„Součinitel měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a vytvoří rozdíl teplot 1 K. S rostoucí teplotou, teplotní vodivost klesá“ [86]. „Materiály, které mají vysokou hodnotu  $\lambda$  se označují jako vodiče, materiály s nízkou hodnotou  $\lambda$ , jako izolátory“ [86].

**Plošný odpor vedení tepla  $r$  [ $W^{-1} \cdot K \cdot m^2$ ]**

„Plošný odpor vedení tepla  $r$  je dán poměrem tloušťky materiálu a měrné tepelné vodivosti. Udává, jaký odpor klade materiál proti průchodu tepla textilií. Čím nižší je tepelná vodivost, tím vyšší je tepelný odpor“ [86]. „Z výše uvedeného vyplývá, že nízká tepelná vodivost a vysoký tepelný odpor charakterizují kvalitní tepelnou izolaci“ [86].

$$r = \frac{h}{\lambda} \text{ [W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2]$$

### **Měrná teplotní vodivost $a$ [ $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ]**

„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“ [86].

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} [\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$$

### **Tepelná jímavost $b$ [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{K}^{-1}$ ]**

„Tepelná jímavost  $b$  je jediný parametr, který charakterizuje tepelný omak a představuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu. Jako chladnější pocítujeme hmatem ten materiál, který má větší absorpční schopnost (větší  $b$ )“ [86].  
„Vyšší hodnoty tepelné jímavosti charakterizují chladnější pocit“ [9].

$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{K}^{-1}]$$

### **Poměr maximálního a ustáleného tepelného toku $p$ [1]**

$$p = \frac{q_{MAX}}{q_S} [1]$$

### **Tloušťka materiálu $h$ [mm]**

#### **Podmínky zkoušky:**

- Normální ovzduší – ovzduší pro klimatizování a zkoušení musí odpovídat normě ČSN EN 20139, testované vzorky se před měřením musí klimatizovat alespoň 24 hodin bez napětí na hladké horizontální ploše se zajištěním volného přístupu vzduchu.
- Přítlak měřící hlavice: 200 Pa.
- Tloušťka vzorku: 0,5–8,0 mm.
- Rozměr vzorku: minimálně 100 x 100 mm [86], vzorky se do přístroje umístí rubní stranou nahoru (vyhřívána je horní čelist). [87]
- Doba měření vzorku: 10–100 s.
- Metoda je nedestruktivní. [86]

## 5.2 PERMETEST

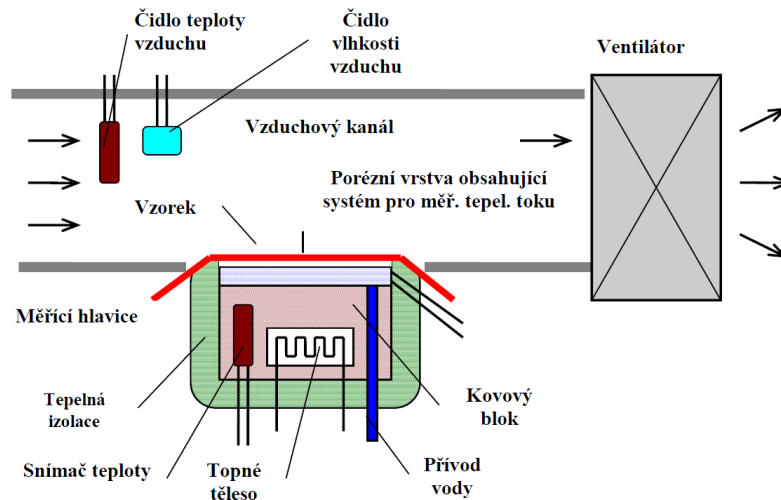
Přístroj PERMETEST slouží k měření propustnosti vodních par. Propustnost vodních par neboli paropropustnost je prostup vodní páry (potu) od nositele skrz oděvní systém do vnějšího prostředí. Jednotlivé vrstvy oděvu musí být paropropustné, aby spodní prádlo nezvlhlo potem, a aby se nositel v oděvu cítil komfortně. [1]

Měření na přístroji PERMETEST se řídí dle interní normy IN 23-304-01/01 Stanovení termofyziologických vlastností textilií. [88]

### Podstata zkoušky

*„Podstatou zkoušky je měření tepelného toku  $q$  procházejícího povrchem tepelného modelu lidské pokožky – skin modelu“ [88]. Povrch tohoto modelu je porézní a je zavlhčován, čímž je simulována funkce ochlazování pocením. Na tento povrch se přikládá přes separační folii měřený vzorek, jehož vnější strana je ofukována. „Při měření výparného odporu a paropropustnosti je měřící hlavice (skin model) pomocí elektrické topné spirály a regulátoru udržována na teplotě okolního vzduchu (obvykle 20–23°C), který je do přístroje nasáván“ [88]. Při měření se vlhkost v porézní vrstvě mění v páru, která prochází přes separační folii vzorkem. Příslušný výparný tepelný tok je měřen speciálním snímačem, jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie a nepřímo úměrná výparnému odporu. Nejdříve se měří tepelný tok bez vzorku, poté znovu se vzorkem a přístroj registruje odpovídající teplené toky  $q_o$  a  $q_v$  ( $q_o$  [W.m<sup>-2</sup>] je plošná hustota tepelného toku procházející měřící hlavicí nezakrytou měřeným vzorkem,  $q_v$  [W.m<sup>-2</sup>] je plošná hustota tepelného toku procházející měřící hlavicí zakrytou měřeným vzorkem).*

V přístroji je instalovaný mikropočítač, který umožňuje volbu počátečních parametrů (teploty hlavice, rychlosti vzduchu v měřícím kanálu a stupeň zavlhčení měřící hlavice). Hodnoty tepelného a výparného odporu a relativní propustnosti pro vodní páru vyhodnocené mikropočítačem se zobrazí na monitoru PC. [88]



Obrázek 53: Schéma přístroje PERMETEST [9]

**PERMETEST měří tyto parametry:**

**Relativní paropropustnost  $p$  [%]**

„Přístroj měří relativní paropropustnost textilií pro vodní páry  $p$  [%], což je nenormalizovaný, ale velmi praktický parametr, kde 100 % propustnost představuje tepelný tok  $q_o$ , vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru jaký má měřený vzorek. Zakrytím této hladiny měřeným vzorkem se pak tepelný tok sníží na hodnotu  $q_v$ “ [88].

$$p = 100 \cdot \left( \frac{q_v}{q_o} \right) [\%]$$

**Výparný odpor  $R_{et}$  [ $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ ]**

„Parciální tlak vodní páry ve vzduchu  $P_a$  je veličina, která je určena z relativní vlhkosti vzduchu  $\varphi$  a jeho teploty  $t_a$ . Parciální tlak páry ve stavu nasycení  $P_m$  je funkcí teploty vzduchu, která je naprogramována v počítači přístroje“ [88].

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

**Podmínky zkoušky:**

- Rozměr vzorku: minimálně 120 x 120 mm, vzorek se do přístroje umístí lící stranou nahoru, vzorek musí zcela zakrývat povrch měřicí hlavice.

- Tloušťka vzorku: 0,1–50 mm.
- Doba měření vzorku: 2–5 minut.
- Teplota vzduchu v laboratoři: 21–24 °C, testované vzorky se před měřením musí klimatizovat alespoň 24 hodin bez napětí na hladké horizontální ploše se zajištěním volného přístupu vzduchu.
- Doporučená relativní vlhkost vzduchu v laboratoři: 50–55 %.
- Metoda je nedestruktivní. [88]

### 5.3 MARTINDALE

Přístroj MARTINDALE slouží k měření odolnosti plošných textilií v oděru. Žmolkovitost je negativní vlastnost, která tvorbou žmolků na povrchu plošné textilie porušuje její vzhled. Každá textilie obsahuje vyčnívající vlákna (chlupatost), takto odstávající vlákna jsou schopna se stáčet (vlivem odírání textilie o textilií, nebo textilií o pevné povrchy) a přibírat k sobě další vlákna například z jiné textilie atd. Tak vzniká smotek vláken, kterému se říká žmolek. Tento žmolek může na povrchu textilie ulpívat dlouho (textilie žmolkuje), nebo po kratším čase žmolek odpadne. Na udržení žmolků na povrchu textilie má vliv odolnost vláken v ohybu a v krutu. Vlákna, která mají malou odolnost v ohybu a v krutu, tvoří žmolky, které odpadnou dříve (například bavlna). Vlákna, která mají vysokou odolnost v ohybu a v krutu, vytvářejí velmi trvanlivé žmolky (například polyester a polyamid). [89]

Odolnost proti opotřebení je schopnost textilie zachovat původní vzhled – odolávat oděru, rozvláknění, žmolkování a změně barevného odstínu. [90]

Měření na přístroji MARTINDALE se řídí dle normy ČSN EN ISO 12947 - 1, 2, 3, 4 Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou MARTINDALE. [90] Tato norma má 4 části:

- ČSN EN ISO 12947-1 Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale – Část 1: Přístroj Martindale [91]
- ČSN EN ISO 12947-2 Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale – Část 2: Zjišťování poškození vzorku [92]
- ČSN EN ISO 12947-3 Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale – Část 3: Zjišťování úbytku hmotnosti [93]

- ČSN EN ISO 12947-4 Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale – Část 4: Hodnocení změny vzhledu [94]

### Podstata zkoušky

Kruhový vzorek textilie se v oděracím přístroji MARTINDALE odírá při stanoveném zatížení o oděrací textilií postupným pohybem, který sleduje Lissajousův obrazec. Držák vzorku je dále volně otočný kolem své osy, kolmé k horizontální ploše vzorku. [91] „Vzorek je vystaven namáhání oděrem po stanovený počet otáček“ [91].



Obrázek 54: Přístroj MARTINDALE

### Podmínky zkoušky:

- Normální zkušební ovzduší pro klimatizaci a zkoušení vzorků dle normy ISO 139: teplota ( $20 \pm 2$ ) °C, relativní vlhkost vzduchu ( $65 \pm 2$ ) %, vzorky se před měřením musí klimatizovat po dobu minimálně 18 hodin bez napětí na hladké horizontální ploše se zajištěním volného přístupu vzduchu.
- Zvolený přitlak závaží: 9 kPa (pro oděvní textilie).
- Zvolený celkový počet otáček: 20000.
- Zvolený interval otáček: 1000.
- Rozměr vzorků: průměr malého vzorku ( $38,0^{+0,5}$ ) mm a průměr velkého vzorku minimálně 140 mm, odírají se lící strany vzorků. [93]

## EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 6 Analýza pletenin Pumax, spol. s.r.o.

Analýza byla prováděna na 12 vzorcích zátažných jednobližných pletenin dodaných společností Pumax, spol. s.r.o. Vzorky pletenin jsou vyrobené ze 4 druhů délkových materiálů, přičemž každý ze vzorků je pletený ve 3 vazbách, stejných u každého materiálu.

Společnost Pumax, spol. s.r.o. z těchto pletenin vyrábí seamless sportovní funkční prádlo. Všechny vzorky pletenin byly vyrobeny na stejném elektronicky řízeném okrouhlém jednobližkovém pletacím stroji o průměru 17". Jedná se o středopřůměrový pletací stroj s dělením 24E (počet jehel na 1 anglický palec).

V této diplomové práci je pro těchto 12 testovaných vzorků pletenin používáno následující označení, viz Tabulka 1.

*Tabulka 1: Označení testovaných vzorků*

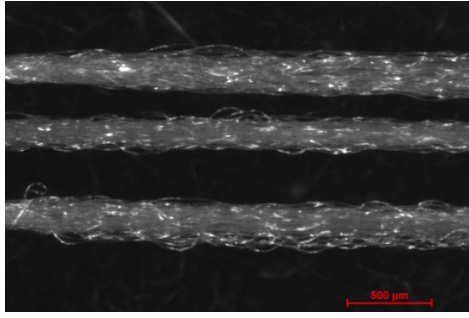
Materiál + vazba	Materiál + vazba	Materiál + vazba	Materiál + vazba
PA 6.6 vazba 1	PES (CM) vazba 1	PES (TH) vazba 1	WO+PES vazba 1
PA 6.6 vazba 2	PES (CM) vazba 2	PES (TH) vazba 2	WO+PES vazba 2
PA 6.6 vazba 3	PES (CM) vazba 3	PES (TH) vazba 3	WO+PES vazba 3

#### 6.1 Analýza délkových materiálů

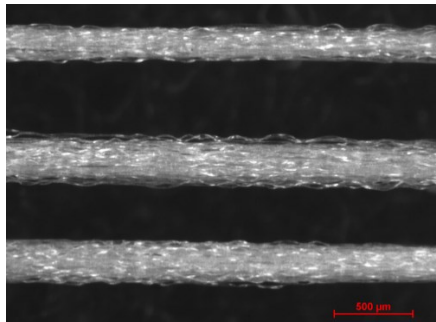
Analýza byla prováděna na 4 délkových materiálech dodaných společností Pumax, spol. s.r.o., ze kterých jsou vyrobené testované vzorky.

Syntetické délkové materiály PA 6.6, PES (CM), PES (TH) jsou multifily. O přízi se jedná v případě délkového materiálu z vlny s příměsí polyesteru WO+PES.

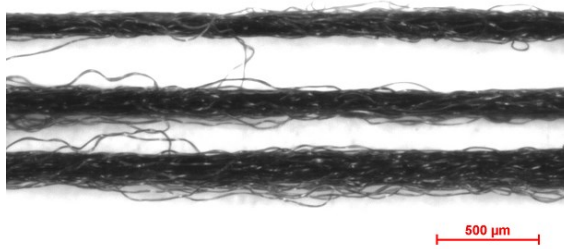
Následující snímky délkových materiálů byly provedeny pomocí makroskopu a obrazové analýzy, viz Obrázek 55 až Obrázek 58.



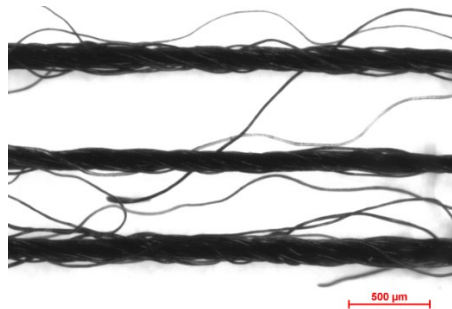
*Obrázek 55: PA 6.6*



*Obrázek 56: PES (CM)*



*Obrázek 57: PES (TH)*



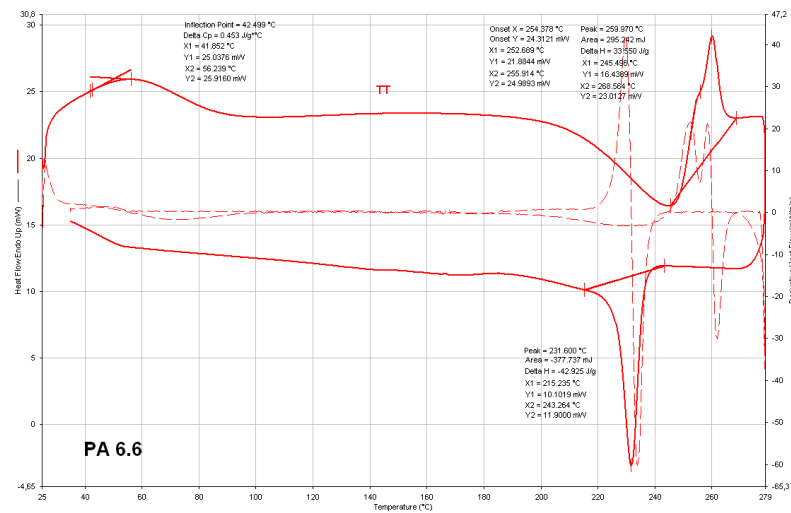
*Obrázek 58: WO+PES*



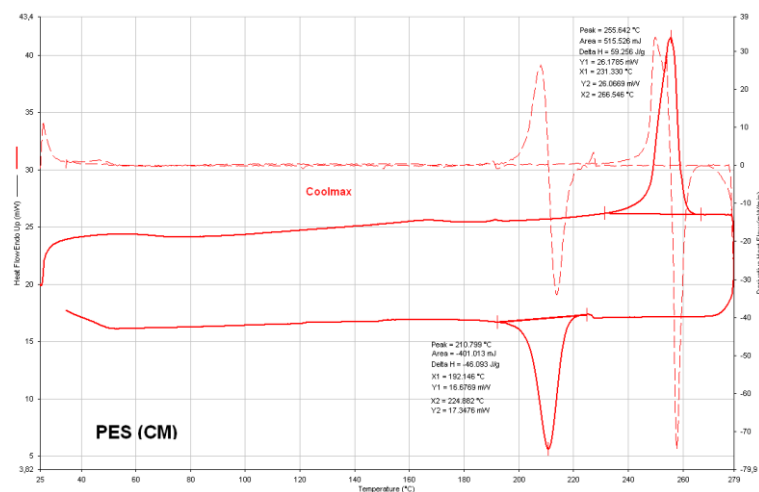
### 6.1.1 Složení délkových materiálů

Pro ověření složení délkových materiálů, byla použita diferenční skenovací kalorimetrie (DSC). Toto měření umožňuje identifikaci délkových materiálů a jejich příměsí.

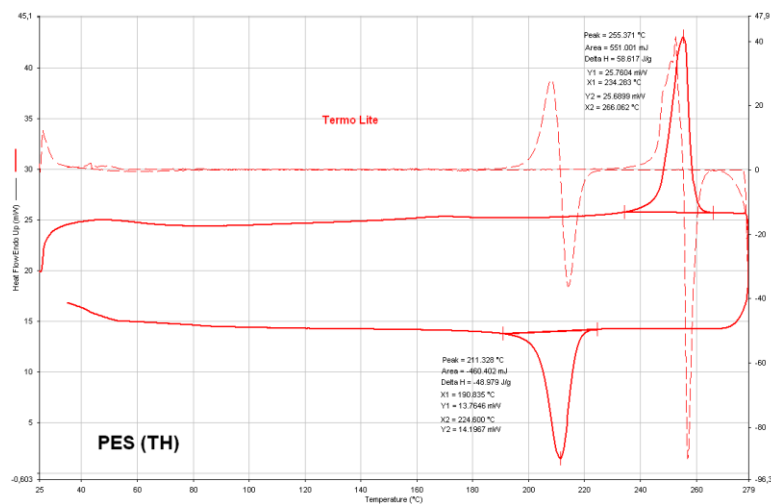
Bylo zjištěno, že se jedná o polyamid 6.6, polyester (CM), polyester (TH) a vlnu s příměsí polyesteru. Křivky z měření na DSC jsou zobrazeny na následujících snímcích, viz Obrázek 59 až Obrázek 62.



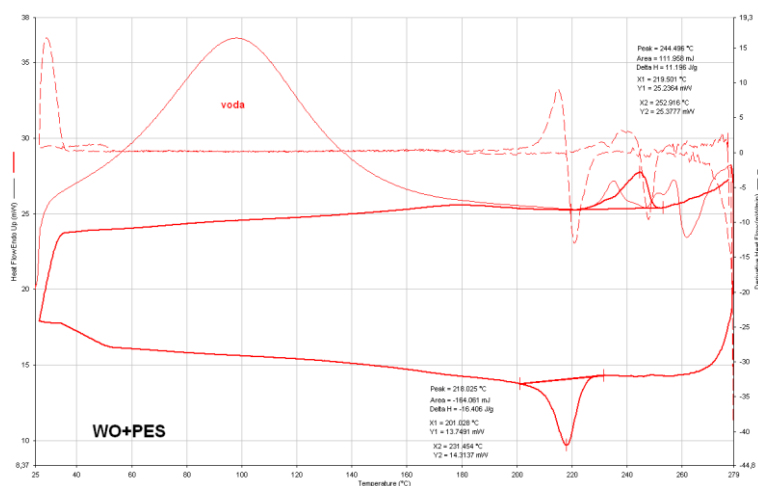
Obrázek 59: DSC analýza PA 6.6



Obrázek 60: DSC analýza PES (CM)



Obrázek 61: DSC analýza PES (TH)



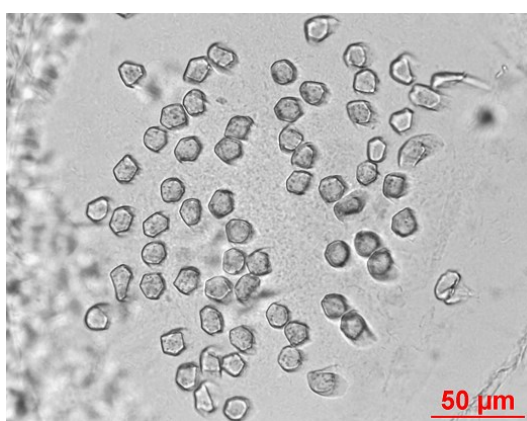
Obrázek 62: DSC analýza WO+PES

### 6.1.2 Příčné řezy délkových materiálů

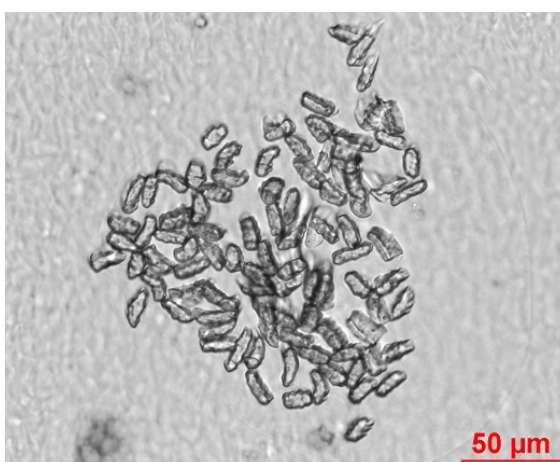
U délkových materiálů PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES byly provedeny příčné řezy kolmé k jejich ose. Tyto délkové materiály se před zkouškou klimatizovaly dle normy ČSN EN 20139 Normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení. Postup tvorby příčných řezů se řídí dle interní normy IN 46-108-01/01 Doporučený postup tvorby příčných řezů. [95] V této normě je popsán postup tvorby měkkých a tvrdých příčných řezů. Pro tuto diplomovou práci byl použit postup tvorby měkkých příčných řezů. Celkem bylo nasnímáno 30 příčných řezů od každého druhu délkového materiálu. Ke snímání příčných řezů byl použit mikroskop a počítač s obrazovou analýzou.

Z následujících snímků viz Obrázek 63 až Obrázek 65, je patrné, že vlákna syntetických délkových materiálů mají tvarovaný profil. PA 6.6 má profil ve tvaru šestiúhelníku, PES (CM) má obláčkový tvar profilu, PES (TH) je složen z dutých vláken se šestiúhelníkovým tvarem profilu a z vláken s obláčkovým tvarem profilu.

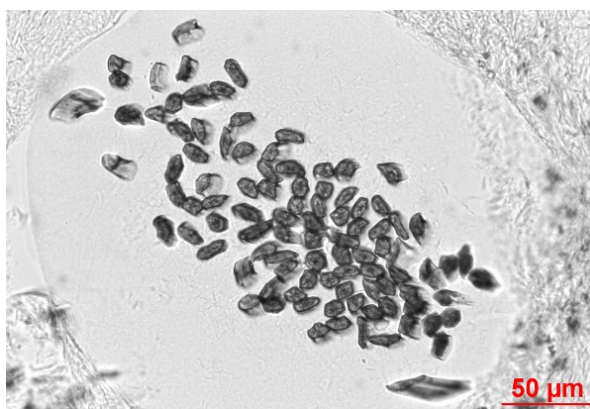
Délkový materiál WO+PES je složen z vlny a příměsi polyesteru, který nemá tvarovaný profil, viz Obrázek 66. Dle 30 snímků příčných řezů tohoto délkového materiálu byl stanoven průměrný počet vláken v přízi na 35. Z toho průměrný počet polyesterových vláken v průřezu je 7. Příze je tedy složena z 80 % vlny a 20 % polyesteru.



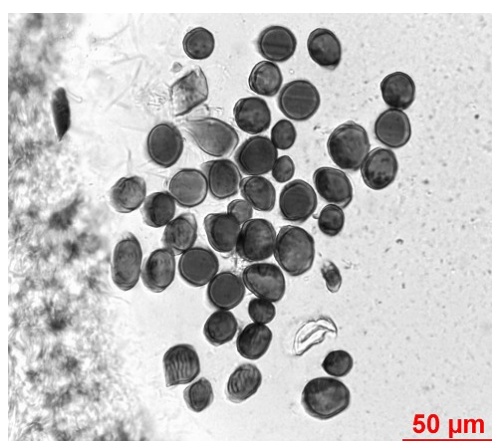
*Obrázek 63: Příčný řez PA 6.6*



*Obrázek 64: Příčný řez PES (CM)*



Obrázek 65: Příčný řez PES (TH)



Obrázek 66: Příčný řez WO+PES

### 6.1.3 Délková hmotnost

Délková hmotnost  $T$  [dtex] byla zjišťována gravimetrickou metodou. Pomocí vijáku bylo odměřeno 100 m délkového materiálu, který byl následně zvážen. Tyto délkové materiály se před měřením klimatizovaly dle normy ČSN EN 20139 Normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení. Uvedené hodnoty jsou průměrem z 5 měření každého druhu délkového materiálu, viz Tabulka 2.

Tabulka 2: Délková hmotnost  $T$  [dtex]

Délkový materiál	Délková hmotnost $T$ [dtex]
PA 6.6	82,8
PES (CM)	93,6
PES (TH)	83,1
WO+PES	123,0

## 6.2 Analýza pletenin

Analýza byla prováděna na 12 vzorcích pletenin vyrobených ze 4 druhů délkových materiálů, pletených ve 3 vazbách, stejných pro každý délkový materiál.

### 6.2.1 Vazby pletenin

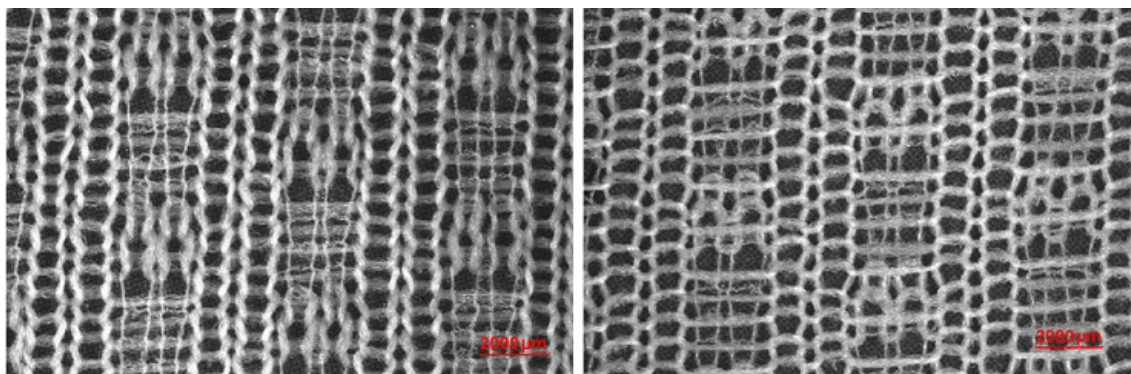
Proveden byl rozbor 3 vazeb zátažných jednolícnicích pletenin. Byl určen typ vazby a střída vazby. Střída byla zakreslena v anglickém systému patronování. Vazby byly nasnímány pomocí makroskopu a počítače s obrazovou analýzou.

#### „Vazba 1“ – vazba krytá

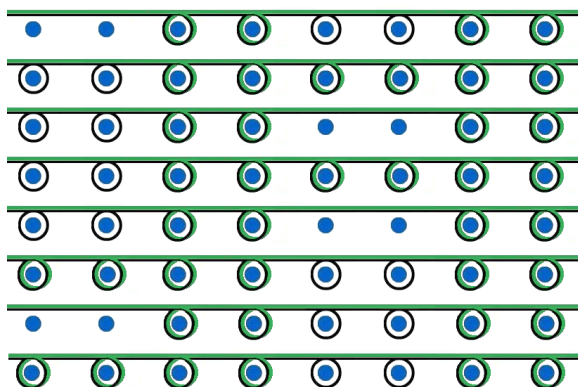
Vazba je tvořená z kryté a krycí nitě, která ve vazbě vytváří očka a podložené kličky. Na následujících snímcích je zobrazena vazba 1 ve volném stavu, viz Obrázek 67, a v nataženém stavu, viz Obrázek 68. Střída vazby je zakreslena v anglickém systému patronování, viz Obrázek 69.



Obrázek 67: Vazba 1 ve volném stavu (PA 6.6)



Obrázek 68: Vazba 1 v nataženém stavu – lícni a rubní strana pleteniny (PA 6.6)



Obrázek 69: Střída vazby 1 zakreslená v anglickém systému patronování

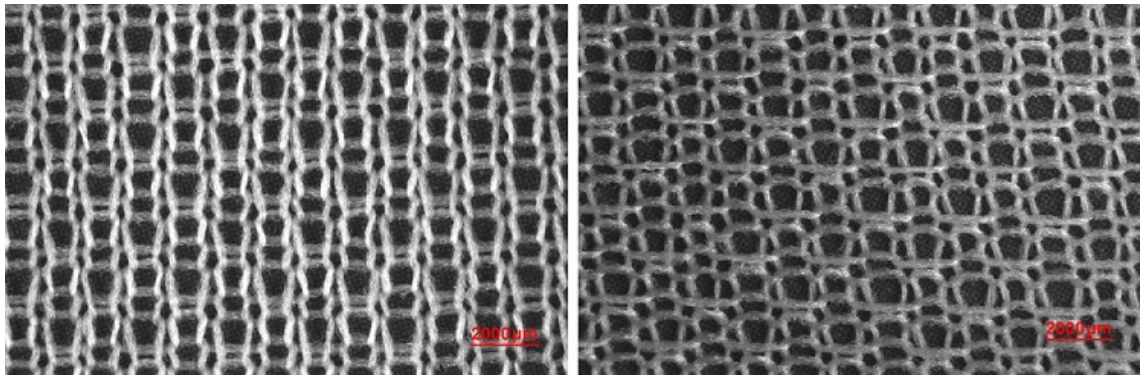
### „Vazba 2“ – vazba s podloženými kličkami

Vazba obsahuje podložené kličky v malé střídě vazby. Na následujících snímcích je zobrazena vazba 2 ve volném stavu, viz Obrázek 70, a v nataženém stavu, viz Obrázek 71. Střída vazby je zakreslena v anglickém systému patronování, viz Obrázek 72.

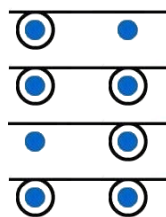


Obrázek 70: Vazba 2 ve volném stavu (PA 6.6)





Obrázek 71: Vazba 2 v nataženém stavu – lícní a rubní strana pleteniny (PA 6.6)



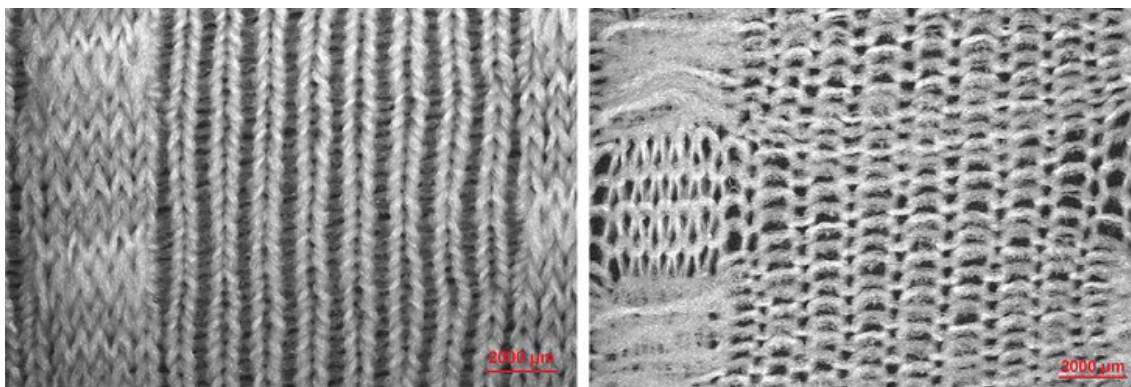
Obrázek 72: Střída vazby 2 zakreslená v anglickém systému patronování

### „Vazba 3“ – vazba s vícenásobnými podloženými kličkami

Vazba obsahuje vícenásobné podložené kličky, které vytváří prostorově zvlněný vzhled pleteniny. Na následujících snímcích je zobrazena vazba 3 ve volném stavu, viz Obrázek 73, a v nataženém stavu, viz Obrázek 74. Střída vazby je zakreslena v anglickém systému patronování, viz Obrázek 75.



Obrázek 73: Vazba 3 ve volném stavu (PA 6.6)



Obrázek 74: Vazba 3 v nataženém stavu – lící a rubní strana pleteniny (PA 6.6)



Obrázek 75: Střída vazby 3 zakreslená v anglickém systému patronování

### 6.2.2 Plošná hmotnost

Plošná hmotnost  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ] byla zjišťována gravimetrickou metodou, která spočívá ve zvážení odstrihu pleteniny o normovaném rozměru 100 x 100 mm. Vzorky pletenin se před měřením klimatizovaly dle normy ČSN EN 20139 Normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení. Uvedené hodnoty, viz Tabulka 3, jsou průměrem z 5 měření každého vzorku. Nejmenší plošnou hmotnost mají u každého druhu materiálu vazby 1. Největší plošnou hmotnost mají u každého druhu materiálu vazby 3, což je dáno větší hustotou řádků způsobenou použitím vícenásobných podložených kliček ve vazbě.



Tabulka 3: Plošná hmotnost  $m_s$  [ $g.m^{-2}$ ]

Plošná hmotnost $m_s$ [ $g.m^{-2}$ ]	PA 6.6	PES (CM)	PES (TH)	WO+PES
Vazba 1	194	196	231	269
Vazba 2	231	234	266	312
Vazba 3	310	319	378	421

### 6.2.3 Zapletená délka nitě

Zapletená délka nitě  $L$  [ $m.m^{-2}$ ] udává délku multifilu či příze v  $1 m^2$  pleteniny. Stanovuje se z plošné hmotnosti  $m_s$  pleteniny, která se vydělí délkovou hmotností  $T$  multifilu či příze. Tabulka 4 uvádí délku zapletené nitě [ $m.m^{-2}$ ] testovaných vzorků pletenin. Vazba 3 má výrazně větší zapletenou délku multifilu či příze v porovnání s vazbou 1 a vazbou 2. Je to způsobeno použitím vícenásobných podložených kliček ve vazbě 3.

Tabulka 4: Zapletená délka nitě [ $m.m^{-2}$ ]

Zapletená délka nitě $L$ [ $m.m^{-2}$ ]	PA 6.6	PES (CM)	PES (TH)	WO+PES
Vazba 1	23433,6	20890,3	27823,7	21906,5
Vazba 2	27932,7	24954,3	32054,7	25360,4
Vazba 3	37487,9	34100,2	45489,3	34250,8

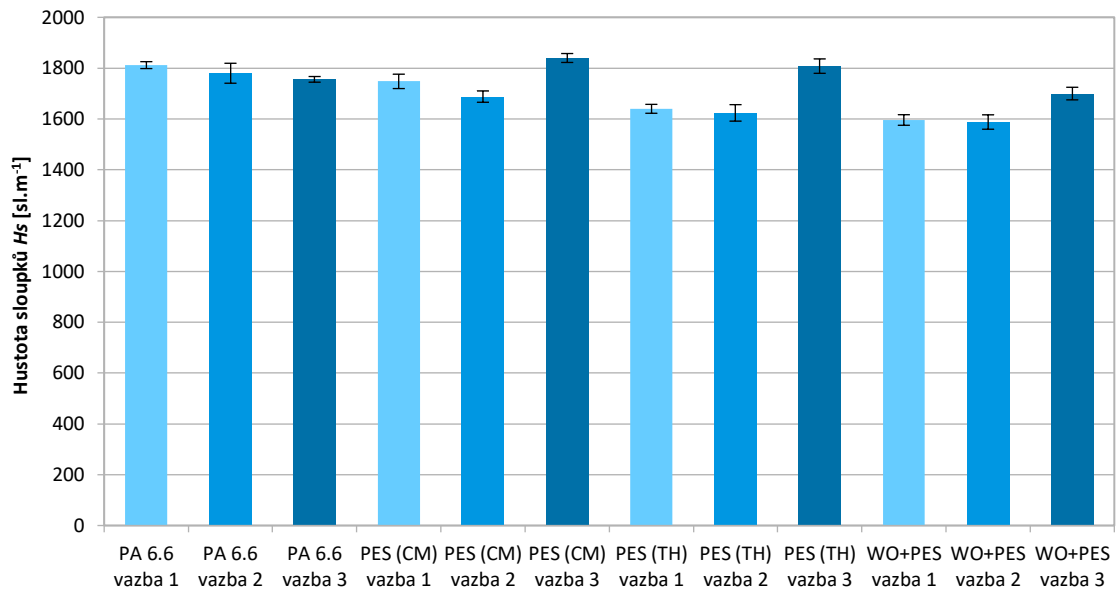
### 6.2.4 Hustota sloupků

Hustota sloupků  $H_{sl}$  [ $sl.m^{-1}$ ] udává počet sloupků pleteniny na 1 metr. Graf 1 uvádí průměrné hodnoty hustoty sloupků z 5 měření každého vzorku pleteniny. Všechny vzorky pletenin se před měřením relaxovaly 24 h bez napětí za volného přístupu vzduchu.

Hustota sloupků jednotlivých vzorků pletenin se pohybuje mezi hodnotami 1588 až 1840 [ $sl.m^{-1}$ ].

Vazba 3 s vícenásobnými podloženými kličkami materiálů PES (CM), PES (TH) a WO+PES má větší hustotu sloupků než vazba 1 a vazba 2 těchto materiálů. U materiálu PA 6.6 má vazba 3 naopak menší hustotu sloupků než vazba 1 a vyrovnanou hodnotu s vazbou 2, jejich konfidenční intervaly se překrývají. U materiálů PA 6.6, PES (TH) a WO+PES dosahuje vazba 1 a vazba 2 vyrovnaných výsledků u jednotlivých materiálů, jejich konfidenční intervaly se překrývají. Pouze u materiálu PES (CM) má

vazba 1 vyšší hustotu sloupků, než vazba 2. Hodnoty hustoty sloupků vazby 1 a vazby 2 jsou u materiálu PA 6.6 výrazně vyšší než u materiálů PES (TH) a WO+PES a dosahují také vyšších hodnot hustoty sloupků, než vazba 3 materiálu WO+PES.



Graf 1: Hustota sloupků [ $sl.m^{-1}$ ]

### 6.2.5 Hustota řádků

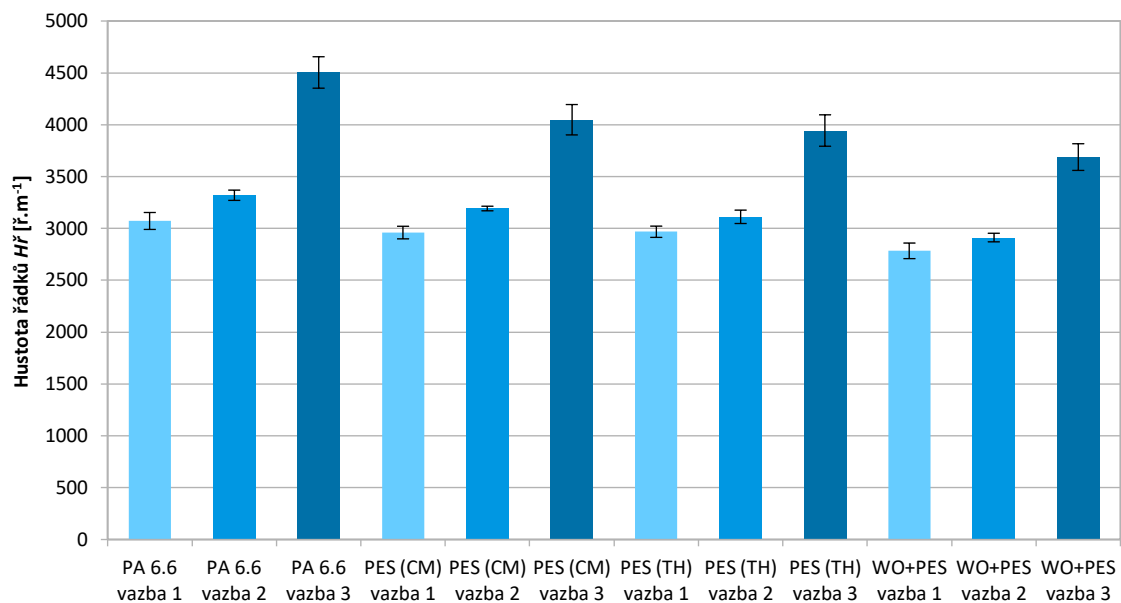
Hustota řádků  $H_r$  [ $ř.m^{-1}$ ] udává počet řádků pleteniny na 1 metr. Graf 2 uvádí průměrné hodnoty hustoty sloupků z 5 měření každého vzorku pleteniny. Všechny vzorky pletenin se před měřením relaxovaly 24 h bez napětí za volného přístupu vzduchu.

Hustota řádků jednotlivých pletenin se pohybuje mezi hodnotami 2784 až 4504 [ $ř.m^{-1}$ ].

Z grafu je jednoznačně viditelný vliv vazby na hustotu řádků. Vazba 3 má u všech materiálů mnohem větší hustotu řádků než vazba 1 a vazba 2, což je dáno použitím vícenásobných podložených kliček ve vazbě 3. Zcela největší hustotu řádků má vazba 3 materiálu PA 6.6. Vazba 1 (krytá) má naopak u všech materiálů nejmenší hustotu řádků. Rozdíly hodnot hustoty řádků mezi vazbami 1 a vazbami 2 však nejsou tak výrazné.

Nejvyrovnanější výsledky mají vzorky z polyesteru PES (CM) a PES (TH), konfidenční intervaly jejich vazeb 1 se překrývají, stejně jako vazeb 2 a také vazeb 3. Materiál WO+PES má nejmenší hustotu řádků vazby 1 a také nejmenší hustotu řádků vazby 2 ze všech materiálů. U vazby 3 materiálu WO+PES nelze s jistotou tvrdit, že má

menší hustotu řádků než vazba 3 materiálu PES (TH), jelikož se jejich konfidenční intervaly překrývají.



Graf 2: Hustota řádků [ř.m<sup>-1</sup>]

### 6.2.6 Hustota celková

Hustota celková  $H_c$  [oč.m<sup>-2</sup>] udává počet oček (vazebních prvků) na 1 m<sup>2</sup>. Součinem průměrných hodnot hustoty sloupků a hustoty řádků byla stanovena celková hustota oček na plochu 1 m<sup>2</sup>, viz Tabulka 5.

Tabulka 5: Hustota celková [oč.m<sup>-2</sup>]

Hustota celková $H_c$ [oč.m <sup>-2</sup> ]	PA 6.6	PES (CM)	PES (TH)	WO+PES
<b>Vazba 1</b>	5566464	5369856	5038080	4902912
<b>Vazba 2</b>	5468160	5185536	4988928	4878336
<b>Vazba 3</b>	5394432	5652480	5554176	5222400

### 6.2.7 Rozteč sloupků a řádků

Rozteč sloupků  $w$  [mm] udává šířku oka pleteniny a rozteč řádků  $c$  [mm] udává výšku oka pleteniny. Tabulka 6 udává průměrnou rozteč sloupků  $w$  a řádků  $c$  testovaných pletenin.

Tabulka 6: Rozteč sloupků  $w$  [mm] a řádků  $c$  [mm]

Materiál + vazba	Rozteč sloupků $w$ [mm]	Rozteč řádků $c$ [mm]
PA 6.6 vazba 1	0,55	0,33
PA 6.6 vazba 2	0,56	0,30
PA 6.6 vazba 3	0,57	0,22
PES (CM) vazba 1	0,57	0,34
PES (CM) vazba 2	0,59	0,31
PES (CM) vazba 3	0,54	0,25
PES (TH) vazba 1	0,61	0,34
PES (TH) vazba 2	0,62	0,32
PES (TH) vazba 3	0,55	0,25
WO+PES vazba 1	0,63	0,36
WO+PES vazba 2	0,63	0,34
WO+PES vazba 3	0,59	0,27

### 6.2.8 Srážení pletenin

Srážení pletenin  $s$  [%] v příčném směru (tedy srážení sloupků pletenin  $s_{sl}$  v [%]) bylo vypočítáno dle rovnice srážení:

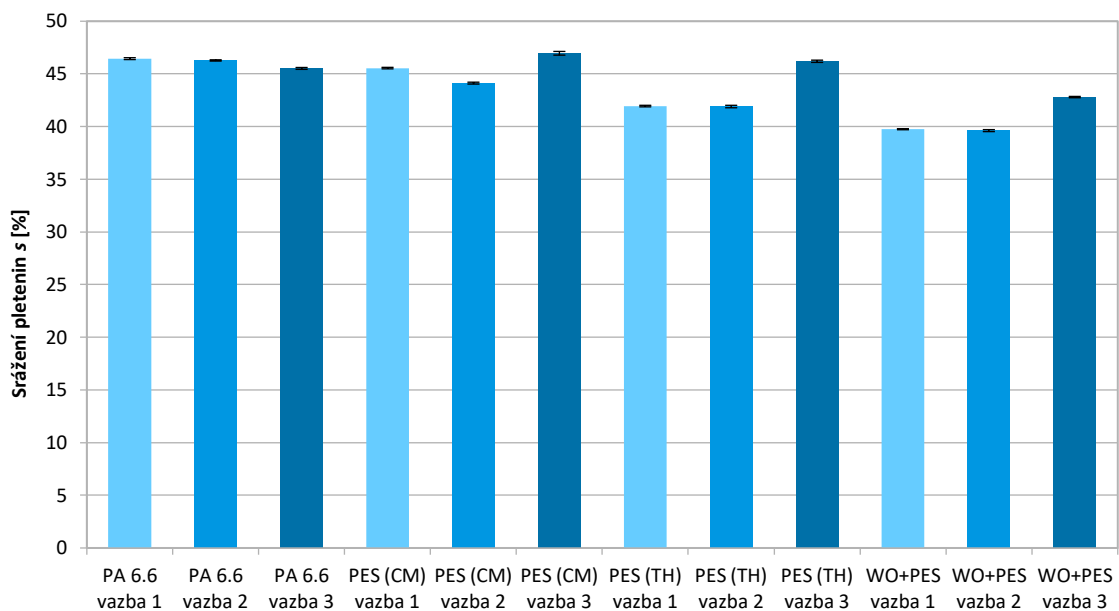
$$s = \frac{a_1 - a_2}{a_1} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Srážení pletenin v příčném směru bylo počítáno mezi stavem na stroji a po vlhké a suché relaxaci (společnost Pumax spol., s.r.o. pleteniny po upletení za působení tepla vysrážela). To znamená, že v rovnici byl za stav  $a_1$  dosazen obvod lůžka okrouhlého pletacího stroje v [mm] a za stav  $a_2$  byla dosazena šířka pletenin po vlhké a suché relaxaci v [mm].

Hodnota srážení pletenin v příčném směru se pohybuje v rozmezí od 39,6 % do 47,0 %, viz Graf 3. Na srážení pletenin mají vliv vlastnosti délkových materiálů a také konstrukce vazby.

Při sledování vlivu vazby na srážení pletenin v příčném směru, byl předpoklad o vyšším srážení vazeb 3 daným vícenásobnými podloženými kličkami potvrzen u materiálů PES (CM), PES (TH) a WO+PES, s výjimkou materiálu PA 6.6. Vazba 3 má tedy u materiálů PES (CM), PES (TH) a WO+PES vyšší hodnotu srážení, než vazba 1 a vazba 2. Nejvýraznější rozdíl mezi srážením vazby 3 a dalších dvou vazeb lze

zaznamenat u materiálů PES (TH) a WO+PES. Výjimku tvoří vzorky pletenin vyrobené z multifilu PA 6.6, který potlačuje vliv konstrukce vazby. Vazba 3 materiálu PA 6.6 má tedy naopak nižší hodnotu srážení než vazba 1 a vazba 2, rozdíl mezi hodnotami je však velmi malý. Hodnoty srážení vazby 1 a vazby 2 jsou u materiálu PA 6.6 výrazně vyšší než u materiálů PES (TH) a WO+PES a dosahují také vyšších hodnot srážení, než vazba 3 materiálu WO+PES. U materiálů PA 6.6, PES (TH) a WO+PES dosahuje vazba 1 a vazba 2 vyrovnaných výsledků srážení u jednotlivých materiálů, jejich konfidenční intervaly se překrývají. Pouze u materiálu PES (CM) má vazba 1 vyšší srážení než vazba 2.



Graf 3: Srážení pletenin [%] v příčném směru

## 7 Měření komfortních vlastností

Cílem této části diplomové práce bylo sledovat vliv natažení pletenin na komfortní vlastnosti. A také sledovat vliv konstrukce vazby a použitého délkového materiálu na komfortní vlastnosti seamless sportovního funkčního prádla.

U každého z 12 vzorků pletenin byly měřeny komfortní vlastnosti na přístrojích ALAMBETA a PERMETEST. Všechny vzorky byly nejprve měřeny ve volném stavu a následně byly měřeny natažené o 10 % a 20 % ve směru řádků pleteniny (v příčném směru).

Natažení pletenin o 20 % ve směru řádků pleteniny bylo zvoleno dle doporučené konfekční přiléhavosti seamless sportovního funkčního prádla na těle nositele, která je právě 20 %. [96]

Pro měření natažených pletenin na přístroji ALAMBETA a PERMETEST bylo nutné navrhnout a zhotovit upínací zařízení, jelikož není součástí vybavení těchto přístrojů. Byl proto vyroben rámeček z duralového plechu o tloušťce 2 mm s jehelními destičkami, na které se pleteniny natahovaly, viz Obrázek 76. Vzdálenost mezi jehelními destičkami je 140 mm.



*Obrázek 76: Rámeček pro natažení pletenin*

## 7.1 Vyhodnocení výsledků měření z přístroje ALAMBETA

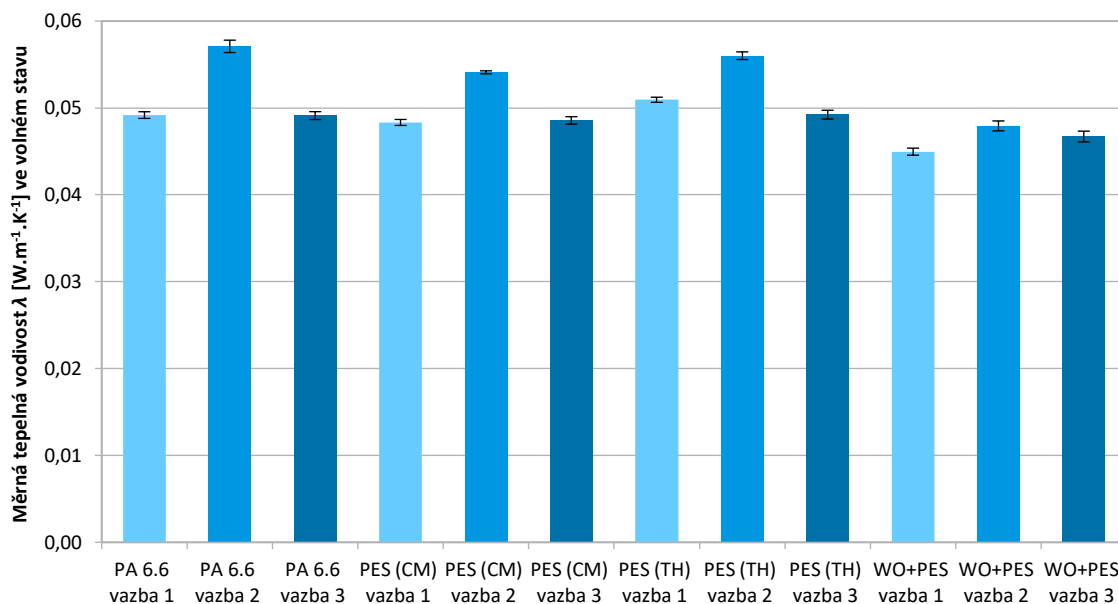
Na přístroji ALAMBETA byla měřena měrná tepelná vodivost  $\lambda$  a tepelná jímavost  $b$  12 vzorků pletenin. Vzorky byly nejprve měřeny ve volném stavu a následně natažené o 10 % a 20 % pomocí rámečku, viz Obrázek 76. Všechny vzorky pletenin se před měřením klimatizovaly dle normy ČSN EN 20139. Průměrné hodnoty měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  a tepelné jímavosti  $b$  pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % jsou uvedeny v tabulkách, viz Příloha A ALAMBETA.

### 7.1.1 Měrná tepelná vodivost

Graf 4 uvádí hodnoty měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  vzorků pletenin měřených ve volném stavu bez napnutí. Tyto hodnoty jsou průměrem z 10 měření každého vzorku pleteniny.

Vazba 2 s pravidelně se opakujícími podloženými kličkami má u všech materiálů vyšší měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  než vazba 1 a vazba 3, je to dáno konstrukcí vazby 2. U materiálu WO+PES je vliv konstrukce vazby 2 mírně potlačen, hodnota měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  vazby 2 je jen nepatrně vyšší než hodnota vazby 3 a také vazby 1. Vazba 1 a vazba 3 mají rozdílné konstrukce, které však zapříčiňují podobné hodnoty měrné tepelné vodivosti  $\lambda$ . U materiálu PA 6.6 dosahují vazba 1 a vazba 3 vyrovnaných hodnot, jejich konfidenční intervaly se překrývají, stejně je tomu i u materiálu PES (CM). U materiálu PES (TH) má vazba 1 nepatrně vyšší měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  než vazba 3 a naopak u materiálu WO+PES má vazba 3 nepatrně vyšší měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  než vazba 1.

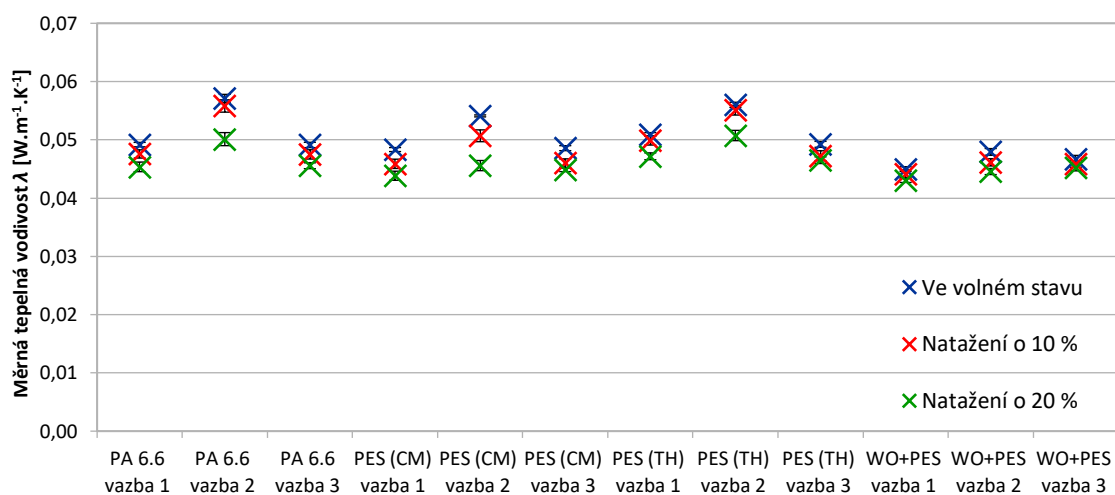
Na měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  má vliv také druh použitého délkového materiálu. Nejnižší měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  vykazuje materiál vyrobený z vlny s příměsí polyesteru WO+PES. Vazba 2 materiálu WO+PES má však vyrovnané hodnoty s vazbou 1 a vazbou 3 materiálu PES (CM), jejich konfidenční intervaly se překrývají.



Graf 4: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu

Graf 5 uvádí hodnoty měrné tepelné vodivosti 12 vzorků pletenin ve volném stavu, v natažení o 10 % a 20 %. Tyto hodnoty jsou průměrem z 10 měření každého vzorku pleteniny v každém stavu.

U všech vzorků pletenin platí, že čím větší je natažení, tím více klesá měrná tepelná vodivost  $\lambda$ . Souvisí to se změnou struktury pletenin, mění se kontaktní plochy vláken a průběh multifilu či příze v pletenině. Tím se mění také vedení tepla. Snižuje se hustota sloupků a mění se pórovitost.



Graf 5: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %



Pro ověření, zda se výsledky měření měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  ve volném stavu pletenin významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 10 % a 20 %, byl proveden Studentův T-test. Tabulka 7 uvádí p-hodnoty (p-value) testu. Pro p-hodnotu u všech vzorků platí:  $p \leq \alpha$ . Hladina významnosti je  $\alpha = 0,05$ . Výsledky jsou tedy statisticky významné na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Výsledky měření měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  pletenin ve volném stavu se u všech vzorků významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 10 %. Výsledky měření pletenin ve volném stavu se také u všech vzorků významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 20 %.

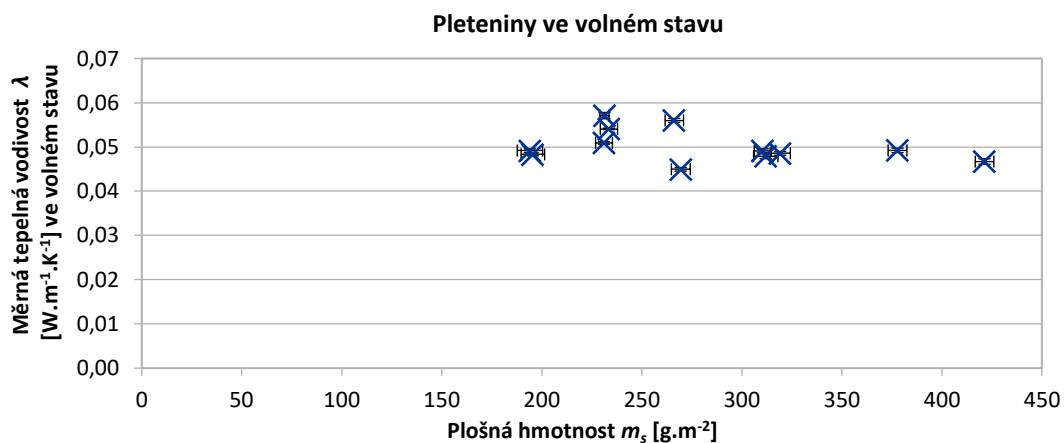
Tabulka 7: P-hodnoty (p-value) měrné tepelné vodivosti  $\lambda$

T-test	Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ] volný stav - natažení 10 %	Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ] volný stav - natažení 20 %
PA 6.6 vazba 1	0,001	0,000
PA 6.6 vazba 2	0,037	0,000
PA 6.6 vazba 3	0,001	0,000
PES (CM) vazba 1	0,000	0,000
PES (CM) vazba 2	0,000	0,000
PES (CM) vazba 3	0,000	0,000
PES (TH) vazba 1	0,018	0,000
PES (TH) vazba 2	0,044	0,000
PES (TH) vazba 3	0,001	0,000
WO+PES vazba 1	0,033	0,000
WO+PES vazba 2	0,000	0,000
WO+PES vazba 3	0,037	0,001

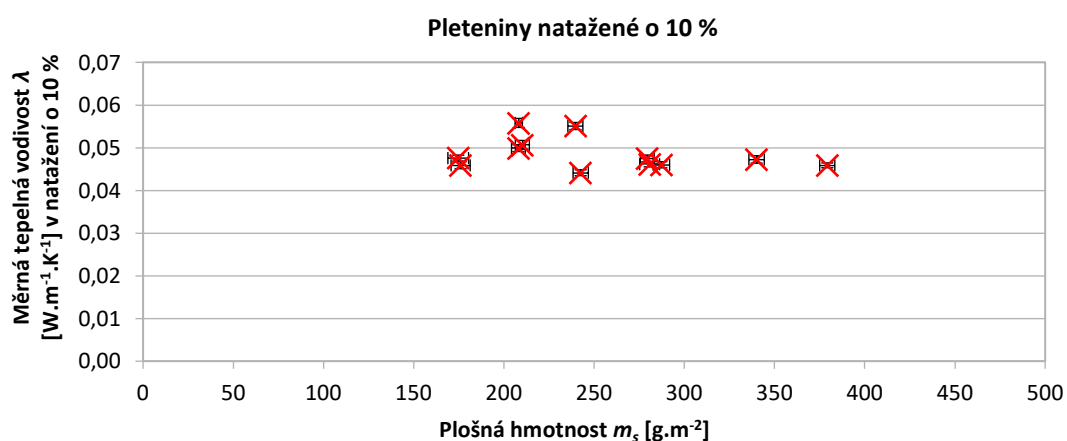
Následně byla testována závislost měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  pletenin ve volném stavu a natažených o 10 % a 20 % na plošné hmotnosti  $m_s$  a na zapletené délce nitě  $L$ .

Hodnoty plošné hmotnosti  $m_s$  a zapletené délky nitě  $L$  byly spočítány pro každý stav pleteniny (volný stav, natažení o 10 %, natažení o 20 %).

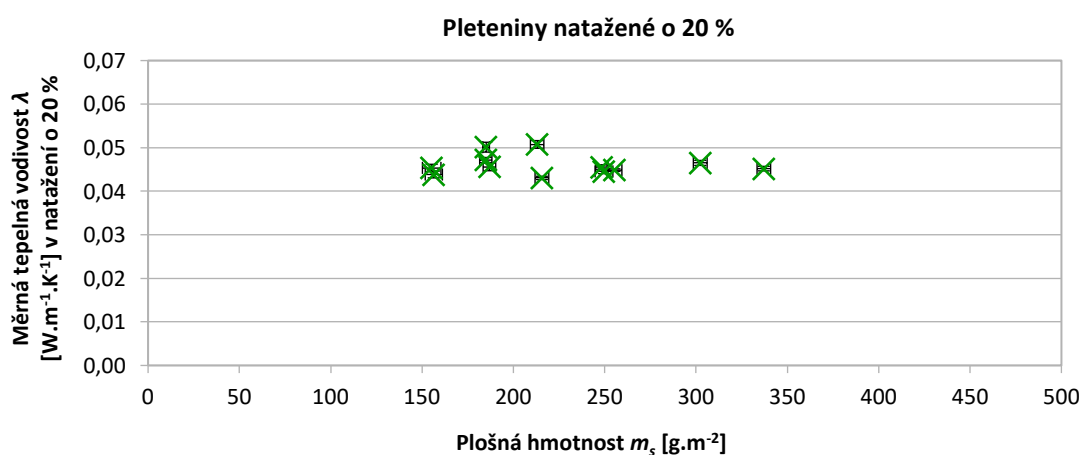
Graf 6 až Graf 8 ukazuje měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  pletenin ve volném stavu, v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$ . Z těchto grafů je patrné, že měrná tepelná vodivost  $\lambda$  není lineárně závislá na plošné hmotnosti  $m_s$ .



Graf 6: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

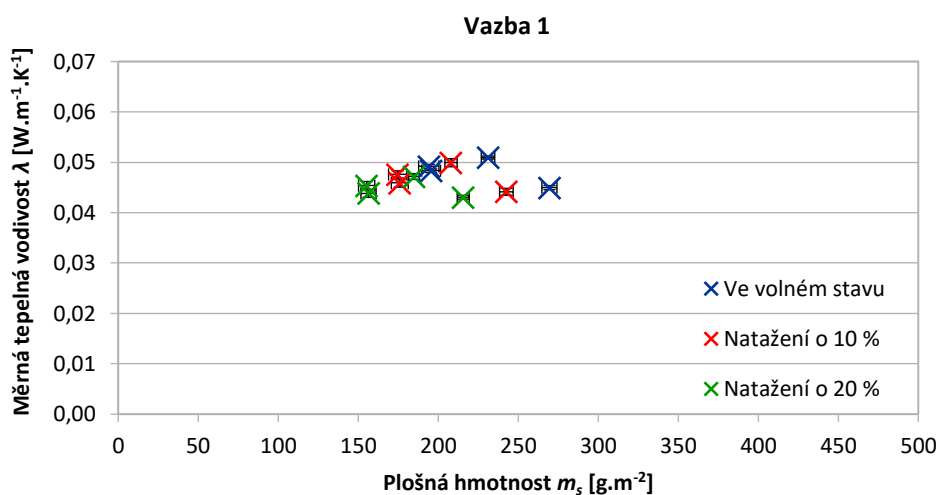


Graf 7: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ] pletenin natažených o 10 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

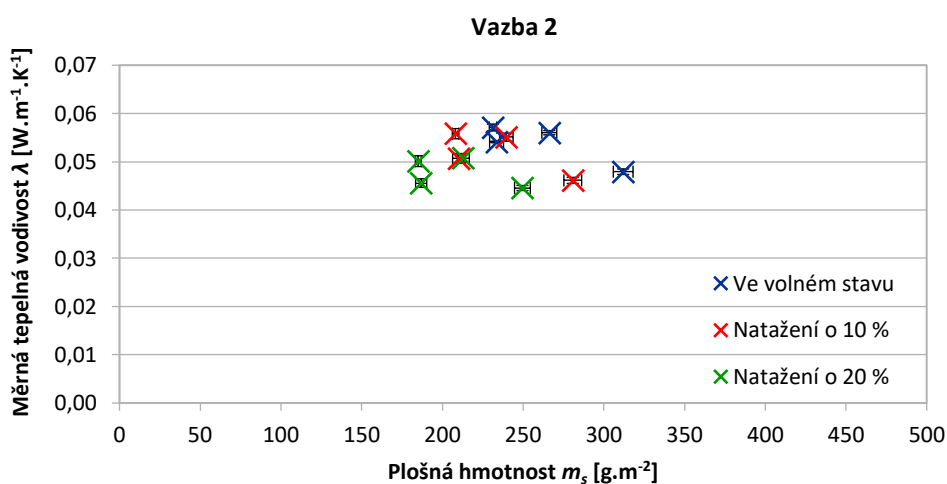


Graf 8: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ] pletenin natažených o 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

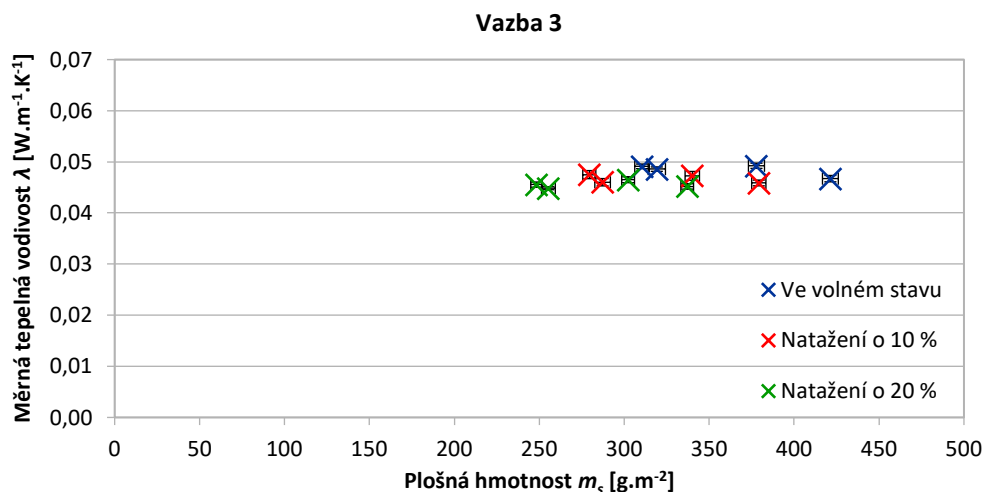
Graf 9 až Graf 11 zobrazuje měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  jednotlivých vazeb pletenin ve všech stavech (volný stav, natažení o 10 % a 20 %) v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$ . Vazba 1 a vazba 2 vyrobené z vlny s příměsí polyesteru WO+PES mají nejmenší tepelnou vodivost  $\lambda$  v každém stavu. Pouze vazba 3 tohoto materiálu má vyrovnané výsledky měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  s vazbami 3 ostatních tří syntetických materiálů.



Graf 9: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $g \cdot m^{-2}$ ]



Graf 10: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $g \cdot m^{-2}$ ]

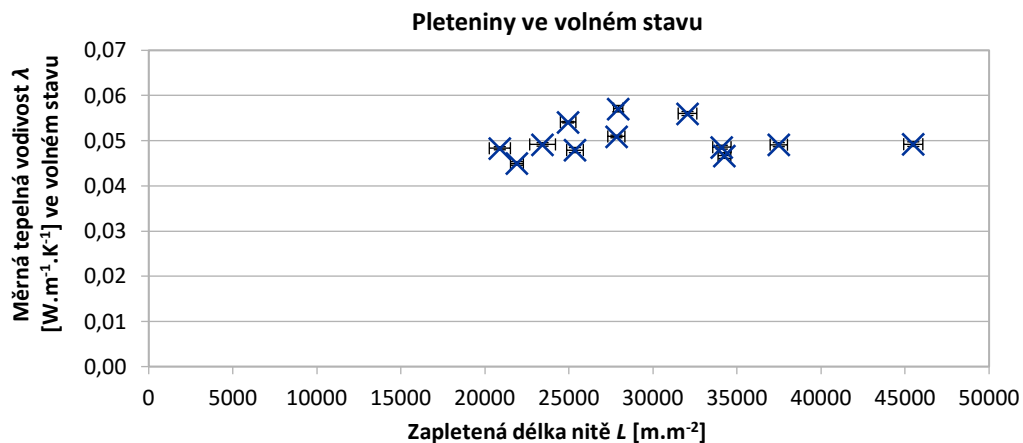


*Graf 11: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $g \cdot m^{-2}$ ]*

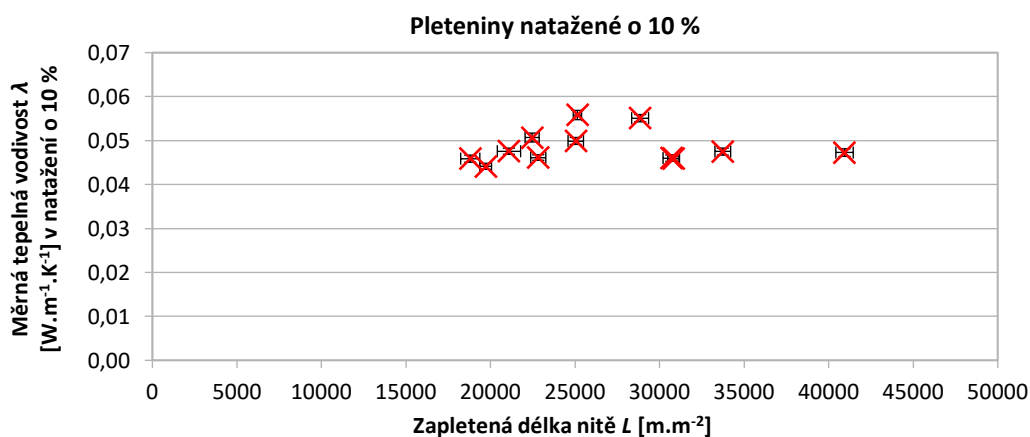
Graf 12 až Graf 14 ukazuje měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$ .

Vlivem konstrukce vazby 2 s pravidelně se opakujícími podloženými kličkami dosahuje tato vazba vyšších hodnot měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  oproti vazbě 1 a vazbě 3. Vazba 2 má hladší povrchovou strukturu bez prohlubní, což má vliv na kontaktní plochu a měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$ . Při sledování vlivu délkového materiálu, lze konstatovat, že pouze u vzorků pletenin vyrobených z vlny s příměsí polyesteru je vliv konstrukce vazby 2 na vyšší měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  mírně potlačen. Hodnota měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  vazby 2 WO+PES je jen nepatrně vyšší než hodnota měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  vazby 1 a vazby 3 WO+PES.

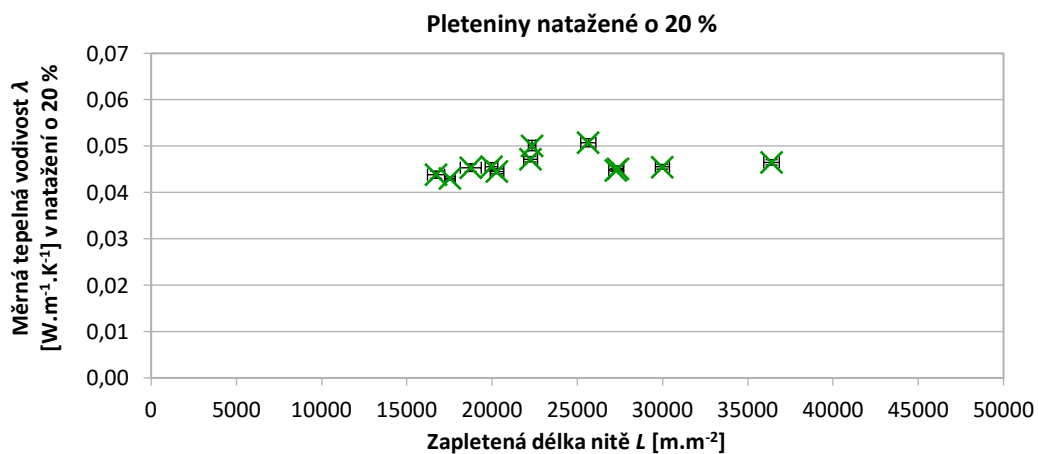
Vliv rozdílné konstrukce vazby na měrnou tepelnou vodivost se neprojevuje u vazby 1 a vazby 3. Tyto vazby dosahují i přes zmíněnou rozdílnou strukturu a také výrazně odlišnou zapletenou délku nitě  $L$  podobných hodnot měrné tepelné vodivosti  $\lambda$ .



Graf 12: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [ $m.m^{-2}$ ]

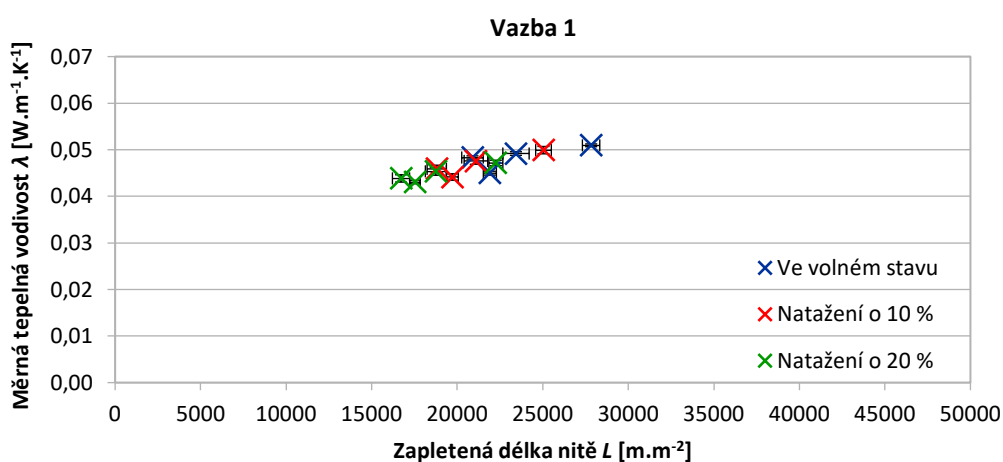


Graf 13: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 10 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [ $m.m^{-2}$ ]

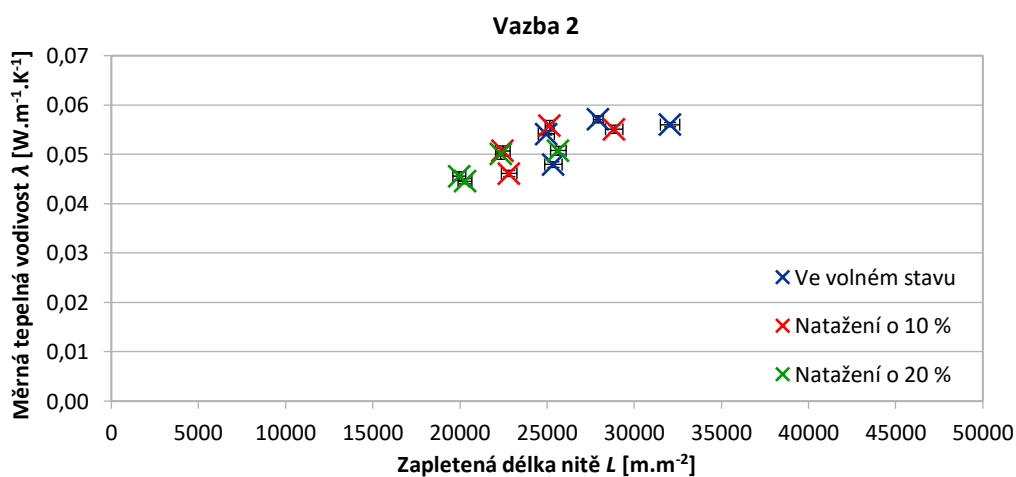


Graf 14: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [ $m.m^{-2}$ ]

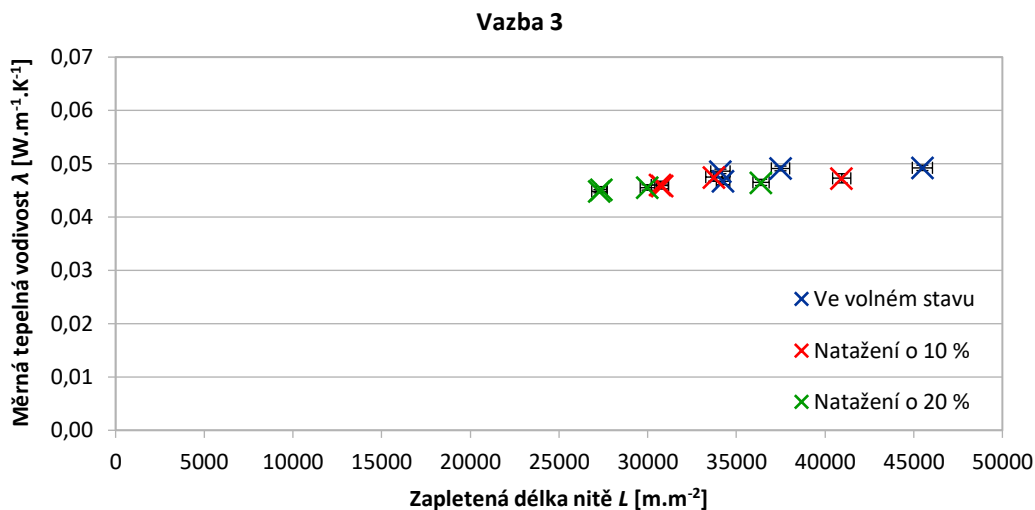
Graf 15 až Graf 17 zobrazuje měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  jednotlivých vazeb pletenin ve všech stavech (volný stav, natažení o 10 % a 20 %) v závislosti na zapletené délce nitě  $L$ . Se zvyšující se zapletenou délkou nitě  $L$  se zvyšuje také měrná tepelná vodivost  $\lambda$ . Vazba 2 s pravidelně se opakujícími podloženými kličkami ve vazbě dosahuje vyšších hodnot měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  než vazba 1 a vazba 3, viz Graf 16. Při porovnání vlivu použitých profilovaných polyesterových vláken PES (CM) a PES (TH) lze konstatovat, že použití vláken s obláčkovým tvarem průřezu PES (CM) mírně snižuje měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  oproti použití dutých profilovaných vláken v kombinaci s vláknou s obláčkovým tvarem průřezu PES (TH).



Graf 15: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [m.m<sup>-2</sup>]



Graf 16: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [m.m<sup>-2</sup>]



*Graf 17: Měrná tepelná vodivost  $\lambda$  [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě L [ $m.m^{-2}$ ]*

### 7.1.2 Tepelná jímavost

Graf 18 uvádí hodnoty tepelné jímavosti vzorků pletenin měřených ve volném stavu bez napnutí. Tyto hodnoty jsou průměrem z 10 měření každého vzorku pleteniny.

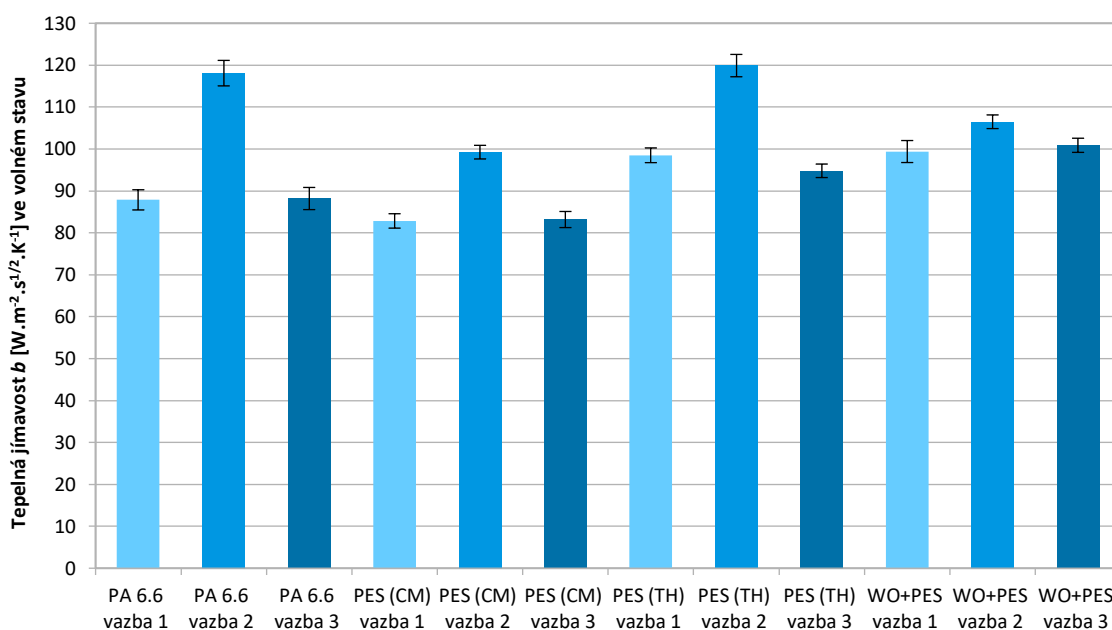
Tepelná jímavost  $b$  charakterizuje tepelný omak materiálu. Jako chladnější je pociťován hmatem ten materiál, který má větší tepelnou jímavost (větší absorpční schopnost).

Z grafu lze pozorovat, že výrazně nejvyšší tepelnou jímavost  $b$  mají vzorky PES (TH) vazba 2 a PA 6.6 vazba 2. Tyto vzorky by tedy měly při kontaktu s lidskou pokožkou působit na omak nejchladněji. Naopak nejhřejivěji by měla na omak působit vazba 1 a vazba 3 materiálu PES (CM) a dále vazba 1 a vazba 3 materiálu PA 6.6.

Při sledování vlivu vazby na tepelnou jímavost  $b$ , z grafu vyplývá, že nejvíce chladná na omak je u všech materiálů vazba 2 s pravidelně se opakujícími podloženými kličkami. Přičemž u materiálů PA 6.6, PES (CM) a PES (TH) dosahuje vazba 2 výrazně vyšší tepelné jímavosti  $b$  než vazba 1 a vazba 3. U materiálu WO+PES je rozdíl mezi hodnotou vazby 2 a dalších dvou vazeb menší. Nejvýraznější rozdíl mezi hodnotou tepelné jímavosti  $b$  vazby 2 a dalších dvou vazeb lze sledovat u materiálu PA 6.6. Vazba 2 materiálu PES (CM) má vyrovnané hodnoty tepelné jímavosti  $b$  s materiály PES (TH) vazba 1 a WO+PES vazba 1 a vazba 3, jejich konfidenční intervaly se překrývají.

Vazba 1 a vazba 3 mají u materiálů PA 6.6, PES (CM) a WO+PES vyrovnané hodnoty tepelné jímavosti  $b$ , jejich konfidenční intervaly se překrývají. Obě vazby budou tedy u jednotlivých materiálů počítovány na omak podobně. Pouze u polyesteru PES (TH) se rozdílnost konstrukce vazba 1 a vazby 3 projevila. Vazba 1 má nepatrně vyšší tepelnou jímavost  $b$  než vazba 3.

Při sledování vlivu materiálu vyplývá z grafu, že nejnižší tepelnou jímavost  $b$  mají vzorky vyrobené z polyesterového profilovaného multifilu PES (CM) a to vazba 1 a vazba 3. Na omak by tedy měly tyto pleteniny působit nejhřejivěji. Vazba 2 materiálu PES (CM) má také nejnižší hodnotu tepelné jímavosti  $b$  v porovnání s vazbami 2 ostatních tří druhů materiálů, avšak dosahuje vyrovnaných hodnot s materiály PES (TH) vazba 1 a WO+PES vazba 1 a vazba 3, jejich konfidenční intervaly se překrývají.



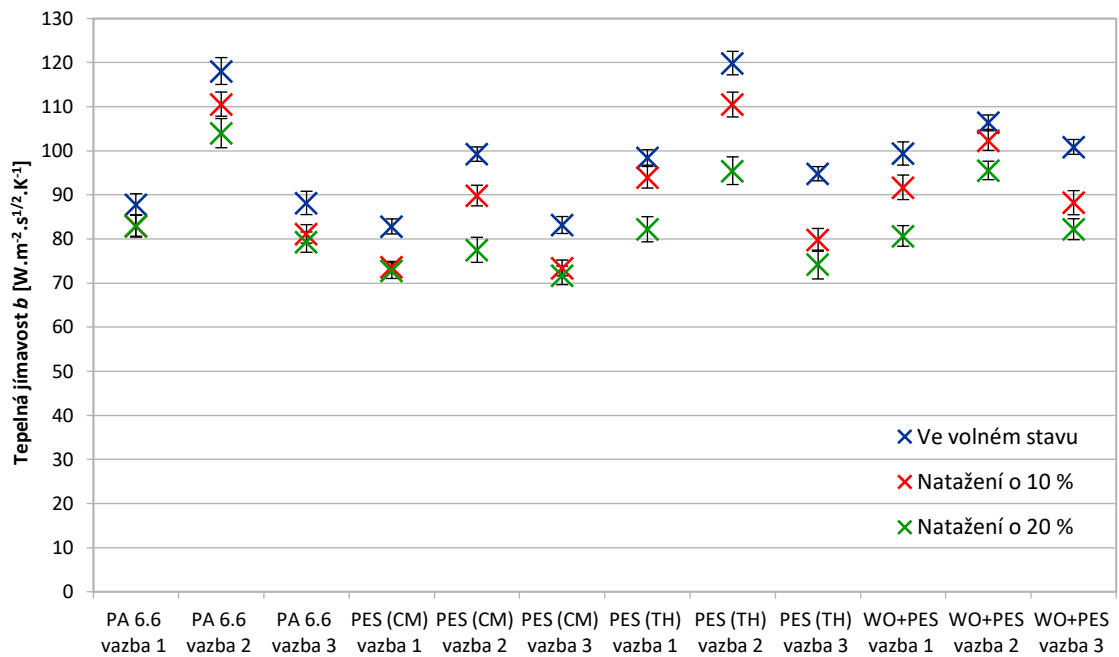
Graf 18: Tepelná jímavost  $b$  [W.m<sup>-2</sup>.s<sup>1/2</sup>.K<sup>-1</sup>] pletenin ve volném stavu

Graf 19 uvádí hodnoty tepelné jímavosti 12 vzorků pletenin ve volném stavu, v natažení o 10 % a 20 %. Tyto hodnoty jsou průměrem z 10 měření každého vzorku pleteniny v každém stavu.

U všech vzorků pletenin platí, že čím větší je natažení, tím více klesá tepelná jímavost  $b$ . Je to způsobeno změnou struktury pleteniny, se kterou se mění i tepelná jímavost. Mění se kontaktní plocha vláken a průběh multifilu či příze v pletenině. Snižuje se hustota sloupek pleteniny a mění se pórovitost. Natažené pleteniny, by tedy měly při



kontaktu s lidskou pokožkou působit na omak hřejivěji v porovnání s pleteninami ve volném stavu.



Graf 19: Tepelná jímavost  $b$  [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %

Pro ověření, zda se výsledky měření tepelné jímavosti  $b$  ve volném stavu pletenin významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 10 % a 20 %, byl proveden Studentův T-test. Tabulka 8 uvádí p-hodnoty (p-value) testu. Pro p-hodnotu u všech vzorků platí:  $p \leq \alpha$ . Hladina významnosti je  $\alpha = 0,05$ . Výsledky jsou tedy statisticky významné na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Výsledky měření tepelné jímavosti  $b$  pletenin ve volném stavu se u všech vzorků významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 10 %. Výsledky měření pletenin ve volném stavu se také u všech vzorků významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 20 %.

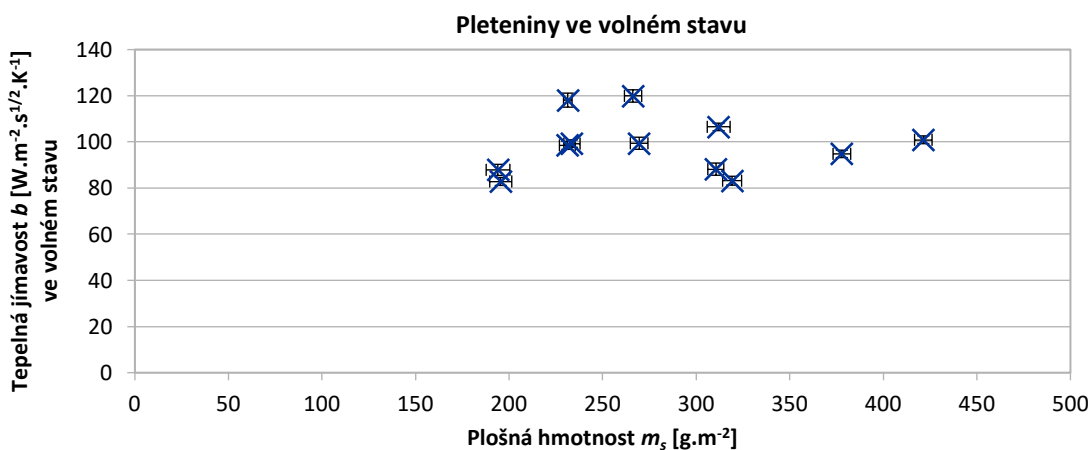
Tabulka 8: P-hodnoty (p-value) tepelné jímavosti  $b$

T-test	Tepelná jímavost $b$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$ ] volný stav - natažení 10 %	Tepelná jímavost $b$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$ ] volný stav - natažení 20 %
PA 6.6 vazba 1	0,005	0,005
PA 6.6 vazba 2	0,001	0,000
PA 6.6 vazba 3	0,000	0,000
PES (CM) vazba 1	0,000	0,000
PES (CM) vazba 2	0,000	0,000
PES (CM) vazba 3	0,000	0,000
PES (TH) vazba 1	0,004	0,000
PES (TH) vazba 2	0,000	0,000
PES (TH) vazba 3	0,000	0,000
WO+PES vazba 1	0,000	0,000
WO+PES vazba 2	0,003	0,000
WO+PES vazba 3	0,000	0,000

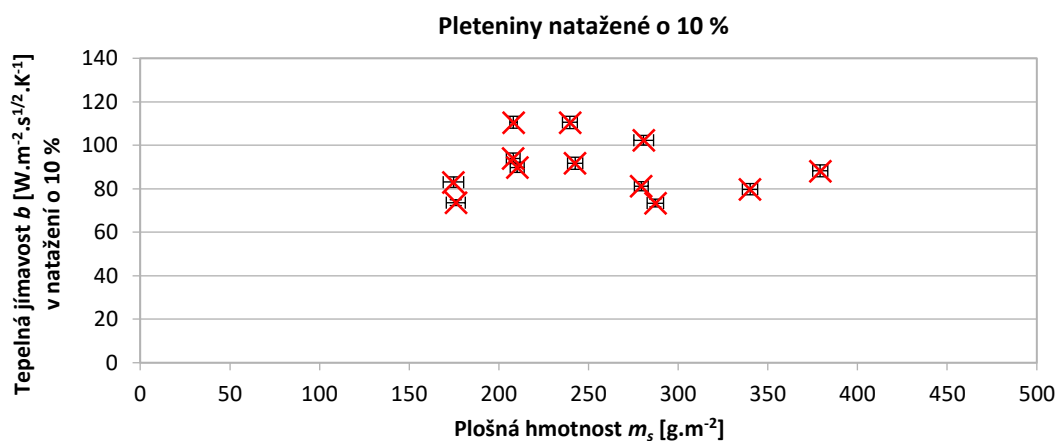
Následně byla testována závislost tepelné jímavosti  $b$  pletenin ve volném stavu a natažených o 10 % a 20 % na plošné hmotnosti  $m_s$  a na zapletené délce nitě  $L$ .

Hodnoty plošné hmotnosti  $m_s$  a zapletené délky nitě  $L$  byly spočítány pro každý stav pleteniny (volný stav, natažení o 10 %, natažení o 20 %).

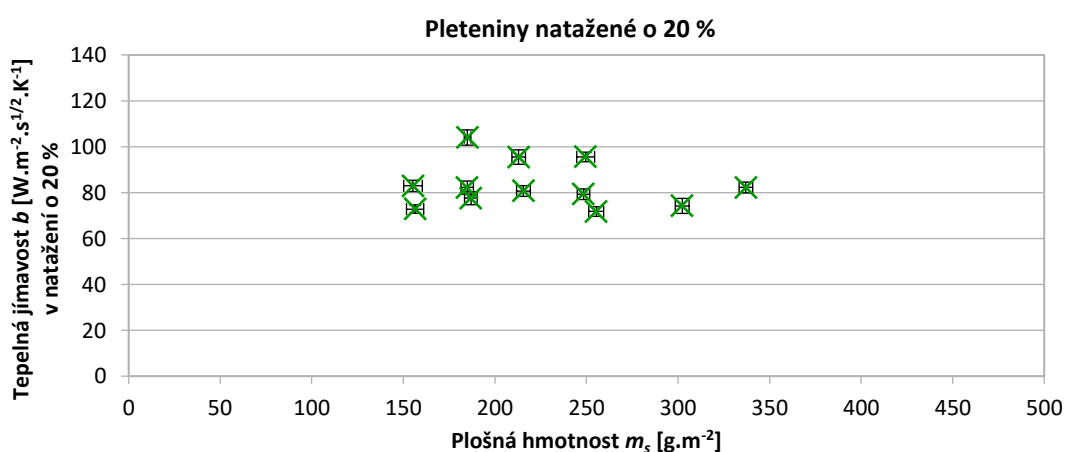
Graf 20 až Graf 22 ukazuje tepelnou jímavost  $b$  pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$ . Z těchto grafů lze pozorovat, že tepelná jímavost  $b$  není lineárně závislá na plošné hmotnosti  $m_s$ .



Graf 20: Tepelná jímavost  $b$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

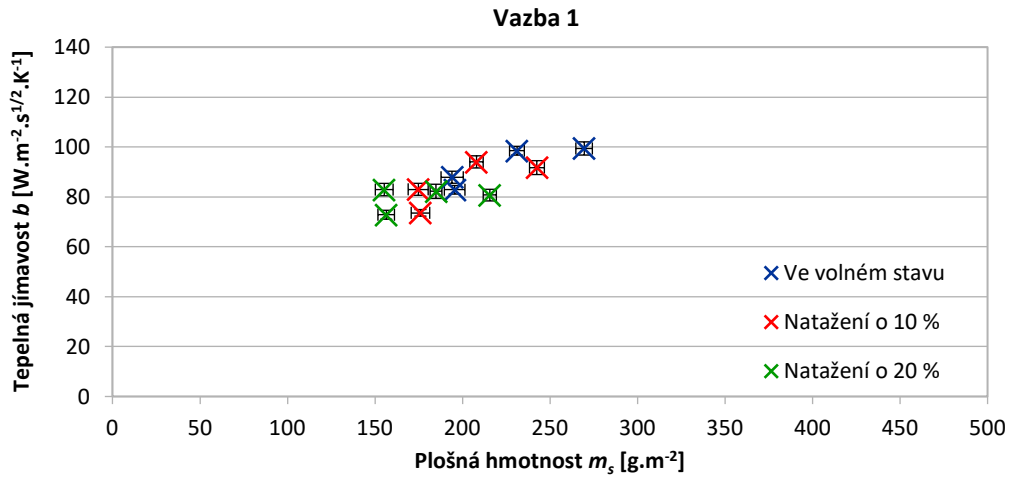


Graf 21: Tepelná jímavost  $b$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$ ] pletenin natažených o 10 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

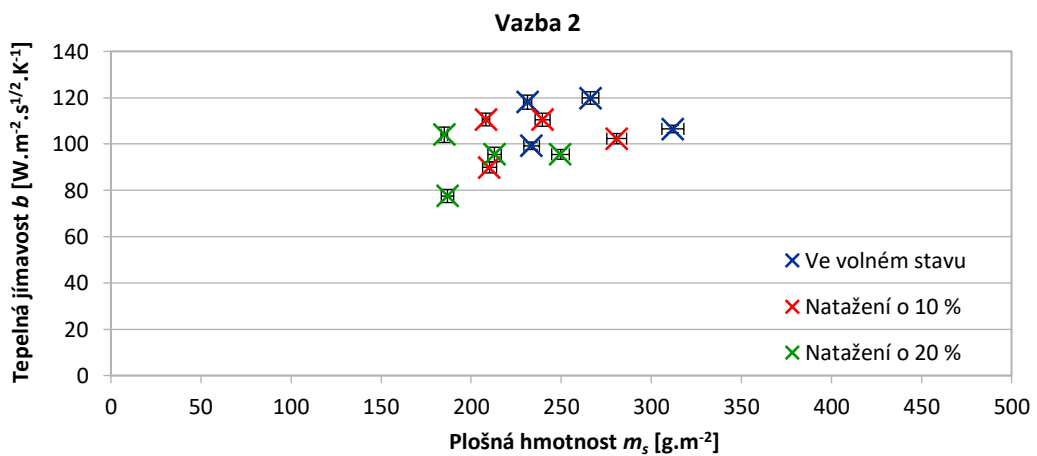


Graf 22: Tepelná jímavost  $b$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$ ] pletenin natažených o 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

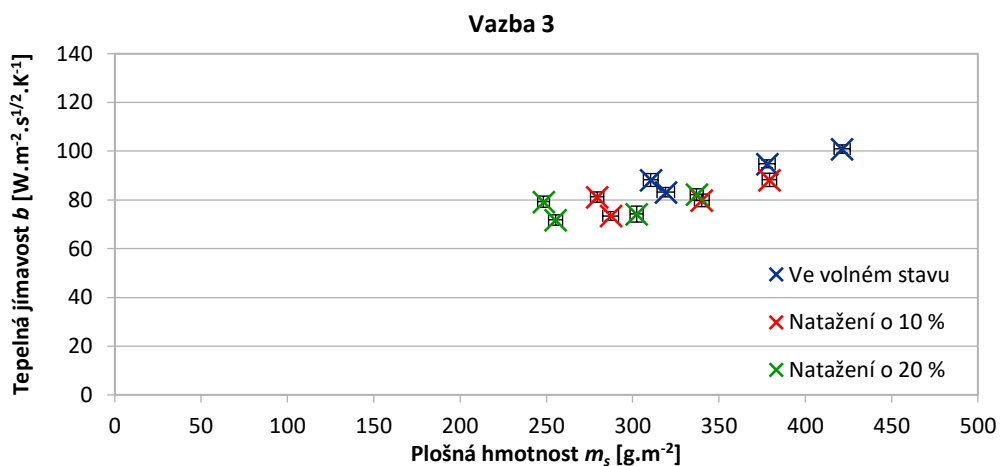
Graf 23 až Graf 25 zobrazuje tepelnou jímavost  $b$  jednotlivých vazeb pletenin ve všech stavech (volný stav, natažení o 10 % a 20 %) v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$ . Vazba 2 dosahuje v porovnání s vazbou 1 a vazbou 3 vyšších hodnot tepelné jímavosti, viz Graf 24. Je to dáno povrchovou strukturou vazby 2, která je „hladšího charakteru“ oproti kryté vazbě 1 a vazbě 3 s prostorově zvlněným povrchem daným použitím vícenásobných kliček. Vazba 2 by tedy měla být na omak pocit'ována nejchladněji.



Graf 23: Tepelná jímavost  $b$  [ $W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$ ] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $g \cdot m^{-2}$ ]

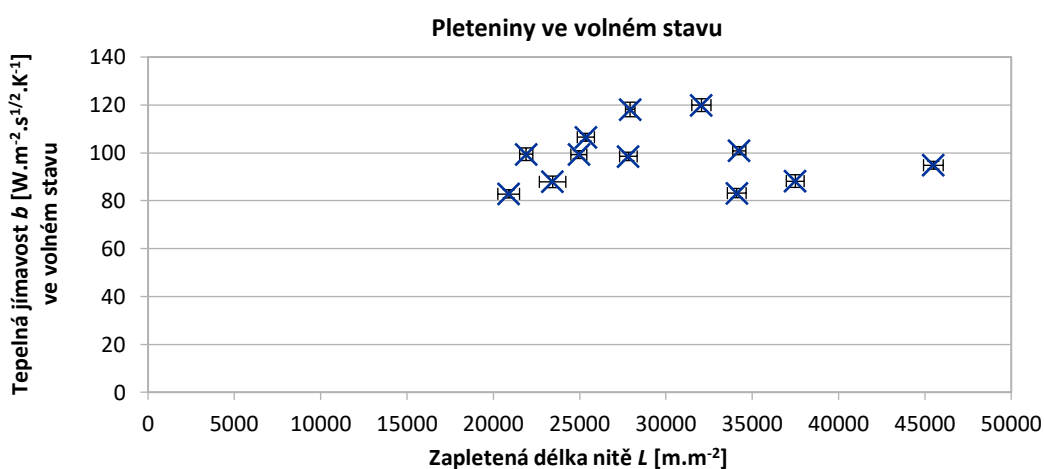


Graf 24: Tepelná jímavost  $b$  [ $W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$ ] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $g \cdot m^{-2}$ ]

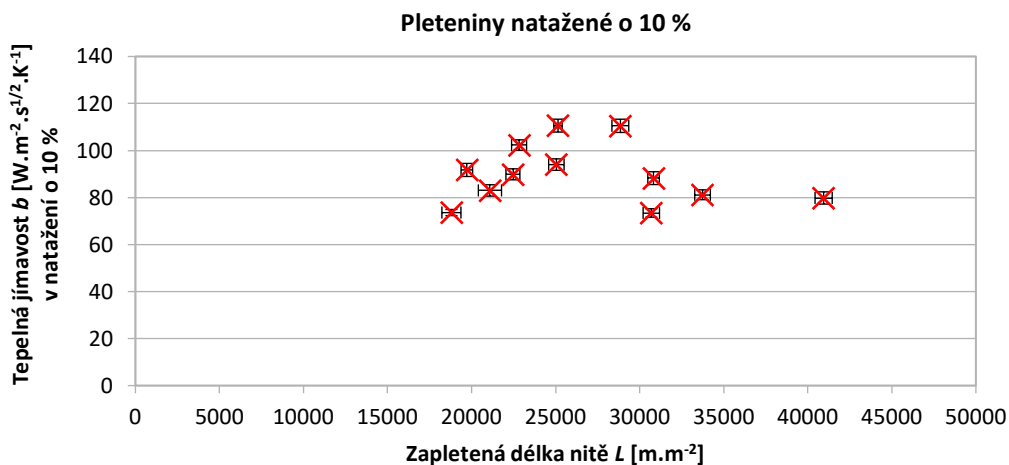


Graf 25: Tepelná jímavost  $b$  [ $\text{W.m}^{-2}.\text{s}^{1/2}.\text{K}^{-1}$ ] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g.m}^{-2}$ ]

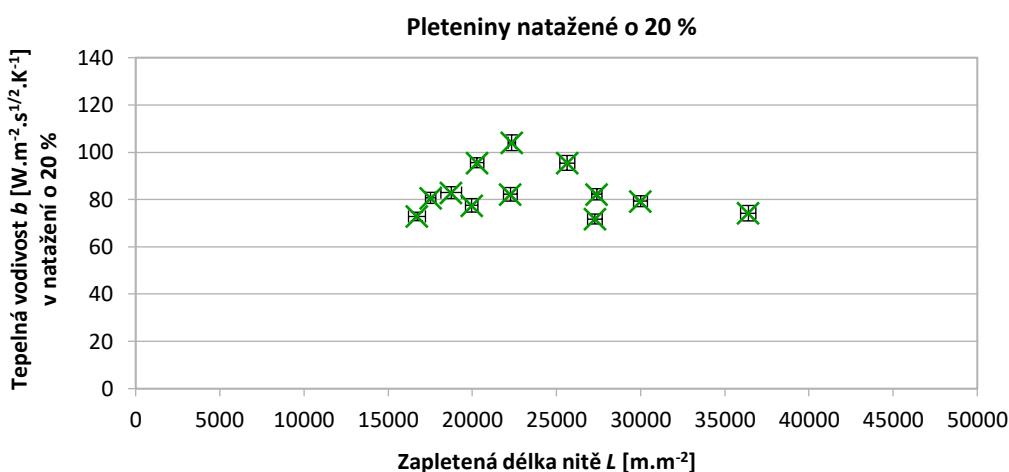
Graf 26 až Graf 28 ukazuje tepelnou jímavost  $b$  pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$ . Vazba 1 a vazba 3 dosahují podobných hodnot tepelné jímavosti  $b$  u jednotlivých materiálů, i přes to, že mají velmi rozdílnou povrchovou strukturu vazby a také výrazně odlišnou zapletenou délku nitě  $L$ . Vazba 1 má více otevřenou strukturu s větší pórovitostí. Vazba 3 má prostorově zvlněnou povrchovou strukturu danou použitím vícenásobných podložených klíčků, které způsobily také větší zapletenou délku nitě  $L$ . Tyto vazby by měly na omak působit v porovnání s vazbou 2 hřejivěji.



Graf 26: Tepelná jímavost  $b$  [ $\text{W.m}^{-2}.\text{s}^{1/2}.\text{K}^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [ $\text{m.m}^{-2}$ ]

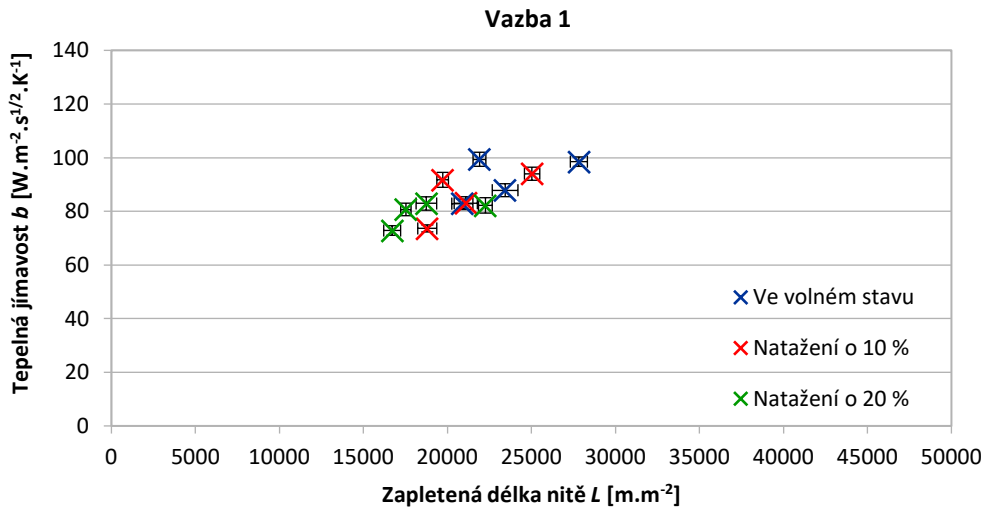


Graf 27: Tepelná jímavost  $b$  [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 10 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [ $m.m^{-2}$ ]

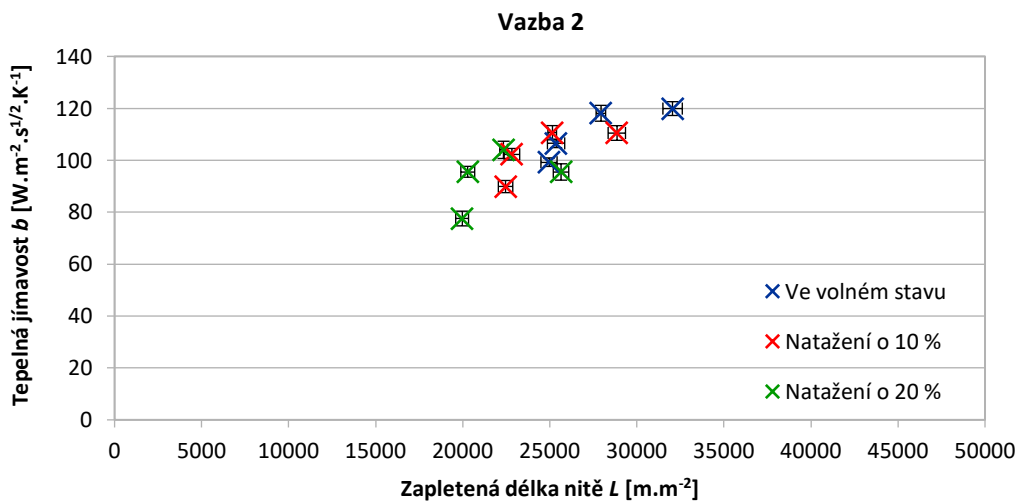


Graf 28: Tepelná jímavost  $b$  [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin natažených o 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [ $m.m^{-2}$ ]

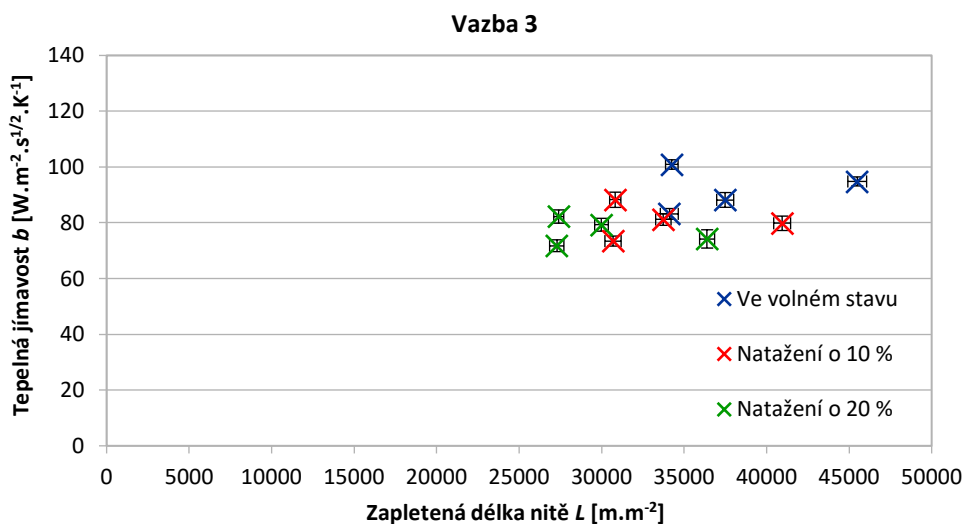
Graf 29 až Graf 31 zobrazuje tepelnou jímavost  $b$  jednotlivých vazeb pletenin ve všech stavech (volný stav, natažení o 10 % a 20 %) v závislosti na zapletené délce nitě  $L$ . Při sledování vlivu délkového materiálu na tepelnou jímavost  $b$ , lze konstatovat, že vazba 1, vazba 2 i vazba 3 z polyesteru PES (CM) s vlákny s obláčkovým tvarem průřezu má v porovnání s jednotlivými vazbami ostatních materiálů (polyesteru s dutými vlákny v kombinaci s vlákny s obláčkovým průřezem PES (TH) a také materiály PA 6.6 a WO+PES) nižší tepelnou jímavost  $b$ .



Graf 29: Tepelná jímavost  $b$  [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [ $m.m^{-2}$ ]



Graf 30: Tepelná jímavost  $b$  [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [ $m.m^{-2}$ ]



Graf 31: Tepelná jímavost  $b$  [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [ $m.m^{-2}$ ]

## 7.2 Vyhodnocení výsledků měření z přístroje PERMETEST

Na přístroji PERMETEST byla měřena relativní paropropustnost  $p$  a výparný odpor  $R_{et}$  12 vzorků pletenin. Vzorky byly nejprve měřeny ve volném stavu a následně natažené o 10 % a 20 % pomocí rámečku, viz Obrázek 76. Všechny vzorky pletenin se před měřením klimatizovaly dle normy ČSN EN 20139. Průměrné hodnoty relativní paropropustnosti  $p$  a výparného odporu  $R_{et}$  pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % jsou uvedeny v tabulkách, viz Příloha B PERMETEST.

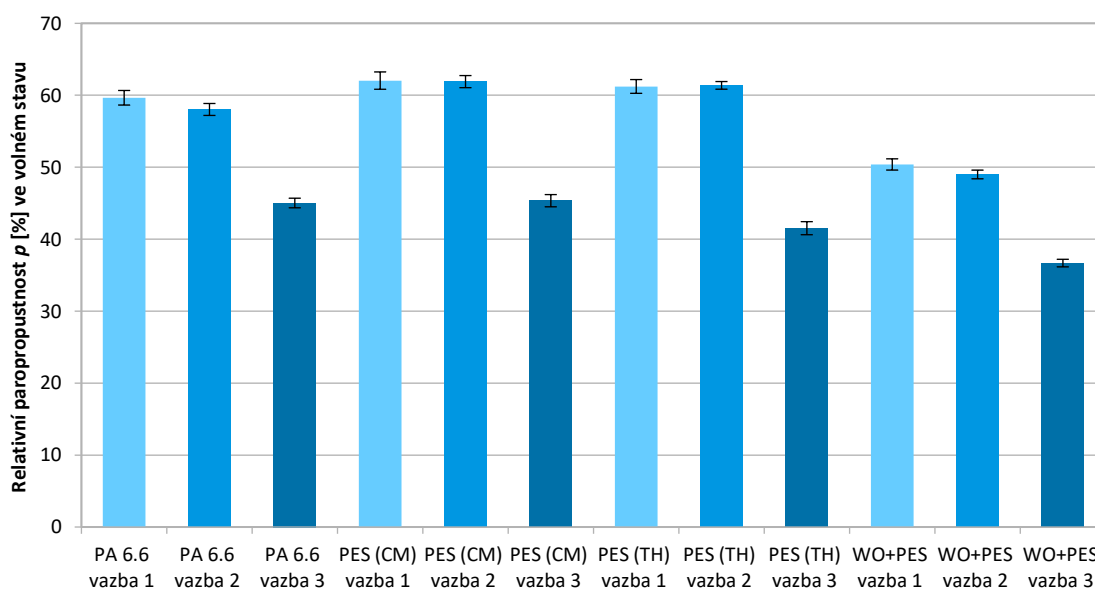
### 7.2.1 Relativní paropropustnost

Graf 32 uvádí hodnoty relativní paropropustnosti  $p$  vzorků pletenin měřených ve volném stavu bez napnutí. Tyto hodnoty jsou průměrem z 10 měření každého vzorku pleteniny.

Z grafu lze pozorovat, že na relativní paropropustnost  $p$  má výrazný vliv konstrukce vazby. Vazba 1 a vazba 2 mají u všech materiálů výrazně vyšší relativní paropropustnost  $p$  než vazba 3. Nižší relativní paropropustnost vazby 3 je dána použitím vícenásobných podložených kliček ve vazbě, které vytváří prostorově zvlněný povrch pleteniny. Vazba 1 a vazba 2 dosahuje u jednotlivých materiálů vyrovnaných výsledků, jejich konfidenční intervaly se překrývají.



Projevil se také vliv druhu použitého délkového materiálu na relativní paropropustnost  $p$ . Nejvyšší relativní paropropustnost  $p$ , mají vzorky vyrobené z polyesteru, a to PES (CM) vazba 1 a vazba 2 a PES (TH) vazba 1 a vazba 2, jejichž konfidenční intervaly se překrývají. Rozdílnost tvaru profilu vláken PES (CM) a PES (TH) se zde neprojevila. Nepatrně nižší relativní paropropustnost  $p$  mají vzorky vyrobené z polyamidu 6.6 a to PA 6.6 vazba 1 a vazba 2. U materiálu z vlny s příměsí polyesteru WO+PES mají vazba 1 a vazba 2 výrazně nižší relativní paropropustnost  $p$  než je tomu u ostatních tří syntetických materiálů. Přesto však vazba 1 a vazba 2 materiálu WO+PES má vyšší relativní paropropustnost  $p$  než vazba 3 syntetických materiálů. Zcela nejnižší relativní paropropustnost  $p$  má vazba 3 materiálu WO+PES.

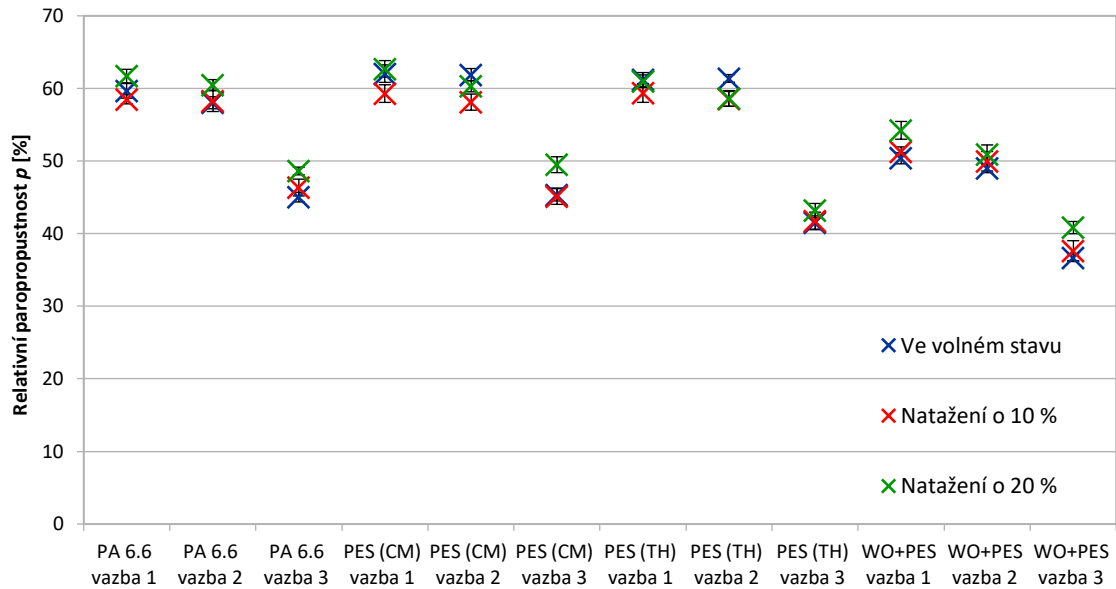


*Graf 32: Relativní paropropustnost  $p$  [%] pletenin ve volném stavu*

Graf 33 uvádí hodnoty relativní paropropustnosti  $p$  12 vzorků pletenin ve volném stavu, v natažení o 10 % a 20 %. Tyto hodnoty jsou průměrem z 10 měření každého vzorku pleteniny v každém stavu.

S natažením vzorků o 10 % u některých pletenin klesla relativní paropropustnost  $p$ , nedocházelo tedy ke zvětšení pórů pleteniny, ale spíše k její kompaktnosti. S natažením vzorků o 20 % u většiny pletenin relativní paropropustnost  $p$  vzrostla, je to způsobeno snížením hustoty sloupků a zvětšením pórů ve struktuře. Pouze u vzorků vyrobených z vlny s příměsí polyesteru WO+PES platilo, že čím bylo větší natažení, tím se zvýšila také relativní paropropustnost  $p$ . Při natažení pletenin o 20 % bylo

zvýšení relativní paropropustnosti  $p$  nejvíce patrné u vazeb 3 s vícenásobnými podloženými kličkami.



Graf 33: Relativní paropropustnost  $p$  [%] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %

Pro ověření, zda se výsledky měření relativní paropropustnosti  $p$  ve volném stavu pletenin významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 10 % a 20 %, byl proveden Studentův T-test. Tabulka 9 uvádí  $p$ -hodnoty ( $p$ -value) testu. Pro barevně zvýrazněné  $p$ -hodnoty v tabulce platí:  $p > \alpha$  (výsledek je statisticky nevýznamný). Pro ostatní  $p$ -hodnoty platí  $p \leq \alpha$  (data se liší). Hladina významnosti je  $\alpha = 0,05$ . Z tabulky vyplývá, že výsledky měření relativní paropropustnosti  $p$  pletenin ve volném stavu se u některých vzorků významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 10 %. Výsledky měření pletenin ve volném stavu se také u některých vzorků významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 20 %.

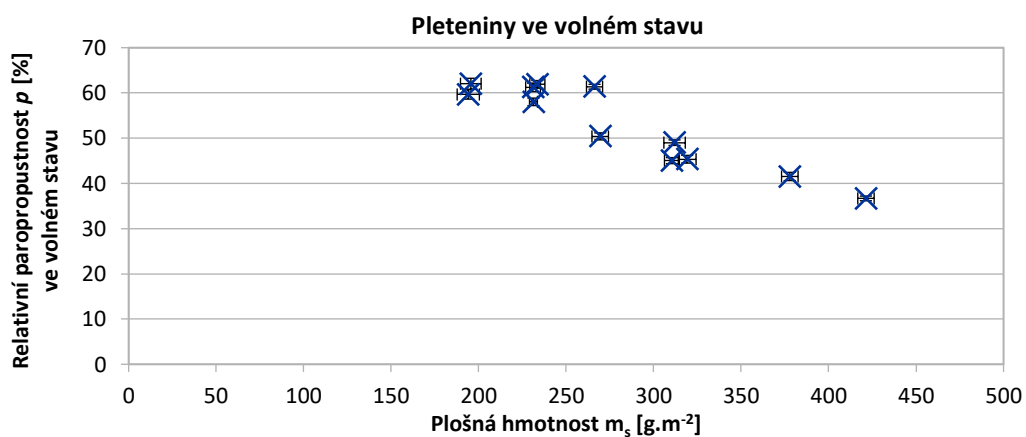
Tabulka 9: P-hodnoty (p-value) relativní paropropustnosti  $p$

T-test	Relativní paropropustnost $p$ [%] volný stav - natažení 10 %	Relativní paropropustnost $p$ [%] volný stav - natažení 20 %
PA 6.6 vazba 1	0,043	0,004
PA 6.6 vazba 2	0,768	0,000
PA 6.6 vazba 3	0,042	0,000
PES (CM) vazba 1	0,002	0,378
PES (CM) vazba 2	0,000	0,005
PES (CM) vazba 3	0,765	0,000
PES (TH) vazba 1	0,019	0,679
PES (TH) vazba 2	0,000	0,000
PES (TH) vazba 3	0,746	0,011
WO+PES vazba 1	0,061	0,000
WO+PES vazba 2	0,161	0,161
WO+PES vazba 3	0,163	0,000

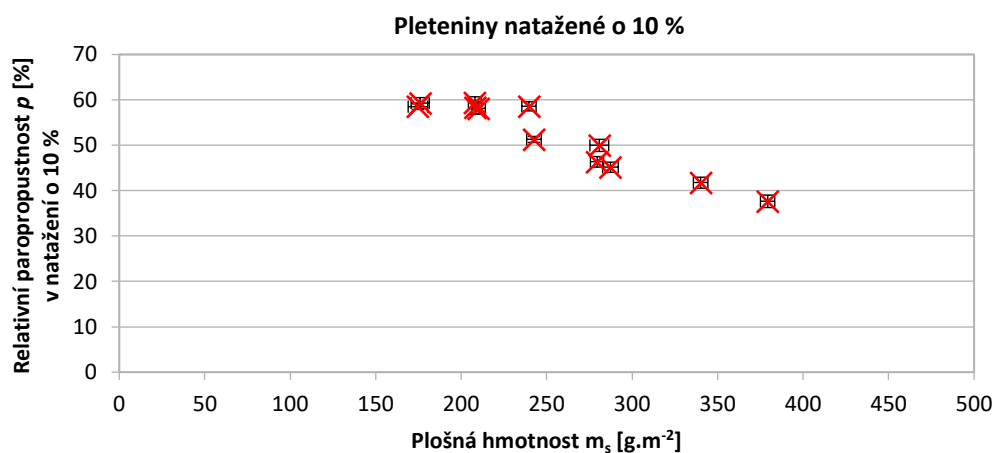
Následně byla testována závislost relativní paropropustnosti  $p$  pletenin ve volném stavu a natažených o 10 % a 20 % na plošné hmotnosti  $m_s$  a na zapletené délce nitě  $L$ .

Hodnoty plošné hmotnosti  $m_s$  a zapletené délky nitě  $L$  byly spočítány pro každý stav pleteniny (volný stav, natažení o 10 %, natažení o 20 %).

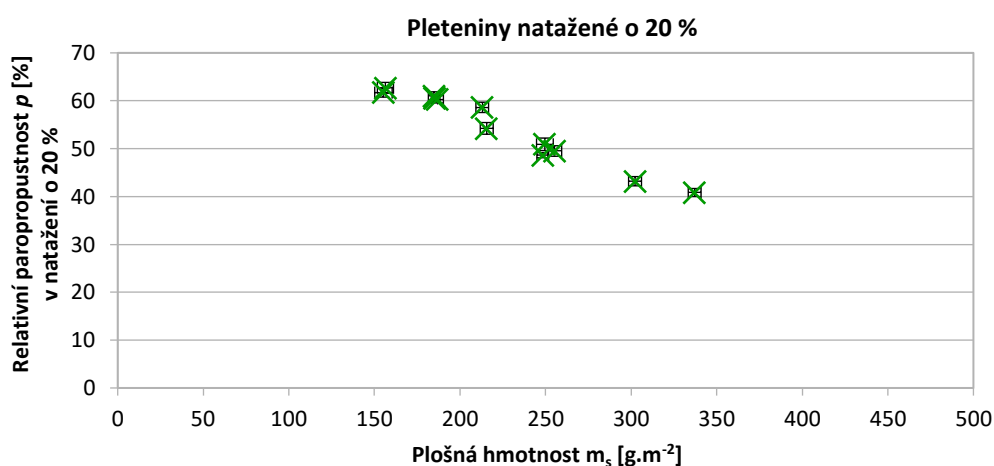
Graf 34 až Graf 36 ukazuje relativní paropropustnost  $p$  pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$ . Se zvyšující se plošnou hmotností  $m_s$  klesá relativní paropropustnost  $p$  pletenin.



Graf 34: Relativní paropropustnost  $p$  [%] pletenin ve volném stavu v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [g.m<sup>-2</sup>]

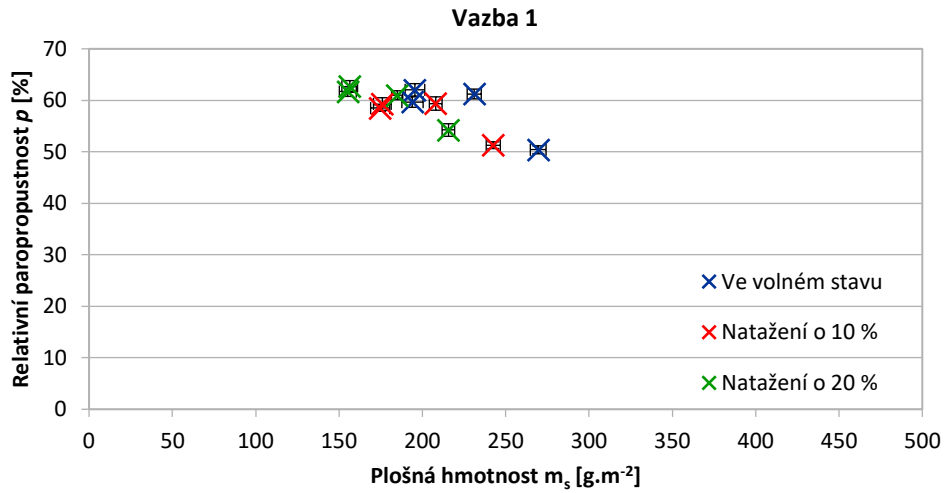


Graf 35: Relativní paropropustnost  $p$  [%] pletenin natažených o 10 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

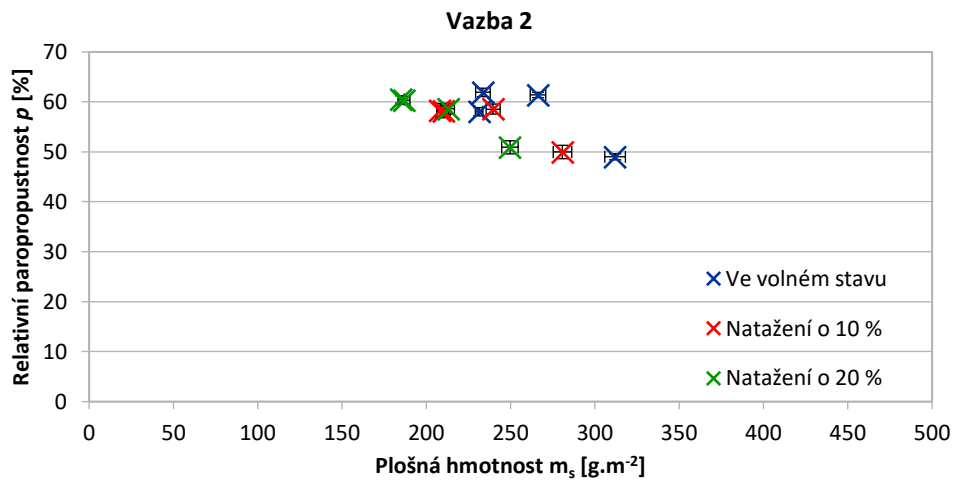


Graf 36: Relativní paropropustnost  $p$  [%] pletenin natažených o 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

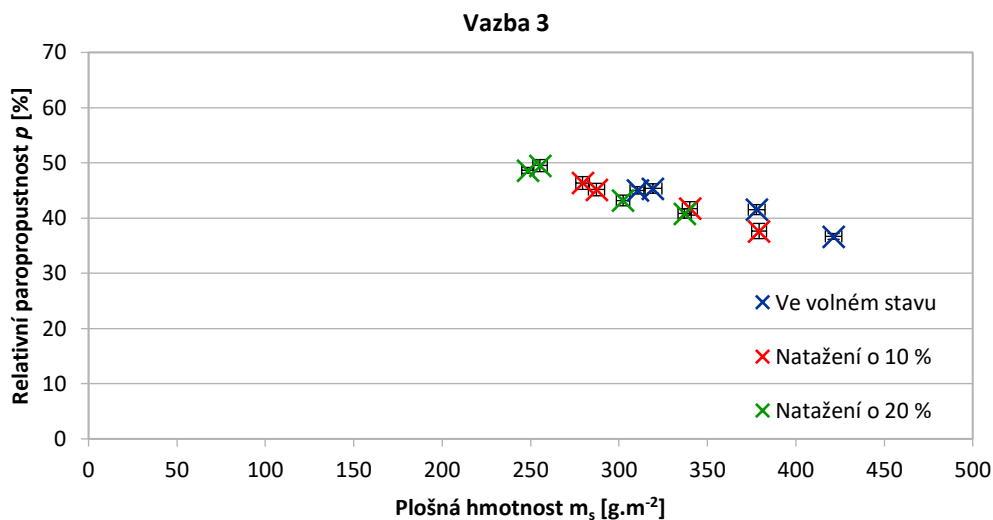
Graf 37 až Graf 39 zobrazuje relativní paropropustnost  $p$  jednotlivých vazeb pletenin ve všech stavech (volný stav, natažení o 10 % a 20 %) v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$ . Vazba 1 a vazba 2 dosahují podobných hodnot relativní paropropustnosti  $p$ . Vazba 3 s větší plošnou hmotností  $m_s$  danou vícenásobnými podloženými kličkami má menší relativní paropropustnost  $p$ .



*Graf 37: Relativní paropropustnost  $p$  [%] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]*

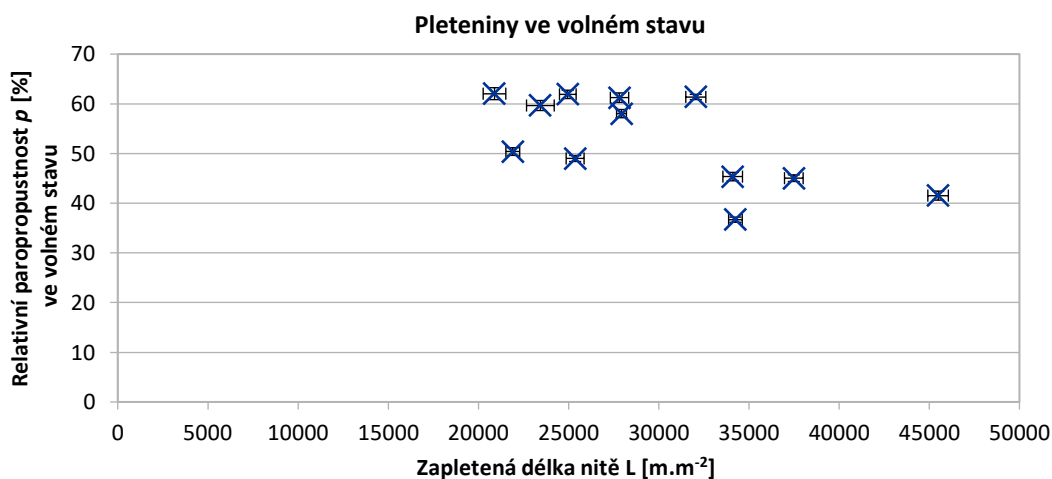


*Graf 38: Relativní paropropustnost  $p$  [%] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]*

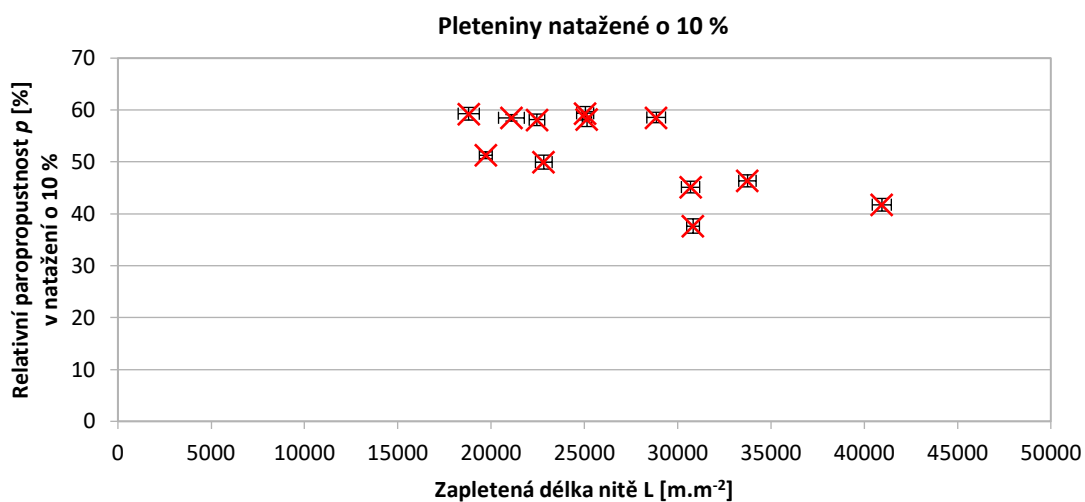


Graf 39: Relativní paropropustnost  $p$  [%] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $g \cdot m^{-2}$ ]

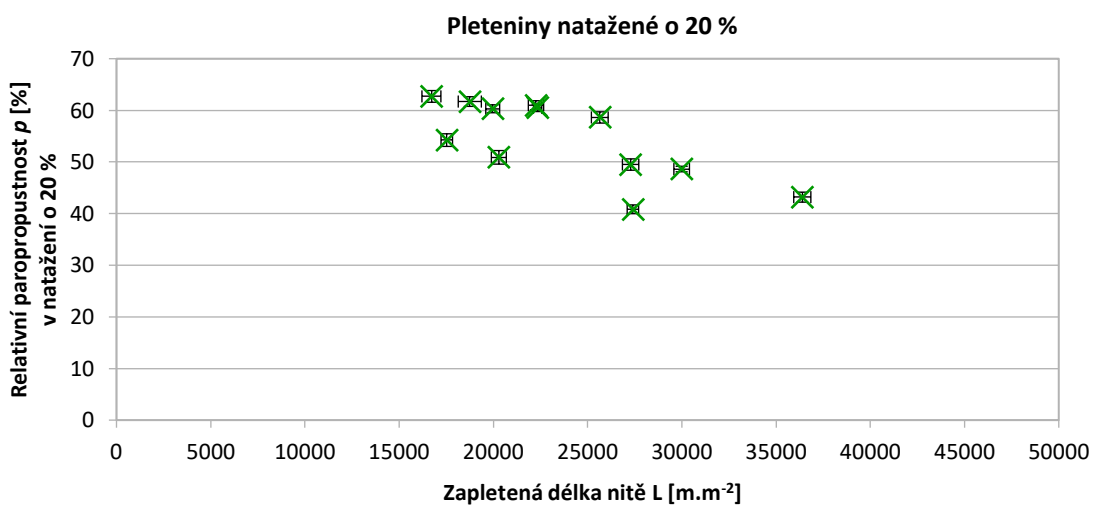
Graf 40 až Graf 42 ukazuje relativní paropropustnost  $p$  pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$ . Vazba 1 (krytá) a vazba 2 (s podloženými kličkami) dosahují podobných hodnot relativní paropropustnosti  $p$  i přes odlišnou zapletenou délku nitě.



Graf 40: Relativní paropropustnost  $p$  [%] pletenin ve volném stavu v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [ $m \cdot m^{-2}$ ]

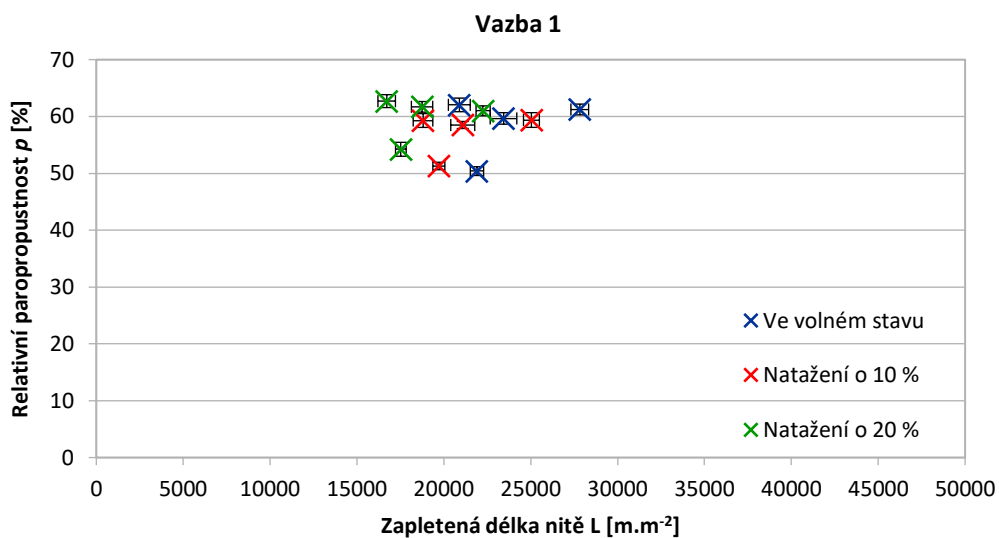


Graf 41: Relativní paropropustnost  $p$  [%] pletenin natažených o 10 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [m.m<sup>2</sup>]

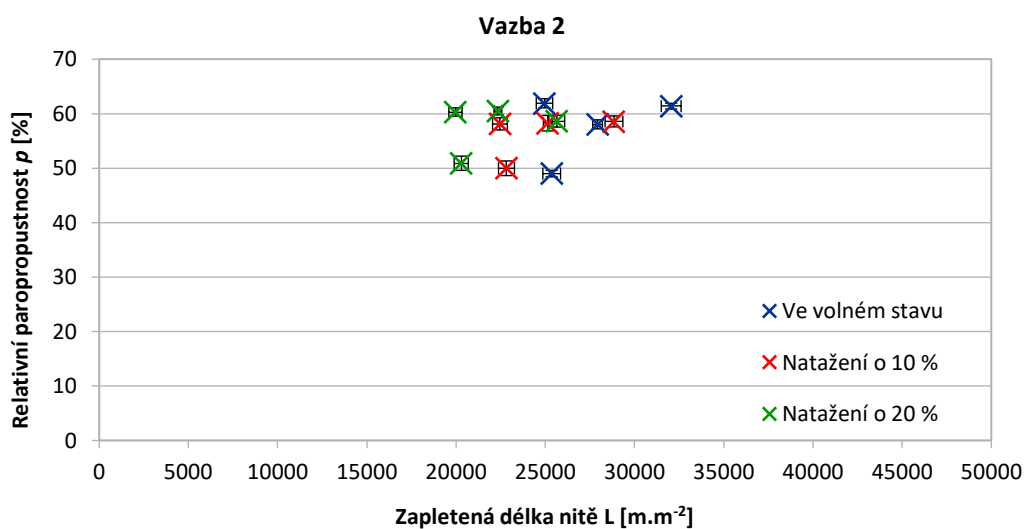


Graf 42: Relativní paropropustnost  $p$  [%] pletenin natažených o 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [m.m<sup>2</sup>]

Graf 43 až Graf 45 zobrazuje relativní paropropustnost  $p$  jednotlivých vazeb pletenin ve všech stavech (volný stav, natažení o 10 % a 20 %) v závislosti na zapletené délce nitě  $L$ . Vazba 3 s větší zapletenou délkou nitě danou použitím vícenásobných podložených kliček má nižší relativní paropropustnost  $p$  než vazba 1 a vazba 2.

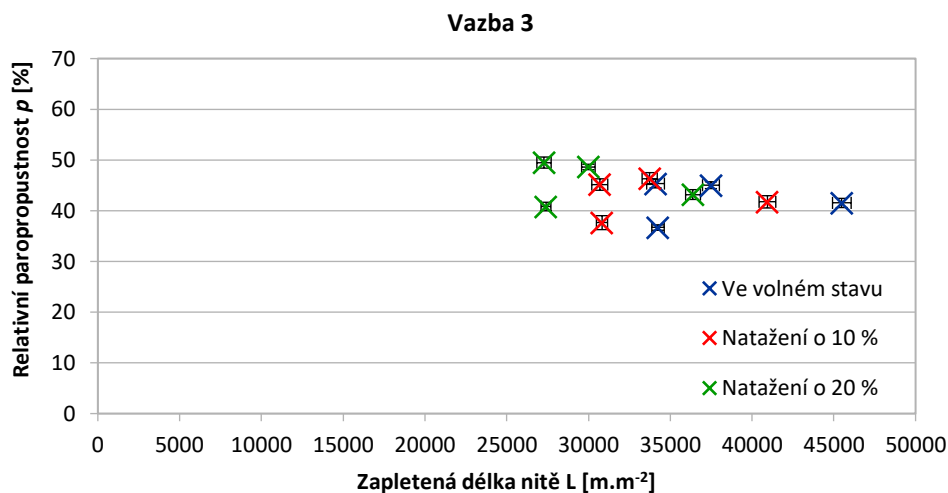


Graf 43: Relativní paropropustnost  $p$  [%] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [m.m<sup>2</sup>]



Graf 44: Relativní paropropustnost  $p$  [%] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [m.m<sup>2</sup>]





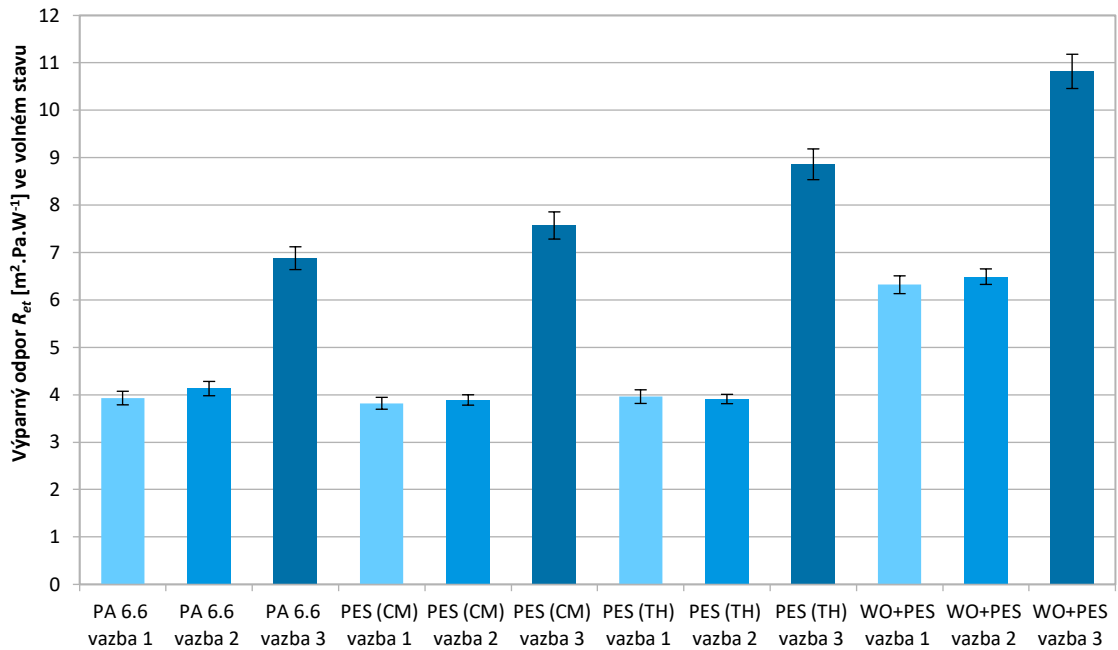
*Graf 45: Relativní paropropustnost  $p$  [%] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [m.m<sup>2</sup>]*

### 7.2.2 Výparný odpor

Graf 46 uvádí hodnoty výparného odporu vzorků pletenin měřených ve volném stavu bez napnutí. Tyto hodnoty jsou průměrem z 10 měření každého vzorku pleteniny.

Při sledování vlivu vazby, lze z grafu pozorovat, že vazba 3 má u všech materiálů výrazně vyšší výparný odpor  $R_{et}$  než vazba 1 a vazba 2. Je to dáno konstrukcí vazby 3 obsahující vícenásobné podložené kličky, které způsobují prostorově zvlněný povrch pleteniny. Nejvyšší výparný odpor  $R_{et}$  má vazba 3 materiálu WO+PES. Vazba 1 a vazba 2 dosahují u jednotlivých materiálů vyrovnaných hodnot, jejich konfidenční intervaly se překrývají. Vazba 1 a vazba 2 vyrobená z vlny s příměsí polyesteru WO+PES má výrazně vyšší výparný odpor  $R_{et}$  než vazba 1 a vazba 2 ostatních tří syntetických materiálů, které mají vyrovnané hodnoty. Vazba 1 a vazba 2 materiálu WO+PES má však nižší výparný odpor  $R_{et}$  než vazba 3 všech materiálů.

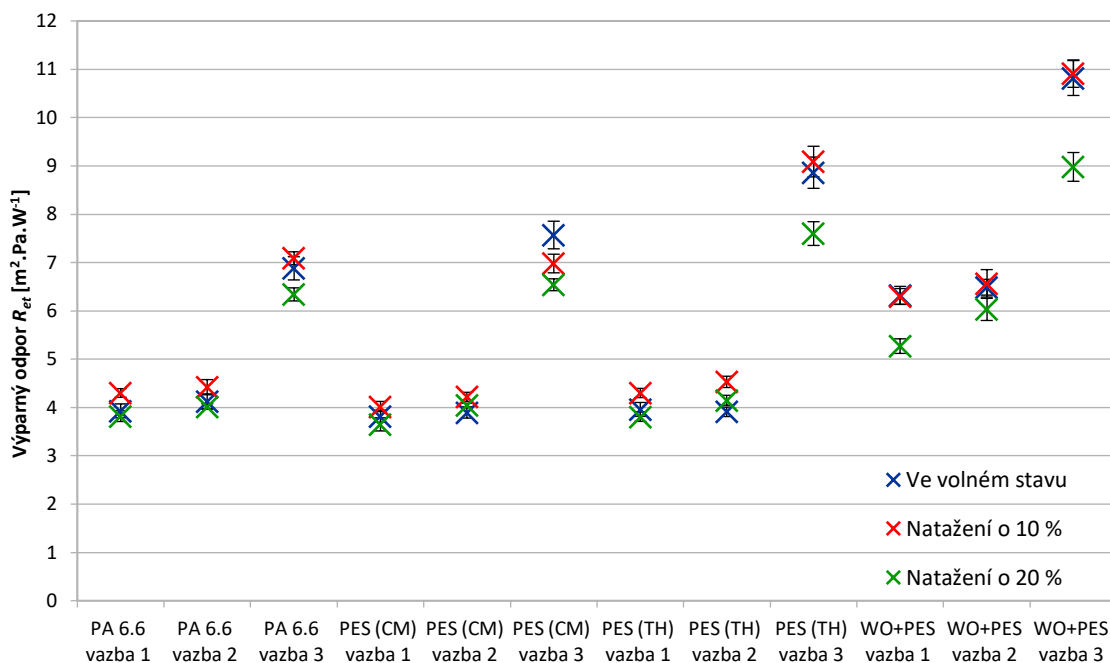
Vazba 1 a vazba 2 vyrobené ze syntetických materiálů PA 6.6, PES (CM) a PES (TH) dosahují vyrovnaných výsledků nezávisle na rozdílném tvaru profilu vláken.



Graf 46: Výparný odpor  $R_{et}$  [ $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu

Graf 47 uvádí hodnoty výparného odporu  $R_{et}$  12 vzorků pletenin ve volném stavu, v natažení o 10 % a 20 %. Tyto hodnoty jsou průměrem z 10 měření každého vzorku pleteniny.

S natažením vzorků o 10 % u většiny pletenin vzrostl výparný odpor  $R_{et}$ , nedocházelo tedy ke zvětšení pórů pleteniny, ale spíše k její kompaktnosti. S natažením vzorků o 20 % u většiny pletenin výparný odpor  $R_{et}$  klesl, je to způsobeno snížením hustoty sloupků a zvětšením pórů ve struktuře. Nejvíce patrná je tato změna u vazby 3.



Graf 47: Výparný odpor  $R_{et}$  [ $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %

Pro ověření, zda se výsledky měření výparného odporu  $R_{et}$  ve volném stavu pletenin významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 10 % a 20 %, byl proveden Studentův T-test. Tabulka 10 uvádí p-hodnoty (p-value) testu. Pro barevně zvýrazněné p-hodnoty v tabulce platí:  $p > \alpha$  (výsledek je statisticky nevýznamný). Pro ostatní p-hodnoty platí  $p \leq \alpha$  (data se liší). Hladina významnosti je  $\alpha = 0,05$ . Z tabulky vyplývá, že výsledky měření výparného odporu  $R_{et}$  pletenin ve volném stavu se u některých vzorků významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 10 %. Výsledky měření pletenin ve volném stavu se také u některých vzorků významně liší od výsledků měření pletenin natažených o 20 %.

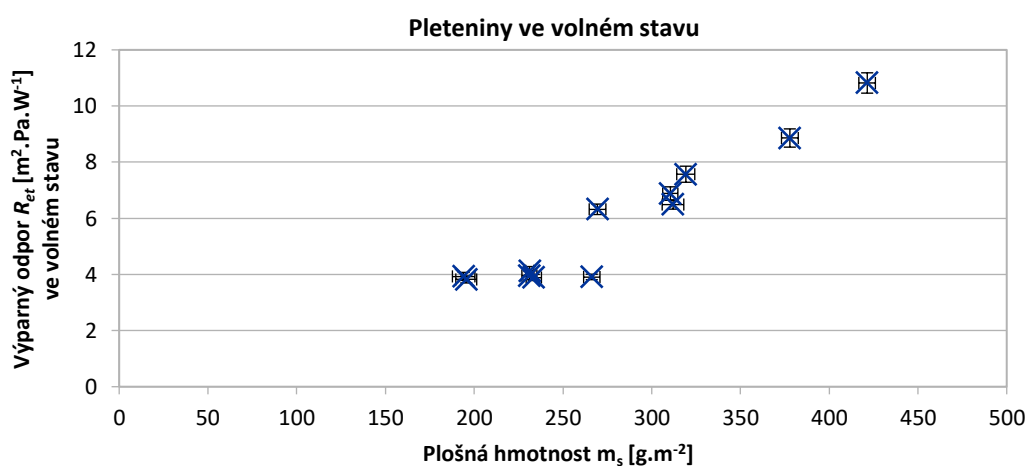
Tabulka 10: P-hodnoty (*p-value*) výparného odporu  $R_{et}$

T-test	Výparný odpor $R_{et}$ [Pa.m <sup>2</sup> .W <sup>-1</sup> ] volný stav - natažení 10 %	Výparný odpor $R_{et}$ [Pa.m <sup>2</sup> .W <sup>-1</sup> ] volný stav - natažení 20 %
PA 6.6 vazba 1	0,000	0,187
PA 6.6 vazba 2	0,008	0,150
PA 6.6 vazba 3	0,106	0,001
PES (CM) vazba 1	0,013	0,052
PES (CM) vazba 2	0,000	0,009
PES (CM) vazba 3	0,001	0,000
PES (TH) vazba 1	0,000	0,069
PES (TH) vazba 2	0,000	0,001
PES (TH) vazba 3	0,266	0,000
WO+PES vazba 1	0,857	0,000
WO+PES vazba 2	0,589	0,002
WO+PES vazba 3	0,663	0,000

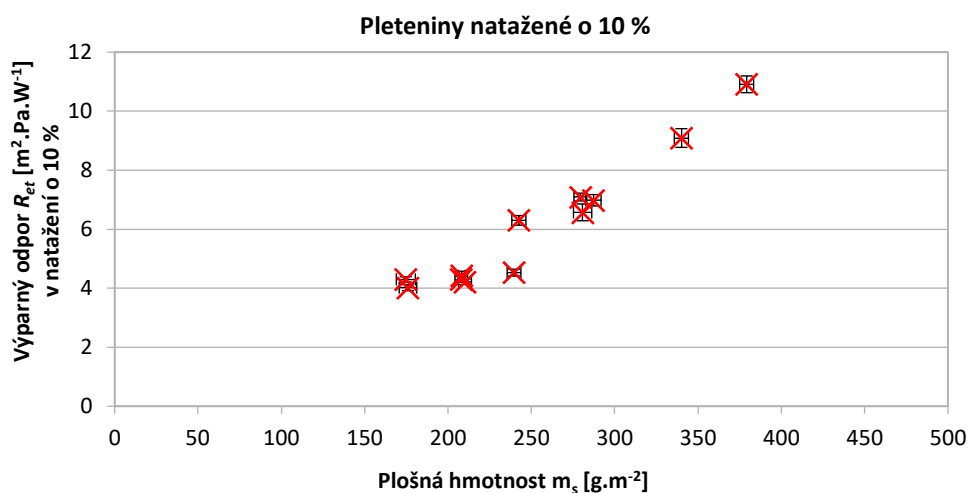
Následně byla testována závislost výparného odporu  $R_{et}$  pletenin ve volném stavu a natažených o 10 % a 20 % na plošné hmotnosti  $m_s$  a na zapletené délce nitě  $L$ .

Hodnoty plošné hmotnosti  $m_s$  a zapletené délky nitě  $L$  byly spočítány pro každý stav pleteniny (volný stav, natažení o 10 %, natažení o 20 %).

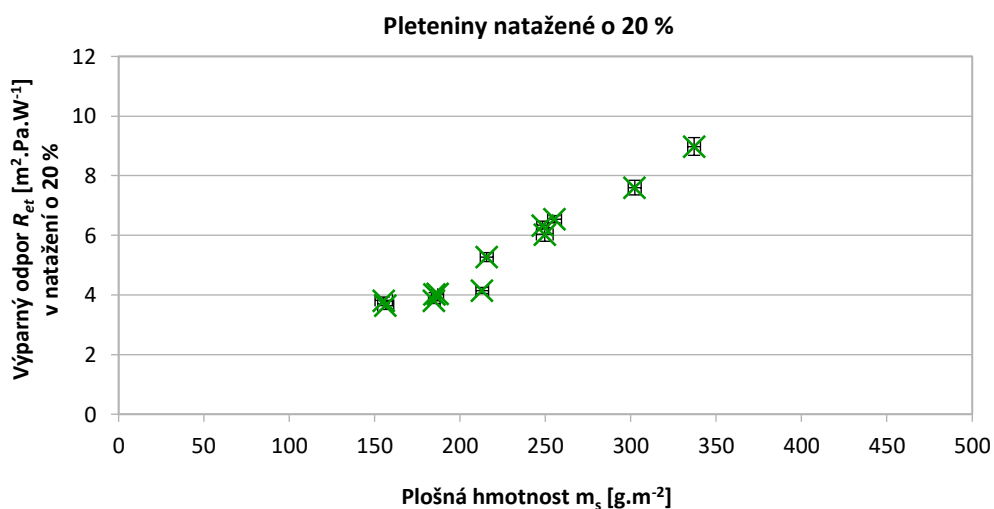
Graf 48 až Graf 50 ukazuje výparný odpor  $R_{et}$  pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$ . Se zvyšující se plošnou hmotností  $m_s$ , roste výparný odpor  $R_{et}$  pletenin.



Graf 48: Výparný odpor  $R_{et}$  [m<sup>2</sup>.Pa.W<sup>-1</sup>] pletenin ve volném stavu v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [g.m<sup>-2</sup>]

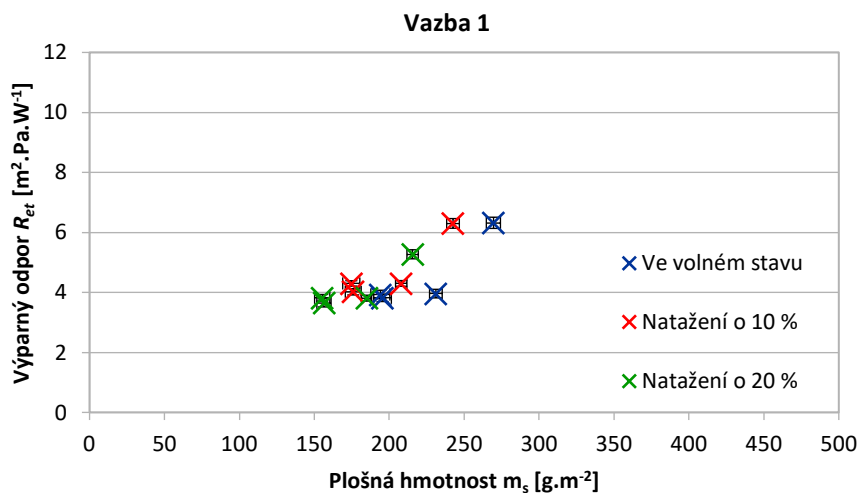


Graf 49: Výparný odpor  $R_{et}$  [ $\text{m}^2\cdot\text{Pa}\cdot\text{W}^{-1}$ ] pletenin natažených o 10 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

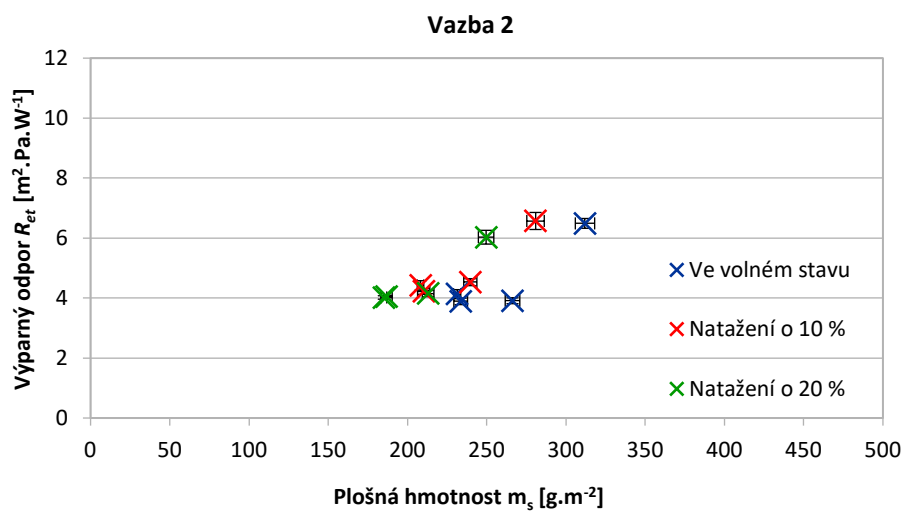


Graf 50: Výparný odpor  $R_{et}$  [ $\text{m}^2\cdot\text{Pa}\cdot\text{W}^{-1}$ ] pletenin natažených o 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

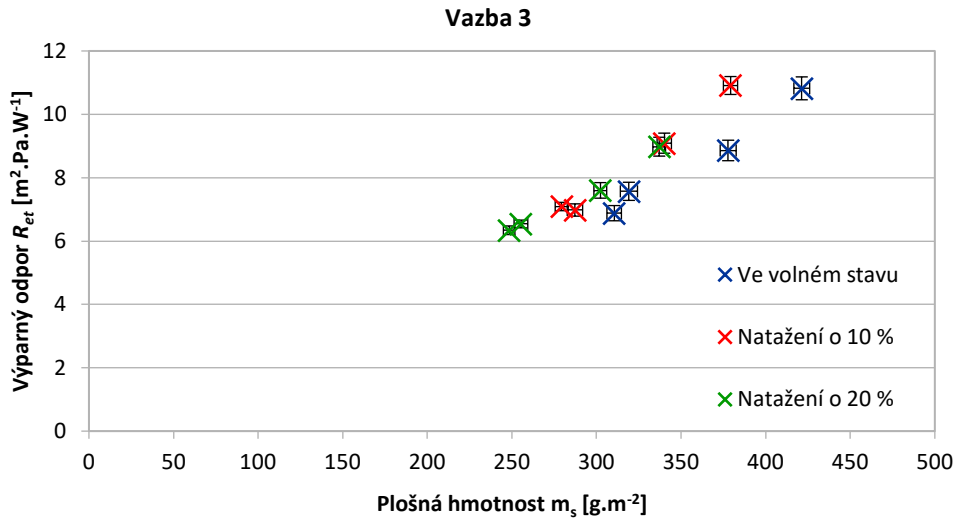
Graf 51 až Graf 53 zobrazuje výparný odpor  $R_{et}$  jednotlivých vazeb pletenin ve všech stavech (volný stav, natažení o 10 % a 20 %) v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$ . Výparný odpor  $R_{et}$  roste se zvyšující se plošnou hmotností, která je v případě vazby 3 docílena použitím vícenásobných podložených klíčků ve vazbě. Na výparný odpor  $R_{et}$  má vliv také druh použitého délkového materiálu. Vzorky vyrobené z vlny s příměsí polyesteru WO+PES mají vyšší výparný odpor  $R_{et}$ .



Graf 51: Výparný odpor  $R_{et}$  [ $\text{m}^2\cdot\text{Pa}\cdot\text{W}^{-1}$ ] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

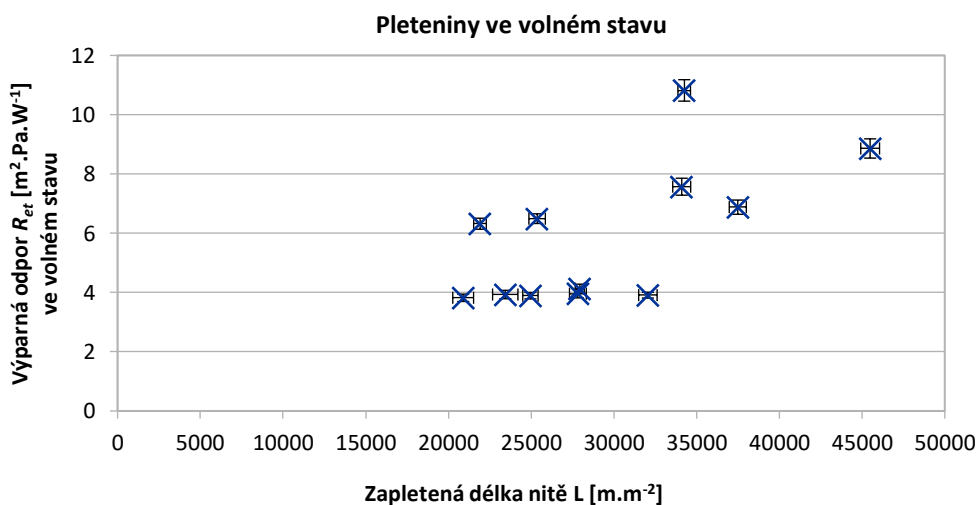


Graf 52: Výparný odpor  $R_{et}$  [ $\text{m}^2\cdot\text{Pa}\cdot\text{W}^{-1}$ ] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

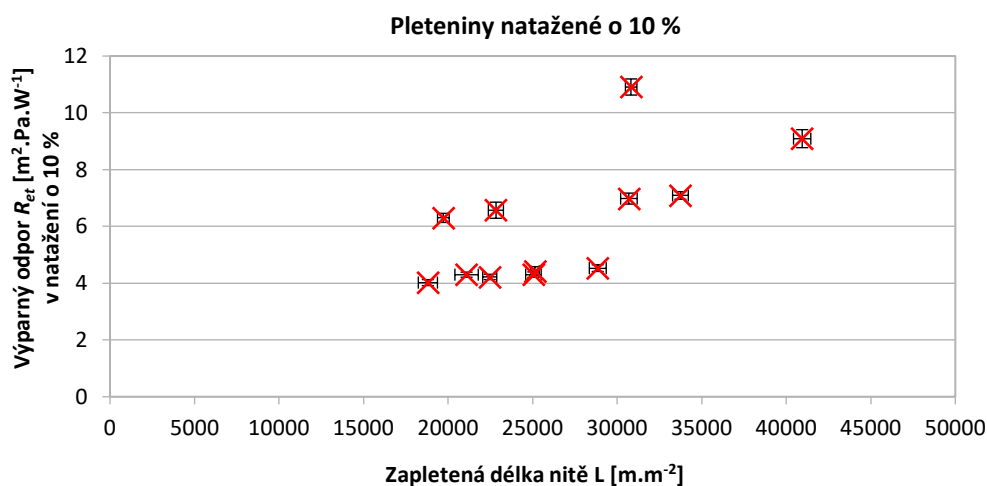


Graf 53: Výparný odpor  $R_{et}$  [ $\text{m}^2\cdot\text{Pa}\cdot\text{W}^{-1}$ ] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na plošné hmotnosti  $m_s$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

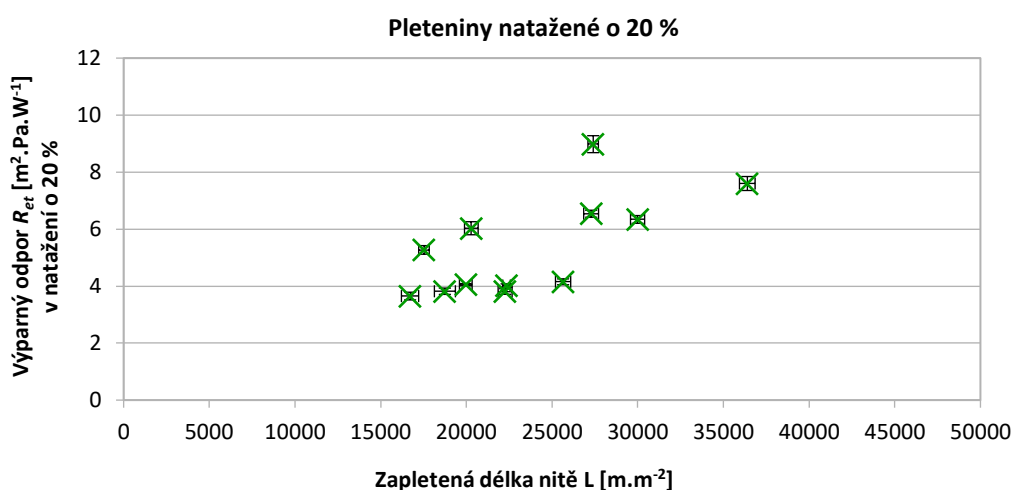
Graf 54 až Graf 56 ukazuje výparný odpor  $R_{et}$  pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě  $L$ . Vazba 1 a vazba 2 syntetických délkových materiálů dosahují nejnižších hodnot výparného odporu  $R_{et}$ . I přes rozdílnou zapletenou délku nitě dosahují vazba 1 a vazba 2 podobných hodnot výparného odporu  $R_{et}$ . Neprojevilo se zde ani vliv rozdílného profilu vláken z multifilů PA 6.6, PES (CM) a PES (TH).



Graf 54: Výparný odpor  $R_{et}$  [ $\text{m}^2\cdot\text{Pa}\cdot\text{W}^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu v závislosti na zapletené délce nitě  $L$  [ $\text{m}\cdot\text{m}^{-2}$ ]



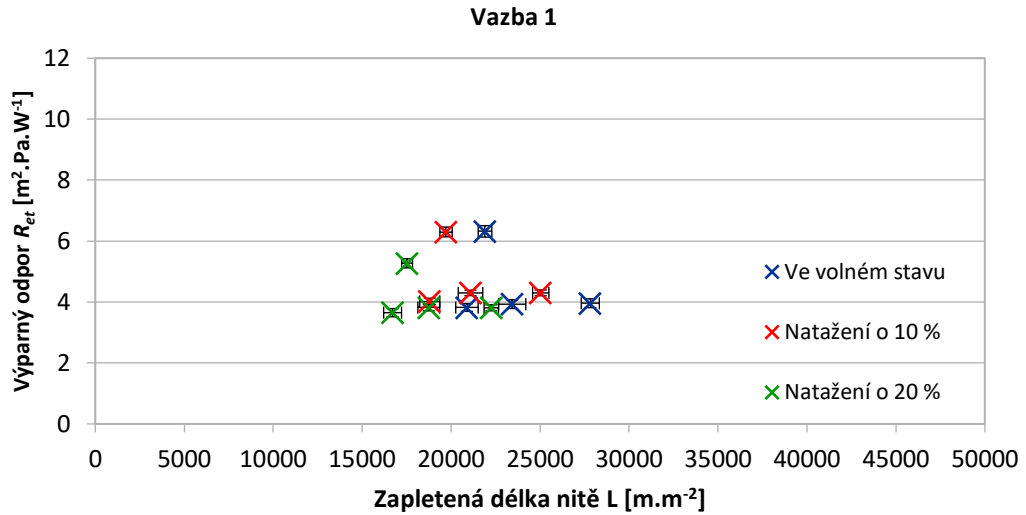
Graf 55: Výparný odpor  $R_{et}$  [m<sup>2</sup>.Pa.W<sup>-1</sup>] pletenin natažených o 10 % v závislosti na zapletené délce nitě L [m.m<sup>2</sup>]



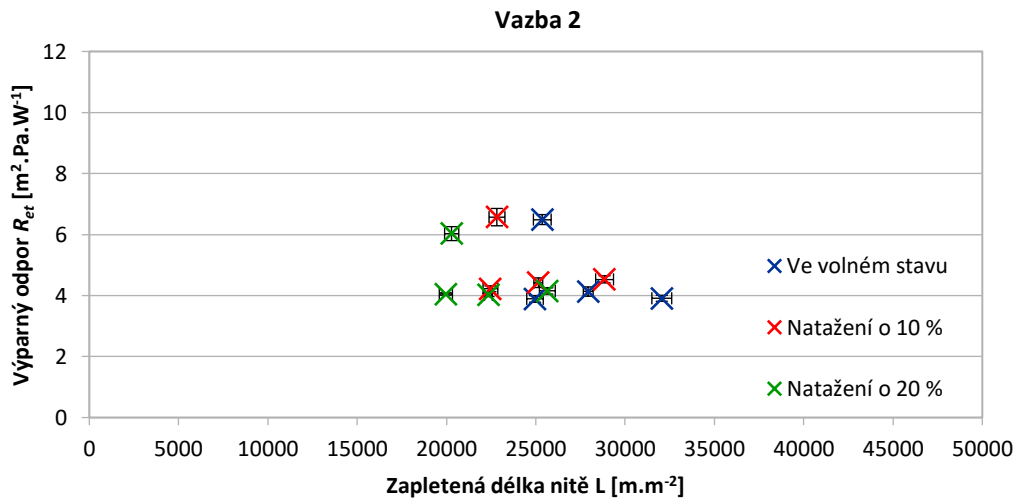
Graf 56: Výparný odpor  $R_{et}$  [m<sup>2</sup>.Pa.W<sup>-1</sup>] pletenin natažených o 20 % v závislosti na zapletené délce nitě L [m.m<sup>2</sup>]

Graf 57 až Graf 59 zobrazuje výparný odpor  $R_{et}$  jednotlivých vazeb pletenin ve všech stavech (volný stav, natažení o 10 % a 20 %) v závislosti na zapletené délce nitě L. Vazba 3 s větší zapletenou délkou nitě dosahuje vyšších hodnot výparného odporu  $R_{et}$  než vazba 1 a vazba 2.

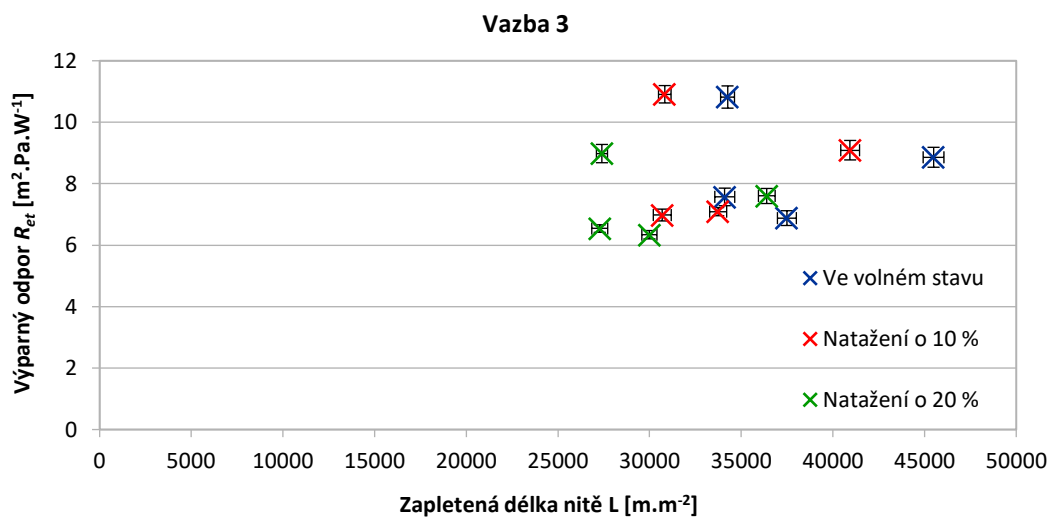




Graf 57: Výparný odpor  $R_{et}$  [ $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ ] vazby 1 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě L [ $m \cdot m^{-2}$ ]



Graf 58: Výparný odpor  $R_{et}$  [ $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ ] vazby 2 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě L [ $m \cdot m^{-2}$ ]



*Graf 59: Výparný odpor  $R_{et}$  [m<sup>2</sup>.Pa.W<sup>-1</sup>] vazby 3 pletenin PA 6.6, PES (CM), PES (TH) a WO+PES ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 % v závislosti na zapletené délce nitě L [m.m<sup>2</sup>]*

## 8 Možnosti sledování pórovitosti

Cílem této části diplomové práce bylo navrhnout možnosti sledování pórovitosti testovaných vazeb a zjistit za jakých podmínek je realizovatelné měření pórovitosti u testovaných pletenin.

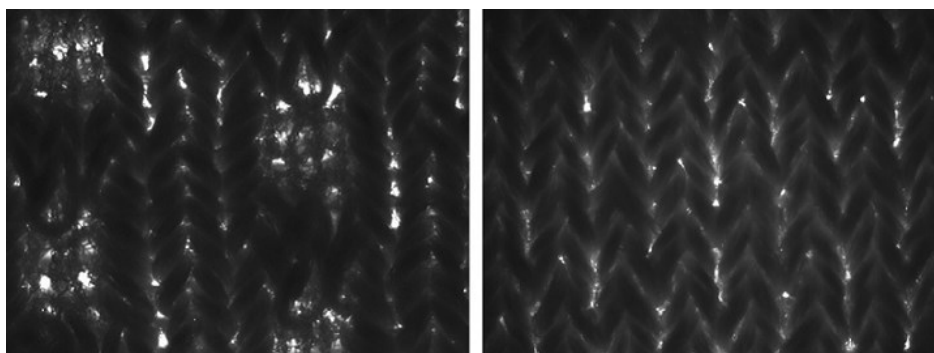
Pórovitost (nebo též porozita) je obsah pórů naplněných vzduchem v textilii. [97] Obsah pórů ve struktuře pleteniny ovlivňuje u seamless sportovního funkčního prádla například prodyšnost a transport vlhkosti.

Vazby byly měřeny natažené o 20 % ve směru řádků pleteniny, pomocí stejného rámečku, který byl používán pro měření natažených pletenin na přístroji ALAMBETA a PERMETEST, viz Obrázek 76. Natažení pletenin o 20 % ve směru řádků pleteniny bylo zvoleno dle doporučené konfekční přiléhavosti seamless sportovního funkčního prádla na těle nositele, která je právě 20 %. [96]

### 8.1 Podmínky měření

Měření pórovitosti vybraných testovaných vazeb je realizovatelné při spodním osvětlení vazeb na mikroskopu. Světlo má dostatečnou intenzitu k prosvícení pórů vazeb. Tímto způsobem je měření pórovitosti realizovatelné při natažení pletenin o 20 % ve směru řádků u vazby 1 (kryté vazby) a také u vazby 2 s podloženými kličkami, viz Obrázek 77. Vazbu 3, s prostorově zvlněným povrchem daným vícenásobnými podloženými kličkami ve vazbě, tímto způsobem měřit nelze.

V případě vazby 1 je měření pórovitosti při spodním osvětlení na mikroskopu realizovatelné i při natažení vazby o 10 % ve směru řádků a také ve volném stavu.



Obrázek 77: PES (CM) vazba 1 a vazba 2 natažené o 20 % s prosvětlenými póry

Před realizováním měření pórovitosti na mikroskopu se spodním osvitem byly provedeny pokusy o změření pórovitosti na makroskopu s osvitem vazeb shora.

Pro měření pórovitosti všech 3 testovaných vazeb je nevhodné měření pomocí makroskopu s osvitem shora. Vazby jsou zde osvětlené 2 zářivkami šikmo shora (z obou stran). Toto osvětlení způsobovalo při snímání vazeb s plastickou povrchovou strukturou stíny, které obrazová analýza vyhodnotila jako póry. Měřením pórovitosti tímto způsobem by tedy vznikaly zkreslené výsledky, protože by póry byly naměřeny i v místech, kde nejsou.

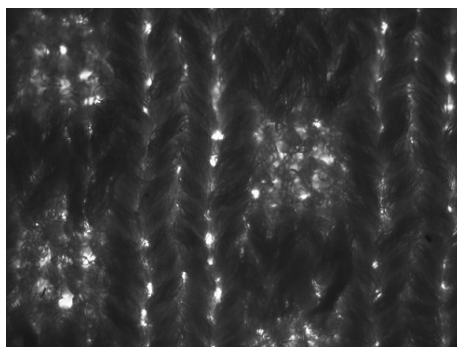
Byla provedena také varianta, kdy se jedna zářivka z makroskopu umístila pod rámeček s nataženou pleteninou (osvit z druhé zářivky se odklonil od vzorku). I tato varianta je však nevhodná pro měření pórovitosti vazeb, jelikož zářivka má vroubkované sklo vytvářející stíny, které zkreslují póry.

Pokud by tedy měl být pro měření použit makroskop, bylo by nutné podsvítit pleteninu bodovým světlem s mléčným sklem bez vroubkování a s dostatečnou intenzitou kvůli prosvícení pórů vzorku.

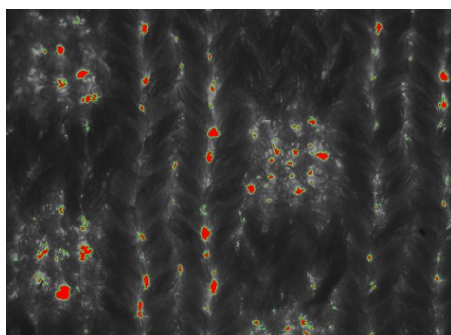
## **8.2 Realizace měření pórovitosti**

Pro realizaci navrženého měření pórovitosti pomocí mikroskopu se spodním osvitem byla vybrána vazba 1 (krytá vazba) dvou materiálů – PA 6.6 a PES (CM), aby bylo možné porovnat výsledky měření. Vazby byly měřeny natažené o 20 % ve směru řádků.

Vzorky pletenin se před měřením klimatizovaly dle normy ČSN EN 20139 Normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení. Měření pórovitosti se řídí dle interní normy IN 23-107-01/01 Plošné zakrytí tkanin (princip měření je stejný i pro pleteniny). [98] K měření se používá počítač s obrazovou analýzou NIS-ELEMENTS. Proveďte se kalibrace obrazu, nastaví se snímání kamery a intenzita spodního osvitu, naprahováním (segmentací) se provede převedení barevného obrazu do binárního, aby došlo k oddělení plochy prosvětlené, a zakryté multifily – definuje se, co jsou póry a dále se provede nastavení příznaků měření, aby se změřila plocha pórů. Vzájemný poměr plochy pórů a plochy obrazu udává plošnou pórovitost. Podrobnější postup je popsán ve zmíněné normě IN 23-107-01/01.



Obrázek 78: PA 6.6 vazba 1 natažená o 20 % s prosvětlenými póry



Obrázek 79: PA 6.6 vazba 1 natažená o 20 % s červeně označenou měřenou plochou pórů

Celkem bylo naměřeno 50 snímků vazby 1 materiálu PA 6.6 a 50 snímků vazby 1 materiálu PES (CM). Vazba byla při snímání posouvána tak, aby byl každý snímek pořízen z jiného místa pleteniny. Vždy se však pletenina umístila pod kameru podle středy vazby tak, aby na každém snímku byla stejná část vazby. Tabulka 11 a Tabulka 12 uvádí průměrný počet objektů (pórů) v měřené ploše pleteniny a část binární plochy (průměrná celková plocha pórů v měřené ploše pleteniny). V měřené ploše vazby 1 materiálů PA 6.6 i PES (CM) natažených o 20 % tedy póry tvoří přibližně 1 %.

Tabulka 11: Měření pórovitosti – vazba 1 materiálu PA 6.6 natažená o 20 %

PA 6.6 vazba 1	Počet objektů	Část binární plochy [1]
Průměr	188	0,0105
Interval spolehlivosti	(172; 204)	(0,0098; 0,0113)

Tabulka 12: Měření pórovitosti – vazba 1 materiálu PES (CM) natažená o 20 %

PES (CM) vazba 1	Počet objektů	Část binární plochy [1]
Průměr	192	0,0129
Interval spolehlivosti	(178; 205)	(0,0120; 0,0138)

## 9 Testování pletenin na přístroji MARTINDALE

Testování odolnosti vzorků pletenin v oděru na přístroji MARTINDALE, bylo provedeno na podnět společnosti Pumax, spol. s.r.o. Cílem experimentu bylo otestovat odolnost v oděru vzorků pletenin simulováním skutečného odírání, které při nošení seamless prádla probíhá například v oblasti podpaží. Z tohoto důvodu bylo na přístroji MARTINDALE zvoleno odírání pleteniny o pleteninu, místo odírání o tkaninu definovanou normou ČSN EN ISO 12947-1 Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale – Část 1: Přístroj Martindale. [91]

### 9.1 Příprava vzorků pro zkoušení

Při přípravě vzorků pletenin pro testování vznikl problém s uchycením vzorků do držáku vzorků, jelikož vzorky jsou hodně pružné a nebylo možné použít postup podle normy ČSN EN ISO 12947-4 Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale – Část 4: Hodnocení změny vzhledu, který obsahuje Přílohu A, ve které je uvedeno zpracování vzorků pružných plošných textilií před samotným testováním. [94]

Dle normy ČSN EN ISO 12947-4 postup před uchycením vzorků do držáku vzorků probíhá tak, že se vzorek zatíží přes destičku závažím o celkové hmotnosti 100 g a následně se na něj přilepí pomocí oboustranné lepicí pásky fólie s otvorem 30 mm. Dále se ze vzorku odebere závaží a vystříhne se vzorek, který se umístí do držáku vzorků.

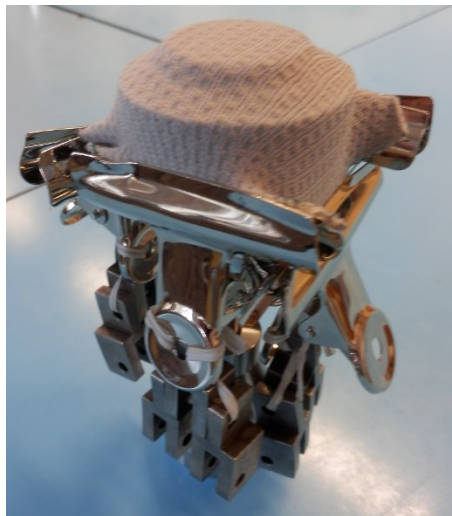
V případě testovaných pružných pletenin však tento postup nevyhovoval a nešlo jej použít, protože vzorek se i s nalepenou fólií prostorově deformoval a nebylo možné jej uchytit do držáku vzorků.

Bylo tedy nutné stanovit jiný způsob, jak uchytit vzorek do držáku bez jeho následné deformace. Vzorek bylo nutné do držáku vzorků uchytit na pevně.

Navržený postup pro upínání jemných pružných pletenin do držáku vzorků je tedy následující:

1. Hrana vložky držáku se oblepí oboustrannou lepicí páskou a strhne se z ní krycí fólie tak, že hrana vložky držáku lepí.

2. K 4 svorkám se přiváže pomocí provázku závaží tak, aby každá z těchto svorek se závažím vážila 25 g. Na každou stranu čtvercového vzorku pleteniny o rozměrech 60 x 60 mm se přichytí svorka se závažím 25 g. Vzorek pleteniny je tedy rovnoměrně zatížen na každou stranu. Celková hmotnost závaží je 100 g, což je hodnota definovaná normou ČSN EN ISO 12947-4, Příloha A.
3. Takto zatížený vzorek pleteniny se položí přes vložku držáku, čímž se k ní napnutý přilepí. Kvůli důkladnému přichycení se vzorek ručně přitlačí na hranu vložky držáku.
4. Vzorek se odlehčí.
5. Vzorek se zastříhne podél vložky vzorků, aby průměr vzorku byl 38 mm dle normy ČSN EN ISO 12947-4. Odstrížení je nezbytné pro systém upínání vzorku do držáku vzorků.



*Obrázek 80: Vzorek PA 6.6 vazba 1 se svorkami a závažím, napnutý přes vložku držáku*



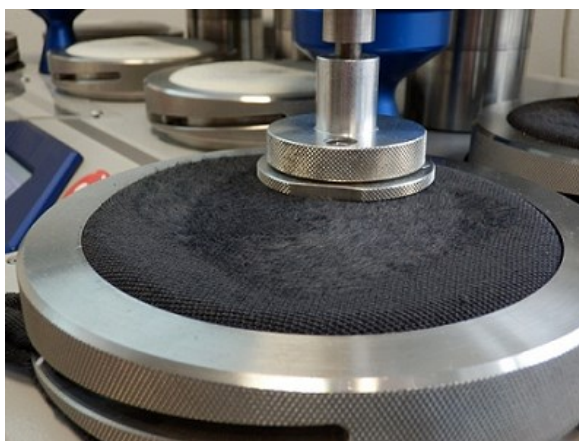
*Obrázek 81: Vzorek PA 6.6 vazba 1 přilepený na vložku držáku a upnutý do držáku vzorků*

Napnuté byly i vzorky, upnuté do oděracího stolu, o které se odírají vzorky upnuté v držáku vzorků. Tyto vzorky byly upnuté do oděracího stolu natažené o 20 %. Dle doporučené konfekční přiléhavosti seamless sportovního funkčního prádla na těle nositele, která je právě 20 %. [96]

## 9.2 Postup zkoušky

Místo normou definované tkaniny byly jako vzorky, které se upnou do oděracího stolu („velké“ vzorky), zvoleny vzorky pletenin. U každého druhu materiálu byla jako „velký“ vzorek zvolena vazba 2, dle doporučení výrobce. Tato vazba je používána v trupové části seamless sportovního prádla vyráběného společností Pumax, spol. s.r.o.

Jako vzorky upnuté v držáku vzorků („malé“ vzorky), byly zvoleny vždy vazba 1, vazba 2 a vazba 3 od stejného druhu materiálu, který byl upnut v oděracím stole.



*Obrázek 82: Oděrací stůl a držák vzorků přístroje MARTINDALE („velký“ vzorek PES (TH) vazba 2, „malý“ vzorek PES (TH) vazba 1 není vidět)*

Zkouška byla prováděna do předem stanoveného počtu 20000 otáček s intervalem 1000 otáček. Pro odírání byl zvolen přítlak 9 kPa, který se dle normy ČSN EN ISO 12947-3 používá pro oděvní textilie. [93]

Níže, viz Tabulka 13, je uvedeno vzájemné testování vzorků pletenin. U „velkých“ vzorků umístěných v oděracím stole, kterými byla vždy vazba 2, je v tabulce vždy uvedeno ještě označení I., II., III., které slouží pro odlišení vzorků. V této tabulce je také uvedena hmotnost všech vzorků před odíráním a hmotnost po 20000 otáčkách oděru. Z tabulky vyplývá, že u všech vzorků po 20000 otáčkách oděru nastal mírný úbytek



hmotnosti.  $\Delta 1$  je rozdíl hmotnosti „velkých“ vzorků před a po odírání a  $\Delta 2$  je rozdíl hmotnosti „malých“ vzorků před a po odírání. Uvolněná vlákna se při odírání mohla přeskupovat z „malých“ vzorků na „velké“ vzorky a opačně, proto je ze součtu  $\Delta 1$  a  $\Delta 2$  stanovena konečná suma  $\Delta$ .

Tabulka 13: Společně odírané vzorky pletenin a jejich hmotnosti

Materiál	"Velký" vzorek umístěný v oděracím stole	Hmotnost před odíráním [g]	Hmotnost po odírání [g]	$\Delta 1$ [g]	"Malý" vzorek umístěný v držáku vzorků	Hmotnost před odíráním [g]	Hmotnost po odírání [g]	$\Delta 2$ [g]	$\Sigma \Delta$ [g]
PA 6.6	I. vazba 2	5,059	4,807	0,252	vazba 1	0,165	0,163	0,002	0,254
	II. vazba 2	5,171	4,909	0,262	vazba 2	0,195	0,194	0,001	0,263
	III. vazba 2	5,030	4,875	0,155	vazba 3	0,207	0,206	0,001	0,156
PES (CM)	I. vazba 2	5,159	4,756	0,403	vazba 1	0,052	0,051	0,001	0,404
	II. vazba 2	5,096	4,507	0,589	vazba 2	0,378	0,376	0,002	0,591
	III. vazba 2	5,056	4,779	0,277	vazba 3	0,395	0,392	0,003	0,280
PES (TH)	I. vazba 2	6,127	5,978	0,149	vazba 1	0,034	0,033	0,001	0,150
	II. vazba 2	5,794	5,787	0,007	vazba 2	0,365	0,364	0,001	0,008
	III. vazba 2	6,234	6,230	0,004	vazba 3	0,421	0,417	0,004	0,008
WO+PES	I. vazba 2	7,058	6,933	0,125	vazba 1	0,142	0,141	0,001	0,126
	II. vazba 2	7,124	6,659	0,465	vazba 2	0,244	0,241	0,003	0,468
	III. vazba 2	7,391	7,081	0,310	vazba 3	0,190	0,184	0,006	0,316

### 9.3 Vyhodnocení zkoušky na přístroji MARTINDALE

Pro hodnocení vzorků byl použit postup dle normy ČSN EN ISO 12947-4 Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale – Část 4: Hodnocení změny vzhledu. Zkouška oděru se provede do dosažení určitého počtu otáček – v tomto případě 20000. Následně se hodnotí, zda došlo ke změně vzhledu povrchu vzorků porovnáním s neodzkoušeným vzorkem stejné textilie. Aby bylo možné sledovat změny vzhledu v průběhu odírání, byl stanoven interval otáček na 1000. Po každých 1000 otáčkách byly hodnoceny změny vzhledu na jednotlivých vzorcích.

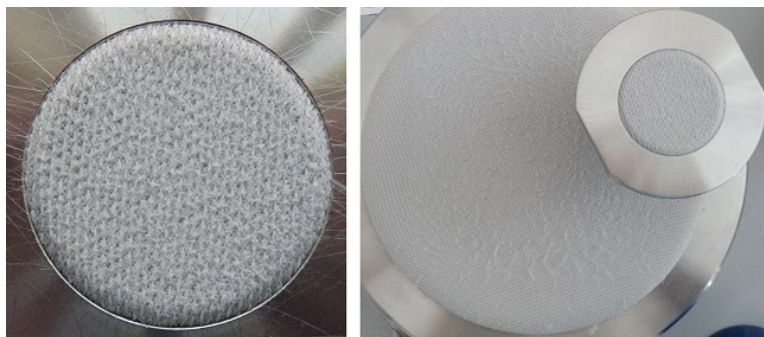
Na snímcích, viz Obrázek 83 až Obrázek 94, jsou zobrazeny „malé“ a „velké“ vzorky pletenin, které se společně odíraly, po 20000 otáčkách oděru.

Vzorky ze syntetických délkových materiálů PA 6.6, PES (CM) a PES (TH) začaly projevovat první známky žmolkování při 15000 otáčkách oděru.

„Velké“ vzorky vazeb 2 z polyamidu PA 6.6 mají po 20000 otáčkách na povrchu malé žmolky, které pokrývají celý povrch vzorků. „Malé“ vzorky z vazby 1, vazby 2 a vazby 3 mají nejvíce zachovalý vzhled v porovnání s „malými“ vzorky dalších tří materiálů.



Obrázek 83: „Malý“ vzorek PA 6.6 vazba 1 a „velký“ vzorek PA 6.6 vazba 2 po 20000 otáčkách oděru



Obrázek 84: „Malý“ vzorek PA 6.6 vazba 2 a „velký“ vzorek PA 6.6 vazba 2 po 20000 otáčkách oděru



Obrázek 85: „Malý“ vzorek PA 6.6 vazba 3 a „velký“ vzorek PA 6.6 vazba 2 po 20000 otáčkách oděru

„Velké“ vzorky vazeb 2 z polyesteru PES (CM) mají po 20000 otáčkách oděru „plyšový povrch“ s menším počtem drobných žmolků. „Malý“ vzorek z vazby 1 má celý povrch pokrytý většími žmolky. „Malé“ vzorky, a to vazba 2 a vazba 3, mají na povrchu menší počet drobných žmolků.



*Obrázek 86: „Malý“ vzorek PES (CM) vazba 1 a „velký“ vzorek PES (CM) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru*



*Obrázek 87: „Malý“ vzorek PES (CM) vazba 2 a „velký“ vzorek PES (CM) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru*



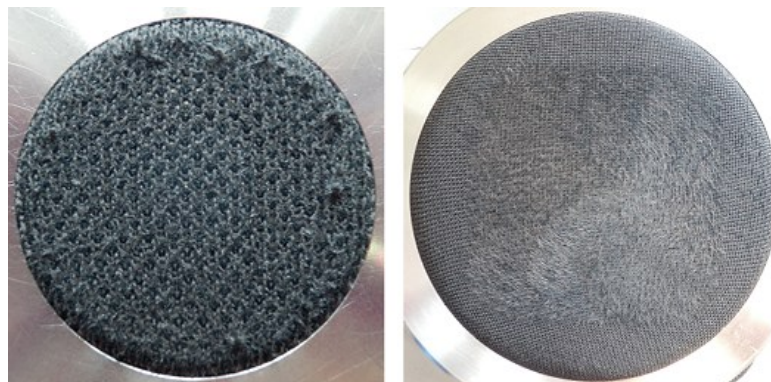
*Obrázek 88: „Malý“ vzorek PES (CM) vazba 3 a „velký“ vzorek PES (CM) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru*



„Velké“ vzorky vazeb 2 z polyesteru PES (TH) mají po 20000 otáčkách oděru podobný vzhled jako vzorky z polyesteru PES (CM). Také mají „plyšový povrch“ s menším počtem drobných žmolků. „Malé“ vzorky mají na svém povrchu malý počet drobných žmolků. Struktura vazby 1 je slabá a objevují se v ní otvory.



*Obrázek 89: „Malý“ vzorek PES (TH) vazba 1 a „velký“ vzorek PES (TH) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru*



*Obrázek 90: „Malý“ vzorek PES (TH) vazba 2 a „velký“ vzorek PES (TH) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru*



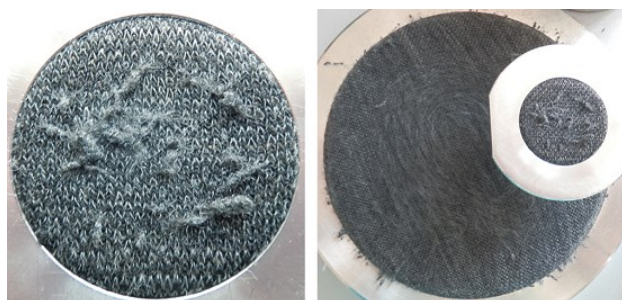
*Obrázek 91: „Malý“ vzorek PES (TH) vazba 3 a „velký“ vzorek PES (TH) vazba 2 po 20000 otáčkách oděru*

Vzorky z materiálu WO+PES začaly projevovat první známky žmolkování již po 1000 otáčkách oděru.

„Velké“ vzorky vazeb 2 z materiálu složeného z vlny s příměsí polyesteru WO+PES mají po 20000 otáčkách oděru zaplštěný celý povrch, ze kterého většina žmolků samovolně odpadla. „Malé“ vzorky mají povrch částečně zakrytý velkými žmolky, přičemž některé z nich samovolně odpadly. Struktura vazby 3 a především vazby 1 je slabá a objevují se v ní otvory (struktura začala slábnout po 6000 otáčkách oděru).



Obrázek 92: „Malý“ vzorek WO+PES vazba 1 a „velký“ vzorek WO+PES vazba 2 po 20000 otáčkách oděru



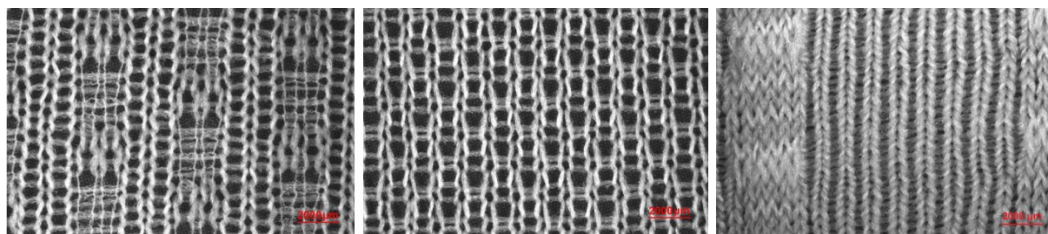
Obrázek 93: „Malý“ vzorek WO+PES vazba 2 a „velký“ vzorek WO+PES vazba 2 po 20000 otáčkách oděru



Obrázek 94: „Malý“ vzorek WO+PES vazba 3 a „velký“ vzorek WO+PES vazba 2 po 20000 otáčkách oděru

## 10 Shrnutí výsledků experimentální části

Analýza pletenin a měření komfortních vlastností bylo prováděno na 12 vzorcích zátažných jednolícnicích pletenin dodaných společností Pumax spol., s.r.o., která z těchto pletenin vyrábí seamless sportovní funkční prádlo. Vzorky pletenin jsou vyrobené ze 4 druhů délkových materiálů, přičemž každý ze vzorků je pletený ve 3 vazbách, stejných u každého materiálu, viz Obrázek 95. Zkráceně je vazba 1 nazývána krytou, vazba 2 obsahuje podložené kličky a vazba 3 obsahuje vícenásobné podložené kličky.



Obrázek 95: Vazba 1, vazba 2 a vazba 3 z lícni strany v nataženém stavu

Všechny vzorky pletenin byly vyrobeny na stejném elektronicky řízeném středopřůměrovém jednolůžkovém pletacím stroji o průměru 17" s dělením 24E, který umožňuje plést pouze zátažné jednolícnicí vazby – hladké, s podloženými kličkami, s vícenásobnými podloženými kličkami a jednolícnicí kryté vazby. Tento pletací stroj neumožňuje trvalé vyřazení jehel z činnosti, čímž jsou omezeny vazební možnosti. Jedním z cílů této diplomové práce bylo sledovat vliv konstrukce vazby, kterou lze na tomto typu pletacího stroje vyrábět, a vstupního délkového materiálu, při stejném nastavení stroje. Dle konstrukčního uspořádání pletacího stroje a parametrů vstupního délkového materiálu byla výrobcem dle jeho zkušeností zvolena optimální hustota (vliv hustot pletenin u stejné vazební konstrukce nebyl v této diplomové práci předmětem analýzy).

Byla provedena analýza délkových materiálů, ze kterých jsou vazby pletené. Vlákna syntetických délkových materiálů mají tvarovaný profil – multifil z polyamidu 6.6 (PA 6.6) obsahuje vlákna se šestiúhelníkovým tvarem profilu, multifil z polyesteru PES (CM) obsahuje vlákna s obláčkovým tvarem profilu a multifil z polyesteru PES (TH) je složený z dutých vláken se šestiúhelníkovým tvarem profilu a z vláken s obláčkovým tvarem profilu. Příze WO+PES je složena z vlny s příměsí polyesteru, jehož vlákna nemají tvarovaný profil.

Zkoumány byly geometrické vlastnosti testovaných pletenin. Vazba 3 má díky použití vícenásobných kliček ve vazbě větší hustotu sloupků a hustotu řádků než krytá vazba 1 a vazba 2 s podloženými kličkami. Hodnoty srážení pletenin v příčném směru (srážení sloupků) počítané mezi stavem na stroji a po relaxaci se pohybují v rozmezí od 39,6 % do 47,0 %. Předpoklad o větším srážení vazby 3 s vícenásobnými podloženými kličkami oproti vazbě 1 a vazbě 2 byl potvrzen s výjimkou materiálu PA 6.6.

Jak bylo popsáno v rešeršní části této diplomové práce, důležitými vlastnostmi seamless sportovního funkčního prádla jsou komfortní vlastnosti jako například paropropustnost, prodyšnost a tepelně-izolační vlastnosti. Jedním z cílů této diplomové práce bylo sledovat vliv natažení pletenin na komfortní vlastnosti. U každého z 12 vzorků pletenin byly měřeny komfortní vlastnosti na přístrojích ALAMBETA a PERMETEST. Všechny vzorky byly nejprve měřeny ve volném stavu a následně byly měřeny natažené o 10 % a 20 % ve směru řádků pleteniny (v příčném směru). Natažení pletenin o 20 % ve směru řádků pleteniny bylo zvoleno dle doporučené konfekční přiléhavosti seamless sportovního funkčního prádla na těle nositele. Snižovala se tedy hustota sloupků pleteniny a hustota řádků zůstala stejná jako ve volném stavu. Uvedené natažení je modelový příklad. Při nošení na těle se seamless sportovní prádlo přizpůsobí a může se vyhrnovat, čímž se ovlivní i hustota řádků. Záleží také na spotřebiteli, jakou velikost seamless sportovního prádla si pořídí s ohledem na konfekční přiléhavost. Pro měření natažených pletenin bylo nutné navrhnout a zhotovit upínací zařízení, byl proto vyroben rámeček z duralového plechu s jehelními destičkami, na které se pleteniny natahovaly.

Na přístroji ALAMBETA byla měřena měrná tepelná vodivost  $\lambda$  a tepelná jímavost  $b$ . U všech vzorků pletenin platí, že čím větší je natažení, tím více klesá měrná tepelná vodivost  $\lambda$ . S natažením pleteniny se mění kontaktní plochy vláken a průběh multifilu či příze v pletenině, snižuje se hustota sloupků a mění se také vedení tepla. Vazba 1 krytá a vazba 3 s vícenásobnými podloženými kličkami mají u všech materiálů nižší měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  než vazba 2. Vyšší měrná tepelná vodivost  $\lambda$  vazby 2 s podloženými kličkami je způsobena konstrukcí vazby, která má hladší povrchovou strukturu bez prohlubní. Vliv rozdílné konstrukce vazby na měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  se neprojevuje u vazby 1 kryté a vazby 3 s vícenásobnými podloženými kličkami. Tyto vazby dosahují u jednotlivých materiálů, přes rozdílnou strukturu a také výrazně odlišnou plošnou hmotnost  $m_s$  a zapletenou délku nitě  $L$ , podobných hodnot měrné tepelné vodivosti  $\lambda$ . Pleteniny vyrobené z vlny s příměsí polyesteru WO+PES mají nižší měrnou



tepelnou vodivost  $\lambda$  než pleteniny vyrobené ze syntetických délkových materiálů, které i přes rozdílný tvar profilu obsažených vláken dosahují podobných hodnot měrné tepelné vodivosti  $\lambda$ .

U všech vzorků pletenin také platí, že čím větší je natažení, tím více klesá tepelná jímavost  $b$ . Souvisí to se snížením hustoty sloupků, změnou průběhu multifilu či příze v pletenině a změnou kontaktních ploch vláken. Vazba 2 s podloženými kličkami má u všech materiálů vyšší tepelnou jímavost  $b$  než vazba 1 krytá a vazba 3 s vícenásobnými podloženými kličkami. Vyšší tepelná jímavost  $b$  vazby 2 s podloženými kličkami je způsobena konstrukcí vazby s hladší povrchovou strukturou bez prohlubní. Vazba 2 by tedy měla při kontaktu s lidskou pokožkou působit na omak nejchladněji. Vliv rozdílné konstrukce vazby na tepelnou jímavost  $b$  se neprojevuje u vazby 1 a vazby 3. Tyto vazby dosahují u jednotlivých materiálů podobných hodnot tepelné jímavosti  $b$ , i přes rozdílnou strukturu a také výrazně odlišnou plošnou hmotnost  $m_s$  a zapletenou délku nitě  $L$ . Na tepelnou jímavost  $b$  má vliv také druh použitého vlákenného materiálu. Pleteniny vyrobené z polyesteru PES (TH) s dutými vlákny se šestiúhelníkovým tvarem profilu v kombinaci s vlákny obláčkového tvaru profilu mají vyšší tepelnou jímavost  $b$  než pleteniny vyrobené z polyesteru PES (CM) s vlákny pouze obláčkového tvaru profilu. Pleteniny vyrobené z polyesteru PES (CM) by měly při kontaktu s lidskou pokožkou působit na omak nejhřejivěji.

Na přístroji PERMETEST byla měřena relativní paropropustnost  $p$  a výparný odpor  $R_{et}$ . S natažením vzorků o 10 % u některých pletenin klesla relativní paropropustnost  $p$ , nedocházelo tedy ke zvětšení pórů pleteniny, ale spíše k její kompaktnosti. S natažením vzorků o 20 % u většiny pletenin relativní paropropustnost  $p$  vzrostla, je to způsobeno snížením hustoty sloupků a zvětšením pórů ve struktuře. Vazba 1 krytá a vazba 2 s podloženými kličkami mají u všech materiálů výrazně vyšší relativní paropropustnost  $p$  než vazba 3. Nižší relativní paropropustnost  $p$  vazby 3 je dána použitím vícenásobných podložených kliček ve vazbě, které způsobují větší celkovou hustotu pleteniny a tím také vyšší plošnou hmotnost  $m_s$  a zapletenou délku nitě  $L$ . Vliv rozdílné konstrukce vazby na relativní paropropustnost  $p$  se neprojevuje u vazby 1 a vazby 2. Tyto vazby dosahují u jednotlivých materiálů podobných hodnot relativní paropropustnosti  $p$ . Pleteniny vyrobené ze syntetických délkových materiálů dosahují vyšších hodnot relativní paropropustnosti  $p$  oproti pleteninám vyrobeným z vlny s příměsí polyesteru



WO+PES. Na relativní paropropustnost  $p$  nemá výrazný vliv rozdílný tvar profilů vláken syntetických délkových materiálů PA 6.6, PES (CM), PES (TH).

S natažením vzorků o 10 % u většiny pletenin vzrostl výparný odpor  $R_{et}$ , nedocházelo tedy ke zvětšení pórů pleteniny, ale spíše k její kompaktnosti. S natažením vzorků o 20 % u většiny pletenin výparný odpor  $R_{et}$  klesl, je to způsobeno snížením hustoty sloupků a zvětšením pórů ve struktuře. Nejvíce patrná je tato změna u vazby 3 s vícenásobnými podloženými kličkami. Vazba 1 krytá a vazba 2 s podloženými kličkami mají u všech materiálů výrazně nižší výparný odpor  $R_{et}$  než vazba 3. Vyšší výparný odpor  $R_{et}$  vazby 3 je dán použitím vícenásobných podložených kliček ve vazbě, které způsobují větší celkovou hustotu pleteniny a tím také vyšší plošnou hmotnost  $m_s$  a zapletenou délku nitě  $L$ . Vliv rozdílné konstrukce vazby na výparný odpor  $R_{et}$  se neprojevuje u vazby 1 a vazby 2. Tyto vazby dosahují u jednotlivých materiálů podobných hodnot výparného odporu  $R_{et}$ . Pleteniny vyrobené ze syntetických délkových materiálů dosahují nižších hodnot výparného odporu  $R_{et}$  oproti pleteninám vyrobeným z vlny s příměsí polyesteru WO+PES. Vazba 1 a vazba 2 syntetických délkových materiálů PA 6.6, PES (CM), PES (TH) dosahují podobných hodnot výparného odporu  $R_{et}$  i přes rozdílný tvar profilů vláken. U vazby 3 dosahuje pletenina vyrobená z polyesteru PES (CM) obsahující vlákna s obláčkovým tvarem profilu nižší hodnoty výparného odporu  $R_{et}$  oproti pletenině vyrobené z polyesteru PES (TH) s dutými vlákny se šestiúhelníkovým tvarem profilu kombinovaných s vlákny s obláčkovým tvarem profilu.

Měření pórovitosti testovaných vazeb vyrobených na středopřůměrovém jednolůžkovém pletacím stroji o průměru 17" s dělením 24E, je realizovatelné při spodním osvětlení vazeb na mikroskopu. Tímto způsobem je měření pórovitosti realizovatelné při natažení pletenin o 20 % ve směru řádků u vazby 1 kryté a také u vazby 2 s podloženými kličkami. Vazbu 3, s prostorově zvlněným povrchem daným vícenásobnými podloženými kličkami ve vazbě, tímto způsobem měřit nelze. V případě vazby 1 je měření pórovitosti při spodním osvětlení na mikroskopu realizovatelné i při natažení vazby o 10 % ve směru řádků a také ve volném stavu. Pro měření pórovitosti všech 3 testovaných vazeb je nevhodné měření pomocí makroskopu s osvětlením shora. Pokud by měl být pro měření použit makroskop, bylo by nutné podsvítit pleteninu bodovým světlem s mléčným sklem bez vroubkování a s dostatečnou intenzitou kvůli prosvícení pórů vzorku. Z realizace měření pórovitosti na mikroskopu se spodním

osvitem bylo zjištěno, že v ploše vazby 1 materiálu PA 6.6 i PES (CM) natažených o 20 % póry tvoří přibližně 1 %.

Na podnět společnosti Pumax, spol. s.r.o. bylo provedeno testování odolnosti pletenin v oděru na přístroji MARTINDALE. Cílem experimentu bylo otestovat odolnost v oděru vzorků pletenin simulováním skutečného odírání, které při nošení seamless prádla probíhá například v oblasti podpaží. Z tohoto důvodu bylo na přístroji MARTINDALE zvoleno odírání pleteniny o pleteninu, místo odírání o tkaninu definovanou normou. V případě testovaných pletenin nevyhovoval postup pro uchycení vzorků do držáku vzorků dle normy. Byl proto navržen postup pro upínání jemných pružných pletenin do držáku vzorků na přístroji MARTINDALE. Tento postup je popsán v kapitole 9.1. Vzorky z vlny s příměsí polyesteru WO+PES začaly projevovat první známky žmolkování již po 1000 otáčkách oděru. Vzorky ze syntetických délkových materiálů PA 6.6, PES (CM) a PES (TH) začaly projevovat první známky žmolkování až při 15000 otáčkách oděru.

Krytou vazbu 1 s větší pórovitostí je vhodné při návrhu konstrukce seamless sportovního prádla umístit do oblastí s větší pórovitostí například do podpaží. Vazba 2 s podloženými kličkami je díky hladšímu charakteru konstrukce vazby vhodná například pro oblast rukávů a trupu. Vazba 3 s vícenásobnými podloženými kličkami je díky prostorově zvlněnému povrchu a tepelně-izolačním vlastnostem vhodná například pro oblast břicha.

Pro výrobce pletenin by mohlo být zajímavou informací, že změnou konstrukce vazby lze dosáhnout podobných hodnot měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  a tepelné jímavosti  $b$  i přes výrazně odlišnou plošnou hmotnost a zapletenou délku nitě, jelikož ovlivňují cenu výrobku. Vliv rozdílného tvaru profilu vláken syntetických délkových materiálů se projevil především u tepelné jímavosti  $b$ , u dalších zkoumaných komfortních vlastností nebyl jejich vliv příliš výrazný.

## Závěr

Diplomové práce navazující na tuto práci by se mohly dle navržených možností sledování pórovitosti zabývat měřením pórovitosti zátažných jednolícnicích vazeb s různými vazebními konstrukcemi, vyrobených na jednolůžkovém středopřůměrovém pletacím stroji s dělením 24E, či stroji s podobným dělením. Dalším námětem pro diplomové práce by bylo také navržení konstrukcí zátažných jednolícnicích vazeb, pro stejný či podobný pletací stroj, zlepšujících zkoumané komfortní vlastnosti. Jelikož konstrukce vazby má dle naměřených dat na komfortní vlastnosti velký vliv.

Na komfortní vlastnosti sportovního funkčního prádla jsou ze strany spotřebitelů kladeny vysoké požadavky. Správný výběr sportovního funkčního prádla může poskytnout nejen pocit komfortu – pohody, ale také může pomoci zlepšit sportovní výkony či chránit před nachlazením. Je proto důležitý vývoj nových technologií, modifikací vláken a volba vhodných vazeb pletenin používaných na sportovní funkční prádlo.

## Seznam zdrojů

- [1] KNÍŽEK, Roman. *Oděvy pro sportovní a outdoorové aktivity*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013, 39 s. ISBN 978-80-7494-012-5.
- [2] *Vysocefunkční textilie* [online]. *Studijní materiály* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, © 2015 [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2010-12-13/14-57-16.pdf>
- [3] *Oděvní komfort II: Fyziologické vlastnosti I* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, © 2016, s. 1–45 [cit. 2016-01-09]. Dostupné z: [http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM\\_prednaska7\\_2012.pdf](http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_prednaska7_2012.pdf)
- [4] KDE/VFT – Vysocefunkční textilie (2015). *Elearningový portál Technické univerzity v Liberci* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, © 2015 [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: <https://elearning.tul.cz/course/view.php?id=2002>
- [5] Seamless. *Sensor* [online]. Praha: Sensor, © 2016 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <https://www.sensor.cz/materialy/>
- [6] Seamless. *Klimatex* [online]. Letovice: Klimatex, © 2016 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <http://www.klimatex.eu/seamless>
- [7] *PUMAX* [online]. pumax.cz, © 2015 [cit. 2016-01-09]. Dostupné z: <http://www.pumax.cz/>
- [8] Mens long sleeve, anthracite: Funkční prádlo. *Blizzard* [online]. Říčany – Jažlovice: Snow-How ČR s.r.o., © 2016 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: [http://www.blizzardski.cz/funkcni\\_triko-blizzard\\_mens\\_long\\_sleeve\\_anthracite-375933856-265813275-funkcni-pradlo-2/](http://www.blizzardski.cz/funkcni_triko-blizzard_mens_long_sleeve_anthracite-375933856-265813275-funkcni-pradlo-2/)
- [9] HES, Luboš a Petr SLUKA. *Úvod do komfortu textilií*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005, 109 s. ISBN 80-708-3926-0.
- [10] COOLMAX®. *Gina: high quality underwear* [online]. Hradec Králové: Milpex, © 2005–2016 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.gina.cz/Informace-o-zbozi/Materialy/CoolMax%C2%AE.aspx>
- [11] STANĚK, Jaroslav. *Textilní zboží: vlákenné suroviny, příze, nitě*. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006, 114 s. ISBN 80-737-2147-3.

- [12] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012, 374 s. ISBN 978-80-7372-844-1.
- [13] Textilní zbožíznalství 1. *TURBO* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, © 2016 [cit. 2016-12-02]. Dostupné z: <https://turbo.cdv.tul.cz/course/view.php?id=19>
- [14] Vlákna – využití pro VFT. *Studijní materiály* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2008-07-18/11-04-39.pdf>
- [15] PAŘILOVÁ, Hana. *Textilní zbožíznalství* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, © 2014, s. 56 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://turbo.cdv.tul.cz/>
- [16] Vlákno TG 900. *MOIRA: Český výrobce funkčního prádla* [online]. Praha: MOIRA, a.s. & Webarium, © 2008-2017 [cit. 2017-01-09]. Dostupné z: <http://firma.moira.cz/af35-vlakno-tg900.html>
- [17] MOIRA. *MOIRA* [online]. Praha: MOIRA, © 2016 [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.moira-divis.cz/co-je-moira>
- [18] COOLMAX ® Fiber. *INVISTA* [online]. California: INVISTA, © 2017 [cit. 2017-01-09]. Dostupné z: <http://www.invista.com/en/brands/coolmax.html>
- [19] COOLMAX. *KARSU* [online]. Turkey: KARSU Textil, © 2016 [cit. 2017-01-09]. Dostupné z: <http://www.karsu.com.tr/pxp/en/products/yarn/ring-yarn/coolmax.php?lang=EN>
- [20] Coolmax: COOLMAX ® Fabric comfort system. *Great Oak Protection* [online]. Wateringen: Great Oak, © 2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.greatoakprotection.nl/faq/coolmax>
- [21] COOLMAX ® AIR TECHNOLOGY. *COOLMAX* ® [online]. California: INVISTA, © 2017 [cit. 2017-01-09]. Dostupné z: <https://coolmax.com/en/Technologies-and-Innovations/COOLMAX-PRO-technologies/AIR>
- [22] Introduction to functional materials. *MAOXIANG KNITTING* [online]. Shanghai: MAOXIANG KNITTING CO. LTD, © 2010 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: [http://www.maoxiang.net/english/yuanliao\\_coolmaxx4air.html](http://www.maoxiang.net/english/yuanliao_coolmaxx4air.html)

- [23] Sensor: Použité materiály. *Sensor* [online]. Praha: Sensor, © 2016 [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <https://www.sensor.cz/materialy/>
- [24] COOLMAX ® fresh FX ™. *Lavtec* [online]. Barcelona: Lavtec, © 2014 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://www.lavtecfabrics.com/pdf/coolmaxfresh.pdf>
- [25] COOLMAX FX. *Masood Textile Mills Ltd* [online]. Faisalabad: Masood Textile Mills, © 2016 [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: [http://www.masoodtextile.com/Farhan\\_RD/CoolMax%20FX.php](http://www.masoodtextile.com/Farhan_RD/CoolMax%20FX.php)
- [26] TACTEL ®. *Gina: high quality underwear* [online]. Hradec Králové: Milpex, © 2005–2016 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.gina.cz/Informace-o-zbozi/Materialy/Tactel%C2%AE.aspx>
- [27] iTextiles. *iTextiles* [online]. Michigan: TSC Group, © 2010–2015 [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: [http://www.itextiles.com/v30/itext/thumbnails/ai\\_1\\_4300.htm#](http://www.itextiles.com/v30/itext/thumbnails/ai_1_4300.htm#)
- [28] COOLPASS ®. *Hengli Group* [online]. Suzhou City: Hengli Group Co., © 2016 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.hengli.com/brand/kupaisi/>
- [29] ANAND, Subhash a Nilgün ÖZDİL. Recent Developments in Textile Materials and Products Used for Activewear and Sportswear. *Electronic Journal of Textile Technologies* [online]. TEKNOLOJİK ARAŞTIRMALAR, © 2014, 8 (3), s. 68–83 [cit. 2017-04-02]. ISSN 1309-3991. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com/ipac.kvcli.cz:8080/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=a8360d45-4e24-498b-9e22-b0f8302337d8%40sessionmgr103&vid=2&hid=124>
- [30] COOLDRY. *Netsun* [online]. Australia: HTT Corporation, © 2008 [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: [http://web2.chinanetsun.com/tex/fujian/haitian/haitian\\_en/cooldry.html](http://web2.chinanetsun.com/tex/fujian/haitian/haitian_en/cooldry.html)
- [31] *HTT Corporation* [online]. Quanzhou: Quanzhou Haitian Material Technology Corporation, © 2011 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://htt.cn/en/Index.asp>
- [32] Funkční materiály. *KLIMATEX* [online]. Letovice: Klimatex, © 2016 [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://www.klimatex.eu/funkcni-materialy>
- [33] *Chung Shing Textile Marketing CO., LTD.* [online]. Taipei City: Chung Shing Textile Marketing CO., LTD., © 2015 [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: [http://www.chung-shing-marketing.com.tw/index\\_EN.html](http://www.chung-shing-marketing.com.tw/index_EN.html)

- [34] COOLPLUS. *Chung Shing Textile Marketing CO., LTD.* [online]. Taipei City: Chung Shing Textile Marketing CO., LTD., © 2015 [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: [http://www.coolplus.com.tw/coolplus\\_main\\_fram02\\_e1.htm](http://www.coolplus.com.tw/coolplus_main_fram02_e1.htm)
- [35] Introduce. *SINOTEXTILES CORPORATION LTD* [online]. Shanghai: SINOTEXTILES CORPORATION, © 2016 [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: <http://sinotextiles.texindex.com/intro.html>
- [36] CLEANCOOL. *HANNAH* [online]. Plzeň: HANNAH, © 2016 [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: <http://eshop.hannah.cz/prehled-materialu/?w=4454&l=c>
- [37] NOVUSTEX: Fabric Solutions for Underwear, Sportswear and Outdoor Clothing. *NOVUSTEX* [online]. Zhangjiagang: NOVUSTEX, © 2014 [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: <http://www.fabricsolutions.com/cleancool-antimicrobial-fabric/>
- [38] AEROCOOL. *HYOSUNG* [online]. Seoul: HYOSUNG, © 2011 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: [http://pi.hyosung.com/pi\\_eng/fabricfiber/normalwear/quick\\_wovenfabrics.do](http://pi.hyosung.com/pi_eng/fabricfiber/normalwear/quick_wovenfabrics.do)
- [39] AEROWARM: Warm and light weight fabric. *HYOSUNG* [online]. Seoul: HYOSUNG, © 2011 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: [http://pi.hyosung.com/pi\\_eng/fabricfiber/normalwear/lightwarm\\_wovenfabrics.do](http://pi.hyosung.com/pi_eng/fabricfiber/normalwear/lightwarm_wovenfabrics.do)
- [40] Alaskan Lady Guide. *Maximus* [online]. St. Petersburg: Maximus, © 2013–2017 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://maximusfishing.ru/products/termobele-alaskan-lady-guide>
- [41] *THERMOLITE* [online]. California: INVISTA, © 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <https://thermolite.com/en>
- [42] THERMOLITE® Fiber & Insulation: Built-in warmth, without the weight. *INVISTA* [online]. California: INVISTA, © 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.invista.com/en/brands/thermolite.html>
- [43] Cocoon mummyliner / THERMOLITE performer. *Trekker* [online]. Tallinn: Trekker, © 2016 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <http://trekker.ee/toode/cocoon-mummyliner-thermolite-performer/>
- [44] MIPAN AIR. *HYOSUNG* [online]. Seoul: HYOSUNG, © 2011 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: [http://pi.hyosung.com/pi\\_eng/fiber/mipan/mipan\\_10.do](http://pi.hyosung.com/pi_eng/fiber/mipan/mipan_10.do)

- [45] MERYL ® NEXTEN: Thermal Comfort & Lightness. *NYLSTAR* [online]. Blanes: Nylstar, © 2015 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://www.nylstar.com/shops/yarns/258-meryl-nexten>
- [46] MERYL ® NEXTEN: Meryl ® Nexten. Thermal comfort based on a unique hollow polyamide fiber. *Nylstar* [online]. Blanes: Nylstar, © 2015 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: [https://nylstar\\_meryl\\_nexten\\_2014.pdf/](https://nylstar_meryl_nexten_2014.pdf/)
- [47] SUNLITE. *Netsun* [online]. Australia: HTT Corporation, © 2008 [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: [http://web2.chinanetsun.com/tex/fujian/haitian/haitian\\_en/sunlite.html](http://web2.chinanetsun.com/tex/fujian/haitian/haitian_en/sunlite.html)
- [48] Délkové textilie. *Studijní materiály* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, © 2014 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: [https://skripta.ft.tul.cz/database/list\\_pre.cgi?predmet=165&pro=](https://skripta.ft.tul.cz/database/list_pre.cgi?predmet=165&pro=)
- [49] Materiály. *ALPINE PRO* [online]. Praha: AlpinePro.cz, © 2015 [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <https://www.alpinepro.cz/materialy>
- [50] Made from smart fibre cross-sections. *The Duoregulation™ fiber technology: THERMOCOOL™* [online]. California: INVISTA, © 2017 [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://thermocool.invista.com/technology/what-is-thermocool/>
- [51] CRAFT systém oblékání. *VseProKOLO.cz* [online]. Hradec Králové: Vseprokolo.cz, © 2012 [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: <http://www.vseprokolo.cz/poradna/craft-system-oblekani>
- [52] Products. *Schoeller: the spinning group* [online]. Hard: Schoeller, © 2016 [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: [http://www.schoeller-wool.com/34742/Products/Functional-yarns/Products/index\\_group.aspx](http://www.schoeller-wool.com/34742/Products/Functional-yarns/Products/index_group.aspx)
- [53] About Boriofiore.com. *W3Lookup.com* [online]. W3Lookup.com, © 2017 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://boriofiore.com.w3lookup.net/>
- [54] ISOLFIL. *LASTING: Functional socks & wear* [online]. Sokolov: Lasting Sport, © 2017 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://web.lasting.eu/cs/content/10-isolfil>
- [55] PROLEN ® SILTEX. *PROLEN ® YARN* [online]. Svit: Chemosvit Fibrochem, © 2016 [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: <http://www.prolen.sk/index.php/performance/prolen-health/prolen-siltex>



- [56] Funkční rib antibakteriální Ag bílý + bílá bavlna: Prolen ® Siltex. *Moraviatex: pletárna s.r.o.* [online]. Liptál: MORAVIATEX pletárna, © 2012 [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: [http://www.moraviatex.cz/e-shop/index.php?route=product/product&path=34\\_38&product\\_id=1508](http://www.moraviatex.cz/e-shop/index.php?route=product/product&path=34_38&product_id=1508)
- [57] Double: BTD 900 černá funkční triko. *LASTING: Functional socks & wear* [online]. Sokolov: Lasting Sport, © 2017 [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: <http://web.lasting.eu/cs/double-190g/40365-btd-900-cerna-funkcni-triko-8595067891835.html>
- [58] Double. *LASTING: Functional socks & wear* [online]. Sokolov: Lasting Sport, © 2017 [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: <http://web.lasting.eu/cs/content/17-double>
- [59] MERYL ® MERINO: Delicate touch & Duoregulation. *NYLSTAR* [online]. Blanes: Nylstar, © 2015 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://www.nylstar.com/shops/yarns/402-meryl-merino>
- [60] MERYL ® MERINO: The Superb. Thermoregulation with an exquisite touch and high performance. *Nylstar* [online]. Blanes: Nylstar, © 2015 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <https://meryl-merino-2015.pdf/>
- [61] CLIMAYARN (Merino + POP). *Moraviatex: pletárna s.r.o.* [online]. Liptál: MORAVIATEX pletárna, © 2012 [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: <http://www.moraviatex.cz/index.php/8-aktuality/5-climayarn-finerib-merino-pop>
- [62] VILOFT ® original. *Kelheim Fibres* [online]. Kelheim: Kelheim Fibres, © 2017 [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: [http://www.kelheim-fibres.com/pdf/TDS\\_VILOFT\\_org\\_micro\\_0814.pdf](http://www.kelheim-fibres.com/pdf/TDS_VILOFT_org_micro_0814.pdf)
- [63] VILOFT ®. *City Victor* [online]. Taipei: City Victor, © 2017 [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: <http://www.cityvictor.com.tw/index.php/en/products/13-cold-weather/28-viloft.html>
- [64] Functional yarns. *City Victor* [online]. Taipei: City Victor, © 2017 [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: <http://www.cityvictor.com.tw/en/>
- [65] Beaulieu Fibres International: Polypropylene staple fiber producer. *Beaulieu International Group: Fibres* [online]. Wielsbeke: Beaulieu Fibres International N.V.,

© 2016 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://www.beaulieufibres.com/en/polypropylene-staple-fibre>

[66] ISOLWOOL. *LASTING: Functional socks & wear* [online]. Sokolov: Lasting Sport, © 2017 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://web.lasting.eu/cs/content/11-isolwool>

[67] Fiber technology that performs. *Drirelease* [online]. Suite: Drirelease, © 2017 [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: <http://drirelease.com/>

[68] DRIRELEASE ®. *City Victor* [online]. City Victor: Taipei, © 2017 [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: <http://www.cityvictor.com.tw/index.php/en/products/12-how-weather/15-drirelease.html>

[69] DRIRELEASE MERINO, cotton & e.c.o.: ideal performance clothing for hiking, climbing, camping & more. *Or Outdoor Research* [online]. Seattle: Outdoor Research, © 2015 [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: <https://www.outdoorresearch.com/blog/gear-geek/drirelease-merino-cotton-e.c.o.-ideal-performance-clothing-for-hiking-climb>

[70] DRIRELEASE custom blends. *Drirelease* [online]. Suite: Drirelease, © 2017 [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: <http://drirelease.com/fabric-blends/>

[71] Textile - Reference Book for Knitting. *Scribd* [online]. San Francisco: Scribd, © 2017 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/doc/12924259/Textile-Reference-Book-for-Knitting>

[72] KOVÁŘ, Radko. *Pletení*. Vyd. 3. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-708-3812-4.

[73] Seamless Santoni. *Santoni* [online]. Brescia: Santoni S.p.A., © 2017 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.santoni.com/macchine-item.asp?idf=1>

[74] Seamless Technology: Electronic Seamlesswear Knitting Machine SM8-TOP2V Monofrontura. *Santoni* [online]. download: Santoni S.p.A., © 2017 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.santoni.com/pdfgenerati/SANT-MMF-SM8TV2-ITA-2.pdf>

[75] Základy textilní výroby. *Studijní materiály* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, © 2017 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/database/data/2010-12-13/14-30-11.pdf>

- [76] SPENCER, David J. *Knitting technology: a comprehensive handbook and practical guide*. 3. ed. Cambridge: Woodhead, 2001. ISBN 15-871-6121-4.
- [77] KOČÍ, Vladimír. *Vazby pletenin*. Praha: SNTL, 1980.
- [78] Merino DF. *Sensor* [online]. Praha: Sensor, © 2016 [cit. 2017-01-17]. Dostupné z: <https://www.sensor.cz/kategorie/muzi/prvni-vrstva/merino-df/>
- [79] Merino Wool Upper. *Sensor* [online]. Praha: Sensor, © 2016 [cit. 2017-01-17]. Dostupné z: <https://www.sensor.cz/kategorie/muzi/druha-vrstva/merino-wool-upper/>
- [80] DRY INSIDE Fabric. *Masood Textile Mills Ltd.* [online]. Faisalabad: Masood Textile Mills, © 2016 [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: [http://www.masoodtextile.com/Farhan\\_RD/Dry%20Inside%20Fabric.php](http://www.masoodtextile.com/Farhan_RD/Dry%20Inside%20Fabric.php)
- [81] Craft ACTIVE EXTREME. *Funkcnipradlo.cz* [online]. Brno: PAVLIX, © 2010 [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: <http://www.funkcnipradlo.cz/novinky/detail/craft-active-extreme.htm>
- [82] Dual Fiber DRYFLO. *Rock Point: Outdoor Expert E-shop* [online]. Praha: Rock Point, © 2016 [cit. 2017-01-26]. Dostupné z: <http://www.rockpoint.cz/prehled-materialu/?w=4334&l=d>
- [83] Lowe Alpine Women's Dual Fiber DRYFLO Tights. *Chevin Trek Otley: Making The Outdoors Fun* [online]. Otley: Chevin Trek, © 2016 [cit. 2017-01-26]. Dostupné z: <http://www.chevintrek.co.uk/lowe-alpine-womens-dual-fiber-dryflo-tights-1962-p.asp>
- [84] DRYFAST. *PONTETORTO* [online]. Prato: PONTETORTO S.p.a., © 2016 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: <http://pontetorto.it/en/sport-system/dryfast/>
- [85] POWER DRY ®. *POLARTEC* [online]. Lawrence: POLARTEC, © 2016 [cit. 2017-01-19]. Dostupné z: <http://polartec.com/product/polartec-power-dry>
- [86] VRBOVÁ, Ivana. IN 23-304-02/01. *Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta*. Liberec: TUL, 2004, s. 1–12. Dostupné také z: [http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2023-304-02\\_01.pdf](http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2023-304-02_01.pdf)
- [87] ALAMBETA [online]. s. 1–4 [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/ALAMBETA.pdf>

- [88] HES, Luboš. IN 23-304-01/01. *Stanovení termofyziologických vlastností textilií*. Liberec: TUL, 2004, s. 1–12. Dostupné také z: [http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2023-304-01\\_01.pdf](http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2023-304-01_01.pdf)
- [89] *Zkoušení textilií II: Stálosti a odolnosti plošných textilií. Studijní materiály* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, © 2016, s. 1–17 [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2006-03-22/12-38-08.pdf>
- [90] *Žmolkovitost* [online]. s. 1–3 [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/MARTINDALE.pdf>
- [91] ČSN EN ISO 12947-1. *Textilie - Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale: Část 1: Přístroj Martindale*. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [92] ČSN EN ISO 12947-2. *Textilie - Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale: Část 2: Zjišťování poškození vzorku*. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [93] ČSN EN ISO 12947-3. *Textilie - Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale: Část 3: Zjišťování úbytku hmotnosti*. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [94] ČSN EN ISO 12947-4. *Textilie - Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale: Část 4: Hodnocení změny vzhledu*. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [95] KŘEMENÁKOVÁ, Dana. IN 46-108-01/01 *Doporučený postup tvorby příčných řezů.: Měkké a tvrdé řezy*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002, s. 1–8. Dostupné také z: [http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2046-108-01\\_01.pdf](http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2046-108-01_01.pdf)
- [96] RICHARDSON, Keith. *Designing and patternmaking for stretch fabrics*. New York: Fairchild Books, 2008. ISBN 978-156-3674-792.
- [97] *Plošné textilie. Studijní materiály*. [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, © 2017 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2006-03-22/10-16-07.pdf>

[98] DRAŠAROVÁ, Jana. *IN 23-107-01/01 Plošné zakrytí tkanin*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. Dostupné také z: [http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2023-107-01\\_01.pdf](http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2023-107-01_01.pdf)

## Příloha A ALAMBETA

Tabulka 14: Průměrné hodnoty měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %

Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ]	Volný stav	Natažení o 10 %	Natažení o 20 %
PA 6.6 vazba 1	0,04918 ± 0,00038	0,04758 ± 0,00070	0,04536 ± 0,00083
PA 6.6 vazba 2	0,05709 ± 0,00071	0,05581 ± 0,00105	0,05012 ± 0,00112
PA 6.6 vazba 3	0,04912 ± 0,00045	0,04750 ± 0,00079	0,04555 ± 0,00050
PES (CM) vazba 1	0,04833 ± 0,00034	0,04588 ± 0,00080	0,04384 ± 0,00078
PES (CM) vazba 2	0,05410 ± 0,00017	0,05069 ± 0,00101	0,04558 ± 0,00088
PES (CM) vazba 3	0,04857 ± 0,00043	0,04601 ± 0,00072	0,04484 ± 0,00029
PES (TH) vazba 1	0,05094 ± 0,00030	0,04991 ± 0,00079	0,04717 ± 0,00058
PES (TH) vazba 2	0,05601 ± 0,00044	0,05509 ± 0,00083	0,05074 ± 0,00089
PES (TH) vazba 3	0,04923 ± 0,00051	0,04726 ± 0,00086	0,04650 ± 0,00057
WO+PES vazba 1	0,04497 ± 0,00041	0,04414 ± 0,00069	0,04306 ± 0,00038
WO+PES vazba 2	0,04793 ± 0,00057	0,04614 ± 0,00063	0,04456 ± 0,00052
WO+PES vazba 3	0,04671 ± 0,00062	0,04587 ± 0,00056	0,04519 ± 0,00052

Tabulka 15: Průměrné hodnoty tepelné jímavosti  $b$  [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %

Tepelná jímavost $b$ [ $W.m^{-2}.s^{1/2}.K^{-1}$ ]	Volný stav	Natažení o 10 %	Natažení o 20 %
PA 6.6 vazba 1	87,9 ± 2,4	83,0 ± 2,4	82,9 ± 2,5
PA 6.6 vazba 2	118,1 ± 3,0	110,6 ± 2,7	104,0 ± 3,3
PA 6.6 vazba 3	88,2 ± 2,6	81,2 ± 2,1	79,3 ± 2,3
PES (CM) vazba 1	82,9 ± 1,7	73,6 ± 1,3	72,8 ± 1,8
PES (CM) vazba 2	99,3 ± 1,6	89,9 ± 2,3	77,6 ± 2,8
PES (CM) vazba 3	83,2 ± 1,9	73,4 ± 1,8	71,8 ± 2,1
PES (TH) vazba 1	98,5 ± 1,7	94,0 ± 2,4	82,2 ± 2,9
PES (TH) vazba 2	119,9 ± 2,7	110,5 ± 2,8	95,5 ± 3,1
PES (TH) vazba 3	94,8 ± 1,6	79,8 ± 2,6	74,2 ± 3,3
WO+PES vazba 1	99,4 ± 2,6	91,7 ± 2,8	80,7 ± 2,3
WO+PES vazba 2	106,5 ± 1,6	102,3 ± 2,2	95,6 ± 2,1
WO+PES vazba 3	100,9 ± 1,7	88,2 ± 2,7	82,2 ± 2,4

## Příloha B PERMETEST

Tabulka 16: Průměrné hodnoty relativní paropropustnosti  $p$  [%] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %

Relativní paropropustnost $p$ [%]	Volný stav	Natažení o 10 %	Natažení o 20 %
PA 6.6 vazba 1	59,66 ± 1,01	58,50 ± 0,62	61,70 ± 0,94
PA 6.6 vazba 2	58,03 ± 0,83	58,25 ± 1,43	60,49 ± 0,73
PA 6.6 vazba 3	45,03 ± 0,67	46,35 ± 1,16	48,63 ± 0,54
PES (CM) vazba 1	62,04 ± 1,20	59,29 ± 1,22	62,70 ± 1,13
PES (CM) vazba 2	61,90 ± 0,84	58,12 ± 1,11	60,30 ± 0,77
PES (CM) vazba 3	45,35 ± 0,85	45,16 ± 1,13	49,50 ± 1,09
PES (TH) vazba 1	61,23 ± 0,96	59,38 ± 1,30	60,99 ± 0,87
PES (TH) vazba 2	61,38 ± 0,53	58,57 ± 1,01	58,62 ± 1,08
PES (TH) vazba 3	41,53 ± 0,91	41,75 ± 1,21	43,19 ± 0,97
WO+PES vazba 1	50,39 ± 0,78	51,29 ± 0,66	54,23 ± 1,22
WO+PES vazba 2	49,00 ± 0,61	49,97 ± 1,34	50,90 ± 1,31
WO+PES vazba 3	36,68 ± 0,53	37,65 ± 1,38	40,83 ± 0,84

Tabulka 17: Průměrné hodnoty výparného odporu  $R_{et}$  [ $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ ] pletenin ve volném stavu a v natažení o 10 % a 20 %

Výparný odpor $R_{et}$ [ $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ ]	Volný stav	Natažení o 10 %	Natažení o 20 %
PA 6.6 vazba 1	3,930 ± 0,143	4,300 ± 0,089	3,820 ± 0,111
PA 6.6 vazba 2	4,130 ± 0,151	4,420 ± 0,157	4,020 ± 0,056
PA 6.6 vazba 3	6,880 ± 0,240	7,090 ± 0,133	6,340 ± 0,136
PES (CM) vazba 1	3,820 ± 0,125	4,020 ± 0,106	3,650 ± 0,136
PES (CM) vazba 2	3,890 ± 0,109	4,220 ± 0,094	4,050 ± 0,038
PES (CM) vazba 3	7,570 ± 0,286	6,980 ± 0,193	6,540 ± 0,123
PES (TH) vazba 1	3,960 ± 0,144	4,300 ± 0,095	3,810 ± 0,098
PES (TH) vazba 2	3,910 ± 0,098	4,530 ± 0,117	4,150 ± 0,103
PES (TH) vazba 3	8,860 ± 0,324	9,090 ± 0,317	7,600 ± 0,246
WO+PES vazba 1	6,320 ± 0,187	6,300 ± 0,162	5,270 ± 0,151
WO+PES vazba 2	6,490 ± 0,163	6,570 ± 0,284	6,030 ± 0,229
WO+PES vazba 3	10,820 ± 0,361	10,910 ± 0,283	8,980 ± 0,297