



Vliv technologie výroby příze na vybrané vlastnosti tkanin

Diplomová práce

Studijní program:

N3106 Textilní inženýrství

Studijní obor:

Oděvní a textilní technologie

Autor práce:

Bc. Anna Niederlová

Vedoucí práce:

Ing. Iva Mertová

Katedra technologií a struktur

Konzultant práce:

Ing. Brigita Kolčavová Sirková, Ph.D.

Katedra technologií a struktur



Zadání diplomové práce

Vliv technologie výroby příze na vybrané vlastnosti tkanin

Jméno a příjmení: Bc. Anna Niederlová
Osobní číslo: T17000021
Studijní program: N3106 Textilní inženýrství
Studijní obor: Oděvní a textilní technologie
Zadávací katedra: Katedra technologií a struktur
Akademický rok: 2017/2018

Zásady pro vypracování:

1. Popište základní parametry definující plošnou a prostorovou geometrii tkanin.
2. Rozpracujte problematiku tloušťky a zakrytí tkanin z hlediska experimentálního i teoretického.
3. Na sadě experimentálních tkanin proveďte měření (včetně hodnocení) tloušťky a zakrytí tkanin dostupnými experimentálními metodikami.
4. Na základě porovnání teoretického modelu a experimentálních hodnot proveďte zhodnocení použitelnosti stávajících modelů pro predikci tloušťky a plošného zakrytí tkanin.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

dle potřeby
cca 50 stran
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

- [1] Nosek, S.: Struktura a geometrie tkanin, Liberec 1996.
- [2] Behera, B.K., Hari, P.K.: Woven textile structure, Theory and applications, Woodhead Publishing Limited, ISBN 978-1-84569-514-9 (book), 2010.
- [3] Kolčavová Sirková, B.: Systém projektování „příze – tkanina“. Závěrečná zpráva. Výzkumné centrum Textil, Fakulta textilní, Technická univerzita v Liberci 2004.
- [4] Neckář, B.: Fabric 2 – Models and geometry, textbook, Liberec.
- [5] Kolčavová Sirková, B.: Vybrané partie ze struktury tkanin, Výukové materiály, FT, TUL 2002.
- [6] Hu, J.: Structure and mechanics of woven fabrics, Woodhead publishing, England, 2004.
- [7] Saville, B. P.: Physical testing of textiles, Woodhead publishing, England, 1999.
- [8] Normy.

Vedoucí práce:

Ing. Iva Mertová
Katedra technologií a struktur

Konzultant práce:

Ing. Brigita Kolčavová Sirková, Ph.D.
Katedra technologií a struktur

Datum zadání práce:

19. dubna 2018

Předpokládaný termín odevzdání:

10. ledna 2020

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

L.S.

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

V Liberci dne 18. dubna 2019

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 nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

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

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

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS/STAG se shodují.

5. ledna 2020

Bc. Anna Niederlová

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Ivě Mertové za její cenné rady, trpělivost, odborné vedení a za ochotu a čas strávený při konzultacích, které mi poskytla jako vedoucí mé diplomové práce. Také děkuji členům Katedry technologií a struktur. Hlavně Ing. Karolu Ježíkovi za velikou a nenahraditelnou pomoc při tkaní experimentálních vzorků a vedoucí laboratoře, paní Šárce Řezníčkové, za její asistenci a cenné rady při měření. Velký dík patří všem mým blízkým, kteří mi poskytli oporu a motivaci během celého studia.

Vliv technologie výroby příze na vybrané vlastnosti tkanin

Anotace

Diplomová práce se zaměřuje na vliv technologie výroby příze na vybrané vlastnosti tkanin. Jde o tloušťku tkaniny, plošné zakrytí tkaniny a deformaci přízí ve tkanině. Příze pro experimentální vzorky byly vyrobeny prstencovou mykanou, tryskovou a rotorovou technologií.

Práce je členěna na rešeršní a experimentální část. V rešeršní části jsou shrnuty základní parametry definující plošnou a prostorovou geometrii tkanin. Dále je pozornost věnována tloušťce tkaniny a plošnému zakrytí tkaniny. Jsou zde shrnuty metody predikce a měření těchto parametrů.

Experimentální část je věnována tvorbě experimentálních vzorků, jejich měření a vyhodnocení. Poslední část práce je věnována porovnání experimentálně získaných hodnot s hodnotami predikovanými podle známých vztahů.

Klíčová slova

Tloušťka tkaniny

Plošné zakrytí tkaniny

Deformace příze ve tkanině

Prstencová mykaná příze

Trysková příze

Rotorová příze

The influence of yarn production technology on selected fabric properties

Annotation

The master thesis focuses on the influence of yarn production technology on selected fabric properties. It is about the thickness of the fabric, the cover factor of the fabric and the deformation of the yarns in the fabric. The yarns for the experimental samples were made with ring carded, air-jet and rotor technologies.

The work is divided into a research and experimental part. The basic parameters defining the areal and spatial geometry of fabrics are summarized in the research section. The attention is also paid to the thickness of the fabric and the cover factor of the fabric. The methods of predicting and measuring these parameters are summarised here.

The experimental part is devoted to production experimental samples, measuring them and evaluating them. The last part of work is devoted to comparing experimentally obtained values with those predicted by known correlations.

Key words

Thickness of the fabric

Fabric cover factor

Deformation of yarn in woven fabric

Ring spun yarn

Air-jet spun yarn

Rotor spun yarn

Obsah

Seznam symbolů a zkratek	9
Úvod	13
Rešeršní část	14
1. Struktura tkaniny	14
1. 1 Základní parametry osnovních a útkových nití	15
1. 1. 1 Jemnost nití	15
1. 1. 2 Zákrut	16
1. 1. 3 Průměr příze	17
1. 1. 3. 1 Substanční průměr příze	17
1. 1. 4 Druh vláken	18
1. 2 Plošná geometrie tkaniny	18
1. 2. 1 Dostava nití ve tkanině	19
1. 2. 2 Hustota tkaniny	20
1. 2. 3 Vazba tkaniny	21
1. 2. 3. 1 Složitost vazeb	22
1. 2. 4 Plošná hmotnost tkaniny	22
1. 2. 5 Setkání nití ve tkanině	23
1. 2. 6 Vazná buňka ve tkanině	24
1. 2. 6. 1 Rozteč nití v provázání	24
1. 2. 6. 2 Flotáž nití ve tkanině	25
1. 3 Prostorová geometrie tkaniny	26
1. 3. 1 Zvlnění osnovních a útkových nití, výška vazné vlny	26
1. 3. 2 Délka nitě ve vazném bodě a úhly provázání	28
1. 3. 3 Deformace příze ve vazném bodě	29
1. 3. 3. 1 Pierceův model	29
2. Tloušťka tkaniny	31
2. 1 Měření tloušťky tkaniny	32
2. 1. 1 Měření tloušťky tkaniny z příčných řezů	32
2. 1. 1. 1 Měkké řezy	32
2. 1. 1. 2 Tvrdé řezy	33
2. 1. 1. 3 Vyhodnocení příčných řezů	33

2. 1. 2 Přístroje pro měření tloušťky tkanin	34
2. 1. 2. 1 Tloušťkoměry	34
2. 1. 2. 1. 1 Digitální tloušťkoměr SDL M034A	34
2. 1. 2. 1. 2 Ruční tloušťkoměr	35
2. 1. 2. 1. 3 Tloušťkoměr Mesdan	36
2. 1. 2. 2 Alambeta	37
2. 1. 2. 3 KES (Kawabata Evaluation System)	38
2. 1. 2. 4 FAST (Fabric assurance by simple testing)	39
3. Plošné zakrytí tkaniny	40
3. 1 Měření plošného zakrytí tkanin podle interní normy	40
4. Literární rešerše	42
Experimentální část	46
5. Materiál pro experimentální vzorky	46
6. Tkaní experimentálních vzorků	49
6. 1 Tkaní experimentálních vzorků – sada 1	49
6. 2 Tkaní experimentálních vzorků – sada 2	52
7. Hodnocení vybraných parametrů tkanin	56
7. 1 Hodnocení tloušťky tkaniny	56
7. 2 Hodnocení plošného zakrytí tkaniny	59
7. 3 Hodnocení deformace příze	62
8. Zhodnocení použitelnosti stávajících modelů pro predikci parametrů tkanin	65
8. 1 Tloušťka tkaniny	65
8. 2 Plošné zakrytí tkaniny	68
Závěr	72
Zdroje a použitá literatura	74
Seznam obrázků	76
Seznam tabulek	78
Seznam příloh	79
Přílohy	80

Seznam symbolů a zkratk

a	$[ktex^{2/3} \cdot m^{-1}]$	...	<i>Phrixův zákrutový koeficient</i>
a	$[mm]$	...	<i>šířka příze</i>
A	$[mm]$	...	<i>skutečná rozteč útkových nití</i>
A_{min}	$[mm]$	...	<i>minimální rozteč útkových nití ve tkanině</i>
b	$[mm]$	...	<i>výška příze</i>
B	$[mm]$	...	<i>skutečná rozteč osnovních nití</i>
B_{min}	$[mm]$	...	<i>minimální rozteč osnovních nití ve tkanině</i>
$\check{C}p$	$[pz/100 mm]$	...	<i>číslo paprsku</i>
d	$[mm]$	...	<i>průměr příze</i>
D_{ct}	$[pn/100 mm]$	...	<i>skutečná čtvercová dostava tkaniny</i>
$D_{ct max}$	$[pn/100 mm]$	...	<i>stoprocentně hustá čtvercová dostava tkaniny</i>
d_o	$[mm]$	...	<i>obecné označení pro průměr osnovní nitě</i>
D_o	$[pn/100 mm]$	...	<i>dostava osnovy</i>
$D_{o max}$	$[pn/100 mm]$	...	<i>maximální teoretická dostava osnovních nití ve tkanině</i>
D_s	$[mm]$	...	<i>substanční průměr příze</i>
d_{str}	$[mm]$	...	<i>střední průměr nití ve tkanině</i>
d_u	$[mm]$	...	<i>obecné označení pro průměr útkové nitě</i>
D_u	$[pn/100 mm]$	...	<i>dostava útku</i>
$D_{u max}$	$[pn/100 mm]$	...	<i>maximální teoretická dostava útkových nití ve tkanině</i>
e_o	$[-]$...	<i>míra zvlnění osnovy</i>

e_u	[-]	...	<i>míra zvlnění útku</i>
f	[-]	...	<i>stupeň provázání tkaniny</i>
f^m	[-]	...	<i>opravný činitel neplátnové vazby</i>
H	[%]	...	<i>hustota (plnost) tkaniny</i>
h_o	[mm]	...	<i>výška zvlnění (vazné vlny) osnovy</i>
H_o	[-]	...	<i>dílčí složka určující hustotu osnovní soustavy</i>
h_u	[mm]	...	<i>výška zvlnění (vazné vlny) útku</i>
H_u	[-]	...	<i>dílčí složka určující hustotu útkové soustavy</i>
l	[km]	...	<i>délka příze</i>
l	[m.min ⁻¹]	...	<i>dodávka materiálu</i>
L_o	[mm]	...	<i>délka osnovní nitě vytažené z tkaniny</i>
L_{tk}	[m]	...	<i>délka tkaniny</i>
L_u	[mm]	...	<i>délka útkové nitě vytažené z tkaniny</i>
$L_{vz tk}$	[mm]	...	<i>délka vzorku tkaniny ve směru po osnově</i>
m	[g]	...	<i>hmotnost příze</i>
m	-	...	<i>vazebný exponent vystihující podsouvání nití pod sebe ve volných vazbách</i>
M_1	[g.bm ⁻¹]	...	<i>hmotnost běžného metru tkaniny</i>
M_2	[g.m ⁻²]	...	<i>hmotnost metru čtverečného tkaniny</i>
M_o	[g.m ⁻²]	...	<i>hmotnost osnovní soustavy nití ve tkanině</i>
M_u	[g.m ⁻²]	...	<i>hmotnost útkové soustavy nití ve tkanině</i>
n	[min ⁻¹]	...	<i>počet otáček krutného orgánu</i>

N_e	[840yd.lb]	...	číslo anglické
N_m	[m.g ⁻¹]	...	číslo metrické
n_o	-	...	počet osnovních nití
n_u	-	...	počet útkových nití
pn	-	...	počet nití
S	[mm]	...	kruhový průřez substanční plochy
s_o	[%]	...	setkání osnovy
s_u	[%]	...	setkání útku
$\check{S}p$	[cm]	...	paprsková šíře
$\check{S}tk$	[cm]	...	šířka tkaniny
$\check{S}_{vz,tk}$	[mm]	...	šířka vzorku tkaniny ve směru po útku
t	[mm]	...	tloušťka tkaniny
T	[tex]	...	jemnost délkových textilií
T_d	[den]	...	jemnost chemického hedvábí
T_o	[tex]	...	jemnost osnovní příze
T_u	[tex]	...	jemnost útkové příze
V	[m ³]	...	objem vláken
Z	[m ⁻¹]	...	zákrut příze
Z	[%]	...	plošné zakrytí tkaniny
Z_o	[%]	...	plošné zakrytí osnovy
Z_s	[m ⁻¹]	...	strojový zákrut příze

Z_u	[%]	...	<i>plošné zakrytí útku</i>
α	[$ktex^{1/2} \cdot m^{-1}$]	...	<i>Köchlinův zákrutový koeficient</i>
α	[-]	...	<i>rozšíření nitě ve tkanině</i>
β	[-]	...	<i>stlačení nitě ve tkanině</i>
δ_o	[-]	...	<i>relativní průměr osnovy</i>
δ_u	[-]	...	<i>relativní průměr útku</i>
μ	[-]	...	<i>zaplnění příze</i>
ρ	[$kg \cdot m^{-3}$]	...	<i>hustota vláken</i>
φ	[°]	...	<i>úhel provázání přízí ve tkanině</i>

Úvod

Tato diplomová práce studuje vliv technologie výroby příze na vybrané vlastnosti tkanin. Hlavními vlastnostmi, na které je zaměřena pozornost, jsou tloušťka tkaniny, plošné zakrytí tkaniny a deformace přízí ve tkanině. Tyto vlastnosti nejvíce ovlivní různá struktura příze, která vznikne rozdílnou technologií výroby příze. Různá technologie výroby příze způsobí také rozdílné základní parametry přízí, jako je průměr, nestejnomyšnost či chlupatost příze. Předpokládáme, že všechny tyto rozdíly se projeví právě ve vybraných vlastnostech tkaniny, které jsou vybrány pro experimentální proměření.

Tloušťka tkaniny, stejně jako plošné zakrytí tkaniny, je důležitý parametr, který ovlivňuje mechanické i užité vlastnosti výsledného materiálu. Vnitřní struktura tkaniny se věnovalo již mnoho odborníků a vědeckých prací. Bylo navrženo několik modelů, které umožňují predikci tloušťky a plošného zakrytí tkaniny i dalších parametrů.

Teoretická část práce je věnována základním parametrům definujícím plošnou a prostorovou geometrii tkanin. V další části se zaměřuje na tloušťku tkaniny a plošné zakrytí tkaniny. Jsou zde shrnuty způsoby predikce tloušťky a plošného zakrytí tkaniny, postupy měření a potřebné přístrojové vybavení. Literární rešerše je zaměřena na výčet několika dosavadních výzkumů, které se věnují problematice tloušťky a plošného zakrytí tkaniny.

Cílem experimentální části je zhodnotit vliv technologie výroby příze na vybrané vlastnosti tkaniny. Byly zvoleny tloušťka tkaniny a plošné zakrytí tkaniny. Pro hodnocení tloušťky tkaniny bylo zvoleno měření na tloušťkoměru firmy Mesdan. Plošné zakrytí tkaniny bylo zhodnoceno na základě mikroskopických snímků zpracovaných pomocí obrazové analýzy. Dále se experimentální část věnuje výpočtům tloušťky a plošného zakrytí podle známých vztahů a porovnání těchto hodnot s hodnotami experimentálně zjištěnými.

Rešeršní část

1. Struktura tkaniny

Tkanina je plošný textilní útvar. Vzniká vzájemným provázáním dvou soustav nití, které jsou na sebe kolmé. Jedná se o soustavu osnovní a útkovou. V některých případech může tkanina vznikat i provázáním více soustav nití. Soustavou osnovní je rozuměna soustava, která je vedena v podélném směru tkaniny a odpovídá tedy směru výroby tkaniny. Soustava útkových nití je vedena v příčném směru, který je kolmý ke směru výroby tkaniny. [1]

Konstrukce tkaniny bývá obvykle definována materiálem, vazbou, dostavou a číslem použité příze. Tyto údaje jsou dohromady nositelem o tzv. plošné geometrii tkaniny. Jedná se o soubor údajů, které definuje desinatér sám. Určuje tím rozložení jednotlivých efektů ve tkanině a její základní parametry. Tyto údaje hodnotí tkaninu pouze z hlediska vnějšího uspořádání jak vzoru ve tkanině, tak i samotných nití v jednotlivých soustavách. Tkaninu samotnou lze těmito údaji definovat pouze z části.

Další důležitou složkou pro hodnocení tkaniny je prostorová geometrie tkaniny. Mezi její hlavní parametry patří zvlnění osnovy a útku ve vazné buňce tkaniny. Prostorovou geometrii ovlivňuje typ a seřízení tkacího stroje. Prostorová geometrie samotná bývá často nazývána strukturou tkaniny. [1], [2], [3]

Struktura tkaniny významně ovlivňuje parametry nároků uživatele. Mezi závislé parametry patří například poddajnost neboli omak textilie, dále podélná pružnost, vzhled výrobku, setkání nití, zakrytí a hmotnost tkaniny. Na struktuře tkaniny jsou závislé také údaje pro výrobu. Jedná se například hustoty nití, mezní dostavy nití, tkací odpor či samotný průběh tkacího procesu. [2]

Při sledování závislostí mezi strukturou tkaniny, tkacím procesem a výslednými vlastnostmi tkaniny je možné operovat s teoretickými úvahami jen zčásti. Kde není možné tyto úvahy použít, je nutné uplatňovat empirické poznatky, které jsou matematicky nebo tabelárně vhodně formulované. [2]

Prostorová geometrie tkaniny se obvykle znázorňuje separátně ve dvou na sebe kolmých řezech. Struktury obou řezů jsou spolu svázány rovnovážnými rovnicemi popisujícími vztahy mezi rovinnými geometriemi obou řezů a prostorovým rozložením sil v nitech. Velikost jednotlivých silových i deformačních poměrů ve tkanině určují výstupní geometrické parametry (například délka a úhel provázání), které jsou definované na základě vstupních geometrických parametrů. [1], [2]

V této kapitole budou dále rozebírány vybrané parametry přízí a tkanin, které mají vliv na výslednou tloušťku tkaniny nebo její zakrytí.

1.1 Základní parametry osnovních a útkových nití

Základní parametry osnovních nebo útkových nití do značné míry také ovlivňují výsledný finální produkt. Proto je na místě, aby některé z nich byly definovány.

1.1.1 Jemnost nití

Jemnost délkových textilií (označení T) vyjadřuje vztah mezi hmotností textilie a její délkou. [4]

Jemnost příze se vypočítá podle vztahu:

$$T = \frac{m}{l}, \quad (1)$$

kde T je výsledná jemnost příze [tex], m je hmotnost příze [g] a l je délka příze [km]. [5]

Dalším možným vyjádřením jemnosti příze, při využití hodnoty objemu vláken (označení V) a hustoty vláken (označení ρ) v přízi, je:

$$T = \frac{V}{l} \rho, \quad (2)$$

kde T je jemnost [tex], V je objem vláken [m^3], l je délka příze [km] a ρ je hustota vláken v přízi [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]. [5]

Geometricky chápanou jemnost příze je možné popsat objemem vláken v jednotce délky (pomocí vztahu V/l). Normovaná hodnota jemnosti příze však obsahuje i vliv

hustoty vláken v přízi. Proto není možné normovanou veličinu jemnosti porovnávat s geometricky chápanou jemností přízi z různých materiálů. [5]

Je známo několik způsobů vyjádření jemnosti příze. Mezi nejznámější patří soustava tex, titr deniér, číslo metrické a číslo anglické. Soustava tex vyjadřuje, kolik gramů váží jeden kilometr délkové textilie. Pro základní jednotku 1 tex platí vztah:

$$tex = \frac{g}{km}. \quad (3)$$

Vyjádření pomocí titr deniéru (označení T_d [den]) je zpravidla využíváno pro vyjádření jemnosti chemického hedvábí. Číslo metrické (označení Nm) vyjadřuje, kolik metrů délkové textilie váží jeden gram. Číslo anglické (označení Ne) je určeno pro každý materiál zvlášť. Vyjadřuje, kolik přaden o určité délce v yardech připadne na jednu libru materiálu. [4]

1. 1. 2 Zákrut

Zákrutem (označení Z) se rozumí počet otáček, které vloží pracovní krutný orgán (například rotor, vřeteno) do rovnoměrného vlákenného svazku, na 1 m délky. [6]

Zákrut je možné vyjádřit několika různými způsoby. Například ho lze vyjádřit z parametrů stroje. Tento zákrut je pak označován jako zákrut strojový (označení Z_s). Je ho možné vypočítat podle vztahu:

$$Z_s = \frac{n}{l}, \quad (4)$$

kde Z_s [m^{-1}] odpovídá hodnotě strojového zákrutu, n je počet otáček krutného orgánu [min^{-1}] a l značí dodávku materiálu [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]. [4]

Další způsob, jak vyjádřit počet zákrutů, je využití zákrutových koeficientů, které vycházejí ze šroubovicového modelu uložení vláken v přízi.

Köchlinův zákrutový koeficient má tvar α [$ktex^{1/2} \cdot m^{-1}$]. Zákrut podle Köchlina se pak vypočítá podle vzorce:

$$Z[m^{-1}] = \alpha [ktex^{1/2} \cdot m^{-1}] \cdot \frac{31,623}{\sqrt{T[tex]}}. \quad (5)$$

Phrixův zákrutový koeficient má tvar $a [ktex^{2/3} \cdot m^{-1}]$. Pro výpočet zákrutu podle Phrixe platí následující vztah:

$$Z[m^{-1}] = a [ktex^{2/3} \cdot m^{-1}] \cdot \frac{100}{\sqrt[3]{T[txe]^2}} \cdot [4] \quad (6)$$

1. 1. 3 Průměr příze

Pro reálný průměr příze (označení D) vyplývá následující výpočetní vztah:

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi\mu}} = \sqrt{\frac{4T}{\pi\mu\rho}} = \frac{D_S}{\sqrt{\mu}}, \quad (7)$$

kde D je reálný průměr příze [mm], S je kompaktní kruhový průřez substanční plochy, μ je zaplnění příze, T je jemnost příze [tex], ρ je hustota vláken v přízi [$kg \cdot m^{-3}$] a D_S je substanční průměr. [5]

Průměr přízi z hlediska plošného zaplnění tkaniny je problematický. Plošné zaplnění tkaniny má těsný vztah s plností vzhledu tkaniny. Bylo by tedy správné operovat s efektivním průměrem příze ve smyslu opticky viditelného průřezu. Optický průřez příze se ale mění podle materiálu použitého k výrobě příze, podle zákrutu příze i podle vazby tkaniny. [2]

Pro tvorbu porovnávacího činitele zakrytí může být průměr příze definován například i dohodou. Podle kruhového průřezu efektivního jádra příze z vláken stlačených k sobě definovaným tlakem, který řádově odpovídá silám ve tkanině. Je-li známa měrná hmotnost příze z tabulek, pak pro výpočet efektivního průměru kruhového průřezu příze platí vztah pro výpočet substančního průměru, který bude uveden níže. [2]

1. 1. 3. 1 Substanční průměr příze

Kdyby byla příze pomyslně stlačena tak, aby se z ní vytlačil všechn vzduch, vznikl by kompaktní kruhový průřez substanční plochy (označení S) se substančním průměrem (označení D_S). [5]

Lze ho vypočítat podle následujícího vztahu:

$$D_S = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4T}{\pi\rho}}, \quad (8)$$

kde D_S je substanční průměr příze [mm], S je kompaktní kruhový průřez substanční plochy [mm²], T je jemnost vláken [tex] a ρ je hustota vláken [kg.m⁻³].

Důležité je poznání a uvědomění, že substanční průměr příze je vždy menší než skutečný průměr příze. [5]

1. 1. 4 Druh vláken

Dalším parametrem, který ovlivňuje výsledné vlastnosti a charakteristiku finální tkaniny je výběr vstupního materiálu pro tvorbu přízí. Každý materiál, ať přírodní či syntetický, má své specifické vlastnosti, které se sice dají při výrobě i finálně ovlivnit, ale nikdy ne zcela. Proto je potřeba s nimi už od začátku počítat.

1. 2 Plošná geometrie tkaniny

Plošná geometrie tkaniny se obvykle znázorňuje tzv. vzornicí, ze které vyplývá vzor tkaniny i samotný způsob provázání. Tato vzornice se obvykle kreslí na čtverečkový papír jako sled tmavých a světlých čtverečků. Body odpovídají znázornění polohy osnovních nití vzhledem ke střední rovině tkaniny. [3]

Jiná možnost pro znázornění vzornice je využití matice strukturálních vazebních modelů. Velikost dané matice odpovídá velikosti střídy vazby. Počet osnovních nití ve střídě vazby určuje počet řádků a počet útkových nití ve střídě vazby určuje počet sloupců. Prvky matice vycházejí ze vzájemného provázání jednotlivých nití osnovy a útku. [3]

Plošná geometrie tkaniny je hlavně dána parametry dostav nití ve tkanině a vazbou tkaniny. Proto budou v následujících kapitolách rozebrány. Plošnou geometrii tkaniny značně ovlivňují parametry použitých přízí, které byly zmíněny výše.

1. 2. 1 Dostava nití ve tkanině

Pojem dostava tkaniny vyjadřuje počet nití (označení pn) na určitou délku. Dostava tkaniny bývá definována zvlášť pro osnovní soustavu nití (označení D_o) a zvlášť pro útkovou soustavu nití (označení D_u). [7]

Příkladem určité délky, na níž bývá dostava tkaniny definována, je délka 100 mm. Lze ale nalézt i informace o dostavách na 10 mm, či jiné. [7]

Při hodnocení struktury tkaniny se zavádí i další typy dostavy, vyjádřené například na základě Brierleyho teorie geometrie tkanin. Jde o stoprocentně husté čtvercové dostavy tkanin v plátnové i jiné vazbě (označení $D_{ct\ max}$), nebo skutečné čtvercové dostavy tkanin v plátnové a neplátnové vazbě (označení D_{ct}). [7]

U stoprocentně husté čtvercové tkaniny jsou osnovní a útkové nitě myšleny jako stejné dráty kruhového průřezu z homogenního materiálu bez vzduchových mezer, kde vzájemné dotyky obou soustav nití leží v osové rovině tkaniny. Nitě se vzájemně dotýkají. Mezi jednou soustavou nití těsně provazuje soustava druhá. [7]

Pro stoprocentně hustou čtvercovou dostavu tkaniny v plátnové vazbě pak platí následující vztah:

$$D_{ct\ max} [pn/100\ mm] = \frac{100}{\sqrt{4d_{str}^2 - d_{str}^2}}, \quad (9)$$

který je vyjádřen na základě středního průměru nití ve tkanině označených d_{str} [mm]. [7]

Dále je možné tuto dostavu vyjádřit na základě hodnot maximální teoretické dostavy osnovních nití ve tkanině (označení $D_{o\ max}$) a maximální teoretické dostavy útkových nití ve tkanině (označení $D_{u\ max}$):

$$D_{ct\ max} [pn/100\ mm] = D_{o\ max}^{\frac{2}{5}} \cdot D_{u\ max}^{\frac{3}{5}}, \quad (10)$$

kde hodnoty maximální teoretické dostavy osnovních a útkových nití $D_{o\ max}$, $D_{u\ max}$ jsou v jednotkách [pn/100 mm].

Do rovnice 15 je potřeba dosadit následující dvě rovnice:

$$D_{o\ max} [pn/100\ mm] = \frac{100}{B_{min}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot d_o}, \quad (11)$$

$$D_{u\ max} [pn/100\ mm] = \frac{100}{A_{min}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot d_u}, \quad (12)$$

kde B_{min} je minimální rozteč osnovních nití ve tkanině [mm], A_{min} značí minimální rozteč útkových nití ve tkanině [mm], d_o je obecné označení pro průměr osnovní nitě [mm] a d_u obecně označuje průměr útkové nitě [mm].

Pro skutečnou čtvercovou dostavu tkanin v plátnové vazbě pak platí vztah:

$$D_{ct} [pn/100\ mm] = D_{ct\ max} \cdot \frac{H}{10^2}, \quad (13)$$

kde $D_{ct\ max}$ značí stoprocentně hustou čtvercovou dostavu tkaniny [pn/100 mm] a H je hustota (plnost) tkaniny [%]. [7]

V případě vyjádření dostav tkaniny v jiné než plátnové vazbě lze využít vztahy vyjádřené pro plátnovou vazbu. Je však nutné je rozšířit o tzv. opravný činitel provázání, který zachycuje vliv provázání dané vazby ve tkanině. Vyjádření tohoto opravného činitele provázání, včetně vyjádření dostavy neplátnových vazeb, bude uvedeno později (viz kapitola 1. 2. 6. 2). [7]

1. 2. 2 Hustota tkaniny

Plnost tkaniny neboli hustota tkaniny (označení H) vyjadřuje poměr mezi skutečnou dostavou tkaniny a její maximálně možné dosažitelnou dostavou tkaniny.

Skutečná tkanina je řidší a to hned z několika omezujících důvodů. Prvním omezením je známá skutečnost, že jednotlivé útky není možné obvykle přirazit tak těsně vedle sebe, jak určuje stoprocentní dostava tkaniny. Dále pak není možné vyrušit veškeré vzduchové mezery v jednotlivých nitech. [7]

Obecně pro výpočet hustoty tkaniny platí vzorec:

$$H = \frac{D_{ct}}{D_{ct\ max}}, \quad (14)$$

kde H je hustota tkaniny [%], D_{ct} je hodnota skutečné čtvercové dostavy tkaniny [pn/100 mm] a $D_{ct \max}$ značí stoprocentně hustou čtvercovou dostavu tkaniny [pn/100 mm]. [7]

V případě, kdy jsou známé hodnoty dostav jednotlivých soustav nití (osnovní i útkové), lze pro výpočet hustoty tkaniny využít následující vztahy:

$$H_o = \frac{D_o}{D_{ct \max}}, \quad (15)$$

$$H_u = \frac{D_u}{D_{ct \max}}, \quad (16)$$

$$H = (H_o)^{\frac{2}{5}} \cdot (H_u)^{\frac{3}{5}}, \quad (17)$$

kde H_o, u jsou jednotlivé dílčí složky určující hustotu (plnost) osnovní a útkové soustavy nití, D_o, u značí dostavu osnovy a útku [pn/ 100 mm] a $D_{ct \max}$ je stoprocentně hustá čtvercová dostava tkaniny [pn/100 mm]. [7]

1. 2. 3 Vazba tkaniny

Vazba tkaniny udává způsob vzájemného provázání osnovní a útkové soustavy nití. Správná volba vazby ve tkanině je důležitá jak pro vlastní stavbu tkaniny, tak jí i dodává další nezbytné mechanické či užité vlastnosti, jako jsou například pevnost, tažnost, prodyšnost, drsnost, omak, ohebnost a další. [3]

Je známo, že v provázání nití ve tkanině existují pouze čtyři strukturální vazebné modely. Jsou jimi úplné křížení osnovních a útkových nití, částečné křížení, zdvojení nití a úplná flotáž. [8]

Pro vazbu tkaniny je charakteristická její pravidelně se opakující část. Ta bývá nazývána střídou vazby. Střídu každého vzoru je možné definovat na základě velikosti v příčném i podélném směru tkaniny a podle složitosti provázání v příčném i podélném směru. Oba parametry do značné míry ovlivňují výslednou strukturu tkaniny. Vyjádření velikosti i složitosti provázání před tkaním je možné několika způsoby. Provázání tkaniny lze plošně zobrazit pomocí rozkreslení jednotlivých vazných bodů do vzornice.

Nebo je možné zobrazení v plošném i příčném řezu. Tehdy se jedná o vyjádření konkrétní vazné vlny, hlavně jejího tvaru. [3]

1. 2. 3. 1 Složitost vazeb

Vazná vlna a její tvar jsou dány složitostí provázání. Tvar vazné vlny v každém typu provázání je dán přechodovým úsekem a úsekem, který neprovazuje. Obecně lze vazby rozdělit, vzhledem k provázání nití v podélném a příčném směru, na symetrické a nesymetrické. Mezi vazby symetrické patří základní vazby (plátno, atlas, kepr). Mezi nesymetrické vazby pak patří vazby rozšířené. [3]

U symetrických vazeb je provázání ve směru osnovních nití shodné s provázáním ve směru útkových nití. Základní vazby jsou charakteristické tím, že provázání těchto vazeb je složeno z konstantního počtu přechodových úseků a proměnlivým počtem flotážních úseků. Plátnová vazba obsahuje v provázání pouze přechodové úseky. Díky tomu je označována jako vazba s nejhustším provázáním. U dalších základních vazeb je rozdíl ve velikosti neprovazujícího úseku, čímž se řadí do skupiny volných vazeb. Odlišnost těchto vazeb určuje způsob provázání. Pro keprové základní vazby je charakteristické úhlopříčné řádkování. [3]

Pro nesymetrické neboli rozšířené vazby existuje mnoho možných kombinací neprovazujících nití v sousedství. Proto je možné vytvořit mnoho tvarů různých vln. Tato skupina je charakteristická neshodným provázáním nití ve směru osnovních a útkových nití. Samotný tvar vazné vlny závisí na stupni provázání nitě ve tkanině, tj. na specifickém počtu přechodových úseků jedné soustavy nití z lící strany na rubní a zpět. Tvar vazné vlny také závisí na počtu a velikosti neprovazujícího úseku nití v provázání. Základní skupinu nesymetrických vazeb tvoří odvozené vazby od základních. Například odvozené vazby od plátnové vazby jsou rypsy či panama. [3]

1. 2. 4 Plošná hmotnost tkaniny

Plošná hmotnost tkaniny závisí na dostavě v jednotlivých soustavách nití, na jejich jemnosti a také na setkání osnovních a útkových nití.

Je rozlišována hmotnost běžného metru tkaniny (označení M_l nebo M_{bm}) a hmotnost metru čtverečního tkaniny (označení M_2). [7]

Obecně pro výpočet hmotnosti tkaniny platí vztahy:

$$M_1 = (M_o + M_u) \cdot \check{S}tk \cdot 10^{-2}, \quad (18)$$

$$M_2 = M_o + M_u, \quad (19)$$

kde M_l je hmotnost běžného metru tkaniny [$\text{g} \cdot \text{bm}^{-1}$], M_o je hmotnost osnovní soustavy nití ve tkanině [$\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$], M_u je hmotnost útkové soustavy nití ve tkanině [$\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$] a $\check{S}tk$ je šířka tkaniny [cm]. [7]

Po dosazení pak platí vztahy:

$$M_1 = \left[D_o \cdot T_o \cdot \left(1 + \frac{s_o}{10^2} \right) + D_u \cdot T_u \cdot \left(1 + \frac{s_u}{10^2} \right) \right] \cdot \check{S}tk \cdot 10^{-4}, \quad (20)$$

$$M_2 = \left[D_o \cdot T_o \cdot \left(1 + \frac{s_o}{10^2} \right) + D_u \cdot T_u \cdot \left(1 + \frac{s_u}{10^2} \right) \right] \cdot 10^{-2}, \quad (21)$$

kde $D_{o,u}$ jsou dostavy osnovy a útku [pn/100 mm], $T_{o,u}$ jsou jemnosti osnovní a útkové přize [tex] a $s_{o,u}$ jsou hodnoty setkání osnovy a útku [%]. [7]

1. 2. 5 Setkání nití ve tkanině

Setkání nití vyjadřuje zkrácení osnovy či útku vlivem provázání nití ve tkanině po zatkání. Setkání je definováno zvlášť pro osnovní soustavu nití a zvlášť pro útkovou soustavu nití. [7]

Pro vyjádření hodnot setkání platí vztahy:

$$S_o = \frac{L_o - L_{vz tk}}{L_{vz tk}} \cdot 10^2, \quad (22)$$

$$S_u = \frac{L_u - \check{S}_{vz tk}}{\check{S}_{vz tk}} \cdot 10^2, \quad (23)$$

kde $s_{o, u}$ jsou hodnoty setkání osnovy a útku [%], $L_{o, u}$ jsou hodnoty délky osnovní a útkové nitě vytažené z tkaniny [mm], $L_{vz, tk}$ značí délku vzorku tkaniny ve směru po osnově [mm] a $\check{S}_{vz, tk}$ označuje šířku vzorku tkaniny ve směru po útku [mm]. [7]

Možností k vyjádření setkání nití ve tkanině je hned několik. Například vyjádření délky vazné vlny ve tkanině na základě teoretických modelů. Dále je možné experimentální proměření délky vazné vlny ve tkanině na základě využití obrazové analýzy. V neposlední řadě lze experimentálně proměřit délku jak osnovní nitě, tak i útkové nitě vytažené ze vzorové tkaniny. [7]

1. 2. 6 Vazná buňka ve tkanině

Základem studia jak pro plošnou strukturu tkaniny, ale i pro prostorovou strukturu tkaniny, je tzv. vazná buňka, která vychází z použitého provázání nití ve tkanině.

Vazná buňka je charakteristická střidou vazby, vlastnostmi nití a napjatostí tkaniny. Jedná se o jedno zakřížení osnovy a útku v půdorysném pohledu. Výchozí představa plošné geometrie tkaniny je v podstatě model, ve kterém jsou všechny vazné body tkaniny v jedné rovině. V této geometrii je pak možné operovat i s více než stoprocentním zaplněním tkaniny i s možností vzájemného přepočítávání dostav a jemností příze na stejný stupeň zakrytí či zaplnění tkaniny. Více než stoprocentní údaje jsou však možné ve skutečnosti jen při vychýlení vazných bodů nad lícovou a rubovou rovinu tkaniny. Z toho důvodu mají všechny údaje vyplývající z plošných geometrií tkaniny jen srovnávací hodnotu. Lze jimi pouze hodnotit, která tkanina je hustší, plnější, těžší nebo klade větší odpor a je z toho důvodu obtížněji setkatelná. [2], [3]

1. 2. 6. 1 Rozteč nití v provázání

Velikost vazby ve tkanině je možné vyjádřit na základě velikosti střidy. Tu je možné charakterizovat počtem osnovních nití (označení n_o) a počtem útkových nití (označení n_u). [7]

Okolí jednoho zakřížení osnovní a útkové nití je nazýváno vazným bodem. Vazný bod tkaniny je též označován jako vazná buňka tkaniny. [7]

Je rozlišována skutečná rozteč útkových nití (označení A) a skutečná rozteč osnovních nití (označení B). Pro skutečné rozteče nití platí vztahy:

$$A[mm] = \frac{1}{D_u} \cdot 10^2, \quad (24)$$

$$B[mm] = \frac{1}{D_o} \cdot 10^2, \quad (25)$$

kde $D_{o,u}$ označuje dostavu osnovy a útku [pn/100 mm]. [7]

1. 2. 6. 2 Flotáž nití ve tkanině

Díky neprovazujícím úsekům nití ve tkanině u neplátnových vazeb lze dosáhnout větších dostav než u plátna. [7]

Neprovazující volně ležící úsek nití ve tkanině je nazýván flotáž. Tu je možné definovat pouze u neplátnových vazeb. [7]

Užitím Brierleyho teorie lze vliv neprovázání nití na dostavy jednotlivých soustav vyjádřit na základě opravného činitele (označení f^m). Obecně při vyjádření maximální a skutečné čtvercové dostavy tkaniny platí vztahy:

$$D_{ct\ max}[pn/100\ mm] = D_{ct\ max} \cdot f^m, \quad (26)$$

$$D_{ct}[pn/100\ mm] = D_{ct} \cdot f^m. \quad (27)$$

Koeficient provázání, pro vyjádření stupně provázání u základních vazeb tkaniny, je dán následujícím vztahem:

$$f = \frac{\text{počet vazných bodů ve střídě}}{\text{počet průchodů útku z rubu na líc a obráceně}}. \quad (28)$$

Pro vyjádření stupně provázání pro odvozené vazby nebo vazby volně sestavované, u kterých není v každém řádku stejný počet průchodů útku mezi rubem a lícem,

tak v tomto případě se počítá s průměrným počtem spojek v celé vazební střídě tkaniny. Pro koeficient provázání pak platí:

$$f = \frac{\text{počet řádků s rozdílným počtem průchodů ve střídě}}{\frac{\text{počet průchodů v řádku}}{\text{počet vazných bodů v řádku}}} \cdot [7] \quad (29)$$

Mezi další parametry plošné geometrie tkaniny patří například vzor tkaniny, číslo paprsku (označení $\check{C}p$ s jednotkou $pz/100\text{ mm}$), paprsková šíře (označení $\check{S}p$ udávána v centimetrech), šířka tkaniny (označení $\check{S}tk$ udávána v centimetrech) a délka tkaniny (označení Ltk udávána v metrech). Tyto údaje nejsou pro tuto práci podstatné, proto není nutné se jimi více zabývat.

1.3 Prostorová geometrie tkaniny

Prostorová geometrie tkanin zahrnuje parametry zvlnění osnovních a útkových nití, výšku vazné vlny a deformaci příze ve vazném bodě, které jsou pro experimentální část této diplomové práce klíčové. Dalšími parametry prostorové geometrie jsou délka nitě ve vazném bodu a úhly provázání. Tyto parametry budou v následující kapitole rozebrány.

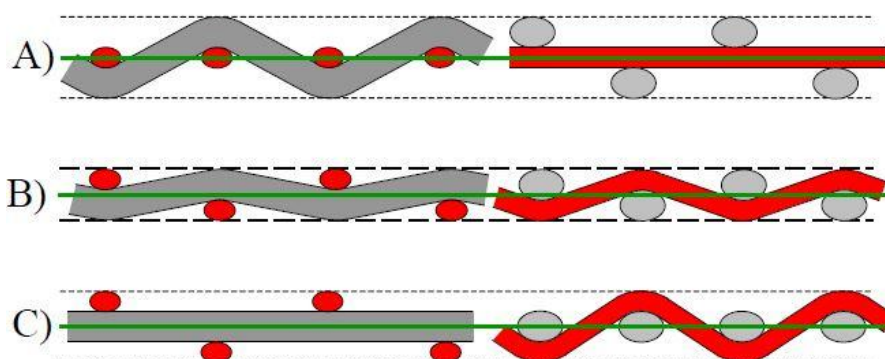
1.3.1 Zvlnění osnovních a útkových nití, výška vazné vlny

Zvlnění příze ve tkanině lze definovat jako změnu geometrie výchozí nitě způsobenou přechodem do tkaniny. Výchozí nit je původně rovná, spíše přímková. Ta se zvlní provázáním s ostatními nitěmi. Pro zvlnění je důležitá podmínka, že jsou nitě ve vzájemném dotyku. [23]

Zvlnění je základním parametrem, který ovlivňuje sklon nitě vzhledem k ose tkaniny. Z tkaniny obecně vystupují vazné body jedné nebo naopak druhé soustavy nití. Záleží při tom na použitém přírazném systému, na tahové síle v osnově a útku, na dostavě, materiálu a dalších parametrech. [7]

Mírou zvlnění nitě ve tkanině je výška vazné vlny. Tou je nazývána největší vzdálenost osy od střední roviny tkaniny. Na následujícím obrázku jsou znázorněny tři vybrané případy zvlnění tkaniny. [23]

- A) Maximální zvlnění útku, které nastane v případě naprosto rovné, nezvlněné osnovy.
- B) Tzv. vyrovnaná tkanina, kdy osnovní a útkové vazné body leží v jedné rovině.
- C) Maximální zvlnění osnovy, které nastane v případě naprosto rovného, nezvlněného útku. [23]



Obrázek 1 Zvlnění tkaniny: A) maximální zvlnění útku, B) vyrovnaná tkanina, C) maximální zvlnění osnovy [23]

Parametr vyjadřující výšku zvlnění (označení h) lze stanovit experimentálně z příčných a podélných řezů tkaninou, například s využitím obrazové analýzy. Lze jej stanovit také teoretickým přepočtem dále uvedených rovnic 31 – 34 na základě středního průměru nití (označení d_{str}), míry zvlnění osnovy (označení e_o) a míry zvlnění útku (označení e_u). [7]

$$h_o = e_o \cdot d_{str} , \tag{30}$$

$$h_u = e_u \cdot d_{str} , \tag{31}$$

$$h = h_o + h_u , \tag{32}$$

$$e_o + e_u = 1 , \tag{33}$$

kde $h_{o, u}$ je výška vazné vlny osnovy či útku [mm], $e_{o, u}$ značí míru zvlnění osnovy a útku [-], d_{str} je střední průměr nití ve tkanině [mm] a h je součet výšek vazných vln [mm]. [7]

Míru zvlnění nití ve tkanině (označení e_o , e_u) je možné přibližně stanovit užitím jednotlivých fází provázání vycházejících z práce Novikova. Ve své práci zavedl Novikov klasifikaci provázání tkaniny podle míry zvlnění obou soustav nití. Fází provázání je devět. Tyto fáze jsou odstupňovány podle míry zvlnění osnovy. První fáze odpovídá napřímené osnově a je proto rovna nule, viz obr. 1A. Devátá fáze je rovna jedné a odpovídá maximálně zvlněné osnově, viz obr. 1C. [11]

Také je možné tyto hodnoty vypočítat z výšek vazné vlny. Podle literatury [23] jsou hodnoty e_o a e_u nazvány relativním zvlnění osnovy a útku (označení λ_o , λ_u). Lze je vypočítat podle následujících vztahů:

$$e_o = \frac{h_o}{h_o + h_u}, \quad (34)$$

$$e_u = \frac{h_u}{h_o + h_u}, \quad (35)$$

kde e_o , e_u je relativní výška vazné vlny osnovy nebo útku [-] a h_o , h_u je výška vazné vlny osnovy a útku [mm]. [23]

1. 3. 2 Délka nitě ve vazném bodě a úhly provázání

Základní výstupní geometrické parametry získané z popisu vazné vlny jsou délka nitě ve vazné vlně ve střídě vazby (označení L) a úhel provázání (označení φ). Oba parametry jsou uváděny jak v osnově, tak i v útku. Tyto parametry ovlivňují silové i deformační poměry mezi osnovou a útkem ve vazné buňce vzniklé ve tkanině během procesu tkaní ale i po něm. [7]

Délka nitě ve vazné vlně ovlivňuje spotřebu materiálu během tkaní a setkání nití ve tkanině. [7]

Obecné vyjádření délky nitě ve vazné buňce v intervalu $\langle 0, T \rangle$ je definováno vztahy:

$$dL = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2} = dx \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}, \quad (36)$$

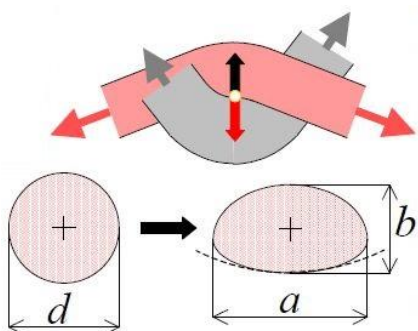
$$L = \int_0^T \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx. \quad [7] \quad (37)$$

Velikost úhlu provázání je jedním z hlavních parametrů, které ovlivňují silové i deformační poměry nití ve tkanině. Obecně lze velikost úhlu provázání vyjádřit z geometrie, podle vztahu:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{dy}{dx} \Rightarrow \varphi = \operatorname{arctg} \left(\frac{dy}{dx} \right). \quad [7] \quad (38)$$

1. 3. 3 Deformace příze ve vazném bodě

Při procesu tkaní vznikají tahové a další síly v nitích. Ve vazných bodech se díky tomu nitě vzájemně stlačují a jejich průřez se deformuje. Na obrázku jsou znázorněny hodnoty a jako šířka příze a b jako výška příze, d je označení pro průměr příze. [24]



Obrázek 2 Deformace nitě ve tkanině [24]

Je možné vypočítat rozšíření nitě ve tkanině (označení α) a stlačení nitě ve tkanině (označení β).

$$\alpha = a/d, \quad (39)$$

$$\beta = b/d. \quad [25] \quad (40)$$

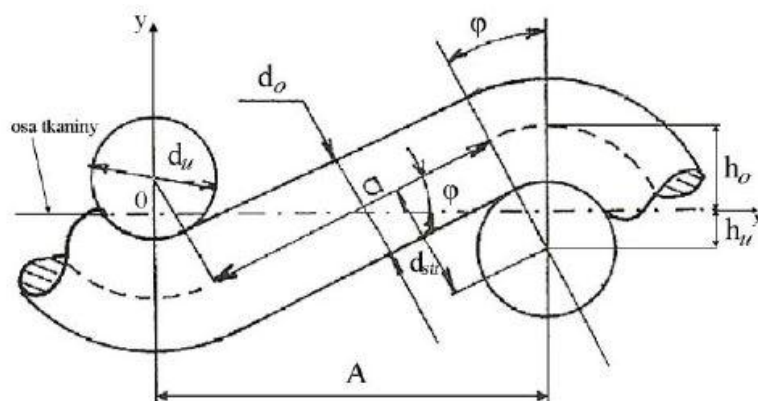
Protože mechanický výpočet skutečného tvaru průřezu nitě ve tkanině je mimořádně obtížný, většina modelů pracuje s apriorními tvary průřezů. Nejčastěji se jedná o tvar čochky, elipsy a atletické dráhy podle Kempa. [24]

1. 3. 3. 1 Piercův model

Piercův model je nejznámější a nejvíce používaný model pro vyjádření provázání nitě ve tkanině z prostorových geometrií. [9]

Model Pierce je přijatelný z geometrického hlediska v převážné většině zkoumaných tkanin. Pokud je ale brána v úvahu vzájemná provázanost geometrie a mechaniky, je tento model nevyhovující. To platí i při popisu struktury tkanin s vyššími dostavami. [10]

Pro stanovení základních matematických rovnic vychází model z následujících předpokladů. Průměr nitě v řezu tkaniny je kruhový. Zploštění jednotlivých soustav nití ve tkanině není bráno na zřetel. Vazná vlna osnovy nebo útku je nahrazena obloukem kružnice a přímkou. V případě těsného provázání je přímková část rovna nule. Vazná vlna v místě křížení v daném případě je čtvrt oblouku kružnice. Vazná vlna je v jednoduchém provázání, které odpovídá plátnové vazbě. V případě neplátnových a vyšších odvozených vazeb je úsek neprovazujících nití ve tkanině nahrazen konstantním úsekem ve velikosti flotáže. [7]



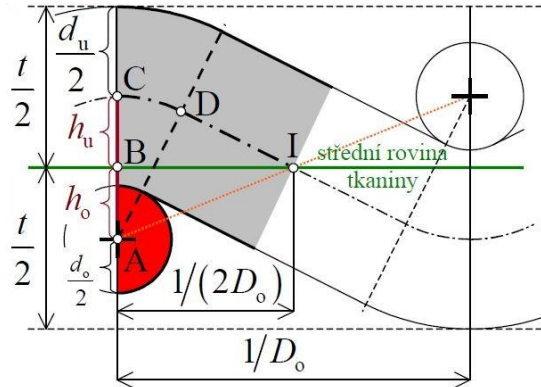
Obrázek 3 Piercův model provázání [7]

Při provádění analýzy chování tkaniny je vhodné popsat model provázání v analytické formě, tzn. jako rovnici vlny provázání v pravoúhlých souřadnicích. Tak je možné dostat pro model Pierce v plátnovém provázání soubor vztahů platných po úsecích. [7]

Dalším modelem, který je možné využít při vyjádření délky nitě ve vazné vlně a úhlu provázání, je například hyperbolický model. Ten je, stejně jako Piercův model, určen pro vyjádření jednoho zakřížení osnovy s útkem v plátnovém provázání. Dále je možné využít matematický model, který popisuje provázání nití na základě Fourierových řad. [7]

2. Tloušťka tkaniny

Tloušťka tkaniny (označená t) je definována jako kolmá vzdálenost na tkaninu, kterou je určován rozměr mezi horní a spodní stranou textilie (mezi lící a rubní stranou textilie). Jelikož se jedná o měřenou kolmou vzdálenost mezi dvěma definovanými deskami, je jasné, že přítlak, který na textilií působí, tuto hodnotu ovlivňuje. Přítlak je proto definován normou. Většinou jde o přítlak 1 kPa nebo nižší. [1], [12]



Obrázek 4 Model tloušťky tkaniny [23]

Z nákresu je patrné, že tloušťka tkaniny t je dvojnásobkem větší z hodnot $h_o + d_o/2$ a $h_u + d_u/2$. V případě na nákresu je větší hodnota $h_u + d_u/2$.

Obecně pro vyjádření tloušťky tkaniny platí následující vztah:

$$t = \max[2h_o + d_o; 2h_u + d_u], \quad (41)$$

kde t je označení pro tloušťku tkaniny [mm], d_o, u značí obecné označení pro průměr osnovní a útkové nitě [mm] a h_o, u je výška zvlnění osnovy a útku [mm]. [23]

Další možný vztah, pro výpočet tloušťky tkaniny je definován:

$$t = (d_o + d_u) \max[\lambda_o + \delta_o; \lambda_u + \delta_u], \quad (42)$$

kde t je tloušťka tkaniny [mm], d_o, u označuje obecné označení pro průměr osnovní nebo útkové nitě [mm], λ_o, u značí relativní výšku zvlnění osnovy či útku [mm] a δ_o, u jsou hodnoty relativního průměru [mm]. [23]

2.1 Měření tloušťky tkaniny

Pro měření tloušťky tkaniny existuje několik možných postupů. Primárně se dělí na destruktivní metody, při jejichž aplikaci dochází k poškození zkoumaného materiálu, a metody nedestruktivní, jež jsou pro vzorky bezpečné. Mezi destruktivní metody se řadí způsoby zkoumání tloušťky tkaniny z řezů. Nedestruktivními metodami je využití přístrojů, ať už různých tloušťkoměrů, či přístrojů, které mají možnost měřit kompresní vlastnosti materiálů.

Důležitým parametrem měření tloušťky tkaniny je volba přitlaku působícího na zkoušený materiál. Většina přístrojů využívána v současnosti je vybavena regulovatelným přitlakem.

V následující kapitole jsou detailně rozebrány metody měření tloušťky tkanin.

2.1.1 Měření tloušťky tkaniny z příčných řezů

Řezem textilie je nazýváno protnutí textilie rovinou svírající daný úhel nebo úhly s určenou osou či osami. Příčný řez textilie je řez vedený kolmo ke směru průchodu textilie strojem. Podélný řez je rovnoběžný se směrem průchodu textilie strojem. [13]

U plošných textilií jsou používány řezy zejména ve dvou na sebe kolmých směrech, tj. v příčném a podélném směru. U tkanin je to pak ve směru osnovní soustavy nití a ve směru útkové soustavy nití. [13]

Textilie je zalévána do média, po jehož ztuhnutí vzniká bloček. Takovým médiem pro fixaci může být například směs včelího vosku a parafinu. Z bločku jsou po ztuhnutí speciální technikou oddělovány mikrometrické řezy, které jsou hodnoceny nejčastěji pomocí obrazové analýzy. [13]

2.1.1.1 Měkké řezy

Z bločku směsi včelího vosku a parafinu se tvoří tzv. měkký řez. Před tvorbou tohoto typu řezu je nutné připravený bloček s textilií mrazit. [13]

Minimální tloušťka odřezávaného vzorku pro měkké příčné řezy je pro příze přibližně 15 μm , pro tkaniny pak zhruba 30 μm [13]

Měkké příčné řezy jsou méně pracné oproti tvrdým řezům. Při hodnocení geometrických vlastností vláken nebo přízí poskytují srovnatelné výsledky jako jiné metody. [13]

2. 1. 1. 2 Tvrdé řezy

Tvrký řez je tvořen z bločku, v němž je zalita textilie do média na bázi epoxidové pryskyřice. U tvrdých řezů je možné ke zvýšení kvality jejich obrazu provádět metalografický výbrus. Tvrde příčné řezy umožňují lepší fixaci textilie, což je jejich výhodou při vyšší pracnosti. [13]

Touto technikou je možné vyrobit tenčí řezy. Minimální tloušťka odřezávaného vzorku pro tvrdé příčné řezy je v rozmezí 3-5 μm . [13]

2. 1. 1. 3 Vyhodnocení příčných řezů

Ke zkoušce je využit pro zpracování jednotlivých nasnímaných obrazů příčných řezů systém obrazové analýzy NIS Elements. Pro vyhodnocení získaných dat je následně použit program MS Excel. [1]

Interní norma č. 23-108-01/01 Definice geometrie provázání nití ve tkanině z příčných řezů stanovuje přesný postup měření základní geometrie provázání nití ve tkanině z příčných řezů tkaninou.

Pomocí systému obrazové analýzy jsou zpracovány jednotlivé příčné řezy, které jsou zhotoveny podle doporučeného postupu tvorby příčných řezů. Mezi výsledky je možné najít hodnoty tloušťky tkaniny jako vzdálenosti mezi lící a rubní stranou textilie. [1]

2. 1. 2 Přístroje pro měření tloušťky tkanin

K měření tloušťky textilií je využíváno několik typů tloušťkoměrů, různé metody optické, například pomocí obrazové analýzy, a další způsoby. Princip je vždy stejný. Jde o změření vzdálenosti mezi dvěma čelistmi, či mezi dvěma stranami textilie.

Měření tloušťky textilií pomocí tloušťkoměru je normováno. Norma ČSN EN ISO 5084 Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků stanovuje metodu pro zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků při použití stanoveného přítlačku. Jde o měření tloušťky textilie jako vzdálenosti mezi základní deskou, na níž je vzorek umístěn, a paralelním kruhovým přitlačným kotoučem, který vyvíjí specifikovaný přitlak na zkoušenou plochu textilie. [12]

Přitlačný kotouč i základní desku je nutné před začátkem zkoušky očistit, aby hodnoty měření nebyly zkresleny nečistotami a nedocházelo tak k nesprávnému měření. Přitlačný kotouč je následně seřízen, aby působil stanoveným přitlakem. Poté je možné přikročit k samotné zkoušce. [12]

Přitlačný kotouč je zvednut, aby bylo možné vzorek, který nesmí být napnut ani deformován, umístit na základní desku. Následně je přitlačný kotouč spuštěn na měřený vzorek a hodnota vzdálenosti mezi kotoučem a základní deskou je odečtena z měřidla. Nutností je zjištění tloušťky minimálně na pěti různých místech zkoumaného vzorku. Tato místa jsou volena ve směru diagonály z jednoho rohu měřeného vzorku do druhého rohu, nejlépe minimálně 150 mm od okraje vzorku. [12]

Pro vyhodnocení získaných hodnot je využíván aritmetický průměr s přesností na 0,01 mm, variační koeficient s přesností na nejbližší 0,1 % a 95% interval spolehlivosti s přesností na nejbližší 0,01 mm. [12]

2. 1. 2. 1 Tloušťkoměry

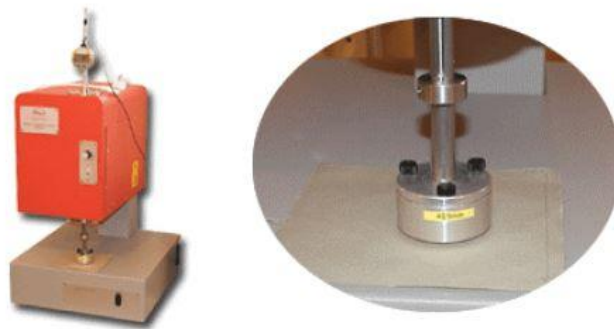
2. 1. 2. 1. 1 Digitální tloušťkoměr SDL M034A

Přístroj SDL M034A (obr. 2) je určen pro měření tloušťky textilií, které je stanoveno jako měření kolmé vzdálenosti mezi základní deskou, na níž je vzorek umístěn,

a paralelním kruhovým přitlačným kotoučem, který vyvíjí specifický přitlak na zkoušenou plochu textilie. [14]

Ke zkoušce je nutné, aby zkoušené vzorky byly větší, než je velikost přitlačné patky (jedná se o kruh o ploše 20 nebo 100 cm²). Jinak nejsou vzorky velikostně omezeny. Nesmí však vykazovat známky poškození. [14]

Průběh měření a zpracování výsledků je řízeno pomocí počítačového softwaru. Přístroj je vybaven svou vlastní tiskárnou. [14]



Obrázek 5 Tloušťkoměr SDL M034A [14]

2. 1. 2. 1. 2 Ruční tloušťkoměr

Přístrojem k měření tloušťky, který je nejmenší a nejrychleji použitelný, je ruční tloušťkoměr. Tento typ tloušťkoměru měří tzv. měřícími doteky, což je označení pro dotykové čelisti. Čelisti jsou děleny podle typu měřeného materiálu, kterým může být cokoliv od netkaných textilií až po kov. [15]

Pro textilní materiál jsou určeny čelisti tvořené dvěma kruhovými plochami o velikosti nejčastěji 20 cm². Přitlak čelistí je definován na 1 kPa. [15]

Důležitým parametrem ručních tloušťkoměrů je hloubka čelistí. Nejčastěji lze dohledat přístroje s rozmezím od 30 do 200 mm. [15]

Ruční tloušťkoměry měří tloušťku materiálu v různém rozmezí. Nejčastěji jde o rozmezí 0 – 10 mm, 0 – 20 mm či 0 – 30 mm s garantovanou přesností

na 0,01 mm. Dříve byly přístroje vyráběny s analogovým displejem, dnes se vyrábí i s digitálním displejem. [15]

2. 1. 2. 1. 3 Tloušťkoměr Mesdan

Tloušťkoměr od výrobce Mesdan měří s velkou přesností a rozlišením. Použití přístroje je velmi snadné. Přístroj je složený z manuálně ovládané přitlačné patky s pístem, samostatného bloku uzavřeného proti vnějším vlivům (zaručí nejvyšší přesnost a opakovatelnost měření) a z tuhého rámu. Přístroj je vybaven LCD displejem, na němž je možné přepínat mezi jednotkami v milimetrech či palcích. [16]

Průměr přitlačné patky je 50,42 mm a plocha přitlačné patky je 20 mm². Na přístroji je možné měřit tloušťku textilií se standardním přitlakem 1 kPa a 0,1 kPa. [16]

Přístroj umožňuje měření tloušťky textilií v rozmezí 0 – 10 mm s garantovanou přesností na 0,01 mm. Tloušťka je měřena podle mezinárodních norem EN, ISO, DIN a dalších. [16]

Tento tloušťkoměr, zachycený na obrázku číslo 3, byl využit pro experimentální měření v této diplomové práci.



Obrázek 6 Tloušťkoměr firmy Mesdan [16]

Další přístroje pro měření tloušťky tkaniny jsou typy tloušťkoměrů od různých světových výrobců. Jedním z nich může být například tloušťkoměr DM od výrobce

Schröder Prüftechnik, který má širokou škálu využití pro různé materiály od papíru, přes textilie až po podlahové krytiny. Dalším typem tloušťkoměru je tloušťkoměr FF – 27, který je vyráběn v Maďarsku. [17]

2. 1. 2. 2 Alambeta

Přístroj Alambeta byl vyvinut Hesem a Doležalem a měří termofyzikální parametry textilií. Jedná se o izolační vlastnosti – tepelný odpor (označení r), tepelná vodivost (označení λ), a vlastnosti dynamické – tepelná jímavost (označení b), tepelný tok (označení q). Dále je možné na přístroji změřit i tloušťku tkaniny (označení h) v milimetrech. [18]

Přístroj je poloautomatický, počítačem řízený. Zároveň s měřením je schopen vyhodnotit statistické hodnoty naměřených údajů. Je vybaven autodiagnostickým programem, který zabráňuje chybným operacím přístroje. [18]

Podstatou funkce přístroje je matematické zpracování časového průběhu tepelných toků od neustáleného po ustálený stav. Tepelný tok prochází textilií v důsledku rozdílných teplot horního a spodního povrchu. Proces měření včetně statistického zpracování dat trvá přibližně 3 – 5 minut. [18]

Na obrázku č. 7 je zachycen čelní pohled na přístroj Alambeta.



Obrázek 7 Alambeta [vlastní zdroj]

2. 1. 2. 3 KES (Kawabata Evaluation System)

System KES vynalezl Sueo Kawabata. Umožňuje přesné měření mechanických vlastností tkaniny. Výhodou je reprodukovatelnost měření. Umožňuje rozsáhlé srovnání experimentálních výzkumů oděvních textilií po celém světě a komunikaci mezi různými výrobními odvětvími, samotnými kupujícími a návrháři. [19], [20]

Testování pomocí systému KES je velmi komplexní. Je možné získat pět grafů a šestnáct parametrů pro osnovní a útkové směry v jednom systému. Tyto parametry zahrnují skoro všechny aspekty fyzikálních vlastností tkaniny. Vzorky o velikosti 20 x 20 cm je možné testovat prostřednictvím celého systému. Jednotlivé systémy napodobují proces zpracování, stříhání, tavení, šití, tvarování nebo opotřebení. System je automatizovaný. Výsledky testů jsou zobrazovány v připojeném počítači pomocí grafů a vlastností parametrů. System KES se skládá ze čtyř laboratorních přístrojů měřících tah a smyk, ohyb, kompresi a povrchové vlastnosti. [19], [20]

Kompresní modul KES je označován FB3. Tento přístroj je využíván pro měření tloušťky tkaniny. Experimentální vzorek má velikost 2,5 x 2 cm. /činná oblast tlaku je kruhová o ploše 2 cm². Při testování komprese se plocha textilie podrobí zatížení pod známým tlakem ve směru tloušťky textilie a zatížení je postupně uvolňováno. Zatížení je aplikováno pomocí pohyblivého pístu, který stlačuje vzorek na stacionární ploše. Stlačitelnost tkaniny se vypočítá pomocí procentuálního snížení tloušťky tkaniny, jež vyplývá ze zvýšení bočního tlaku. Vztah mezi stlačující deformací a napětím je také automaticky zaznamenáván XY rekordérem nebo počítačem spojeným s modulem. [19], [20]



Obrázek 8 Kompresní modul KES [20]

2. 1. 2. 4 FAST (Fabric assurance by simple testing)

FAST je sada nástrojů a zkušebních metod vyvinutá CSIRO Division of Wool Technologi v Austrálii. FAST se skládá ze tří přístrojů, které umožňují měřit kompresi, ohyb a rozšíření vzorků. Obsahuje také zkušební metody pro testování rozměrové stability. Pro provedení testů je zapotřebí zkušební vzorek o velikosti minimálně půl metru v plné šíři textilie. Pro zajištění bezchybných výpočtů je systém připojen k počítači, který měření zaznamenává. [19], [20]

FAST-1 je měřič komprese. Byl vyvinut pro měření tloušťky textilie, variability a trvanlivosti tloušťky povrchové vrstvy tkaniny. Povrchová vrstva je definována jako rozdíl v tloušťce tkaniny na obou předem určených zátěžích 0,2 kPa a 10 kPa. Přístroj měří s rozlišením na mikrometry na dvou předem stanovených zátěžích. [19], [20]

Mezi další přístroje, kterými je možné měřit tloušťku tkaniny, se řadí například Fabric Eye®, který byl vyvinut na Polytechnické univerzitě v Hong Kongu. Dalším přístrojem může být Schiefer Compressometer, který má velkou variabilitu zatížení. [17]

3. Plošné zakrytí tkaniny

Plnost, respektive prodyšnost tkaniny, je jedním z nejdůležitějších faktorů z hlediska užitných vlastností finální tkaniny. Tyto faktory lze posuzovat podle tzv. činitelů plošného zaplnění neboli plošného zakrytí tkaniny. Těchto činitelů je uváděno hned několik typů. [2]

Nejvýstižnější činitel plošného zakrytí textilie vychází z půdorysné plochy nití ve vazné buňce tkaniny. Plocha vazné buňky je z části kryta osnovní nití a z části útkovou nití. Z toho vyplývá, že celkové plošné zakrytí tkaniny (označení Z) lze vyjádřit na základě dílčích plošných zakrytí osnovy (označení Z_o) a zakrytí útku (označení Z_u). [7]

Pro výpočet pak platí výpočetní vztah:

$$Z = \frac{\text{viditelná půdorysná plocha nití}}{\text{plocha vazné buňky}} = \frac{d_o \cdot A + d_u \cdot B - d_o \cdot d_u}{A \cdot B}, \quad (43)$$

kde Z je plošné zakrytí tkaniny [%], d_o, u je obecné označení pro průměr osnovní a útkové nitě [mm], A je skutečná rozteč útkových nití ve tkanině [mm] a B je skutečná rozteč osnovních nití ve tkanině [mm]. [7]

Pro výpočet dílčích plošných zakrytí lze využít vztahy:

$$Z_o = \frac{\text{půdorysná plocha osnovní nitě}}{\text{plocha vazné buňky}} = \frac{d_o \cdot A}{A \cdot B} = \frac{d_o}{B}, \quad (44)$$

$$Z_u = \frac{\text{půdorysná plocha útkové nitě}}{\text{plocha vazné buňky}} = \frac{d_u \cdot A}{A \cdot B} = \frac{d_u}{A}, \quad (45)$$

kde Z_o, u je plošné zakrytí osnovy a útku [%]. [7]

Z definice zakrytí tedy vyplývá, že koeficient plošného zakrytí je bezrozměrná charakteristika, která udává míru zakrytí celkové plochy nitěmi plošné textilie. [22]

3.1 Měření plošného zakrytí tkanin podle interní normy

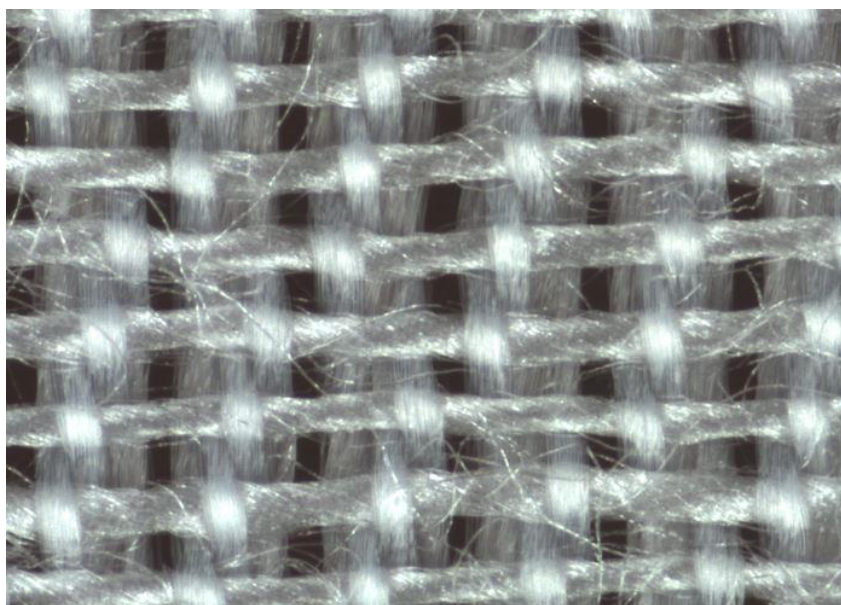
Pro měření plošného zakrytí existuje několik postupů. Jeden z nich udává například interní norma č. 23-107-01/01 Plošné zakrytí tkanin, která stanovuje postup měření plošného zakrytí tkanin projekcí na mikroskopu v procházejícím světle. Tato metoda není vhodná pro tkaniny s hustou dostavou. [22]

Tato zkouška zjišťuje zakrytou plochu mikroskopického preparátu v procházejícím světle za využití mikroskopu a systému obrazové analýzy. [22]

Nejprve je zapotřebí připravit mikroskop nastavením horního osvitu a zvětšení mikroskopu. Důležité je zkontrolovat měřítko pomocí kalibračního skla. Zkoumaný experimentální vzorek plošné textilie o velikosti podložního sklíčka je umístěn mezi dvě podložní skla a vložen do zorného pole mikroskopu. [22]

Software obrazové analýzy je nastaven mikroprojekcí pohledu na tkaninu, zaostřením na okraj těla příze, nastavením kontrastu kamery a velikosti spodního osvitu. Je důležité, aby preparát nebyl přesvětlen. Dále musí být barevný obraz převeden naprahováním (segmentace) do binárního obrazu tak, aby došlo k oddělení plochy prosvícené od plochy zakryté přízemi. [22]

Postup měření je složen z digitalizace živého obrazu, zaostření, segmentace barevného obrazu podle předdefinovaných prahových hodnot a změřením plochy. Samotné měření je opakováno minimálně padesátkrát na každém preparátu. Minimální počet měření na každou zkoumanou tkaninu je 300 měření. Po ukončení měření jsou data exportována do souboru, kde jsou dále výpočetně zpracována. Mezi základní výsledky zkoušky patří stanovení odhadů základních statistických charakteristik, jakou jsou střední hodnota, rozptyl a 95% interval spolehlivosti. [22]



Obrázek 9 Snímek z obrazové analýzy (vzorek PM K3) [vlastní zdroj]

4. Literární řešerše

Tato diplomová práce je zaměřena na zkoumání tloušťky a zakrytí tkaniny, proto bylo při vyhledávání článků zaměřena pozornost na tato dvě hlavní témata.

V odborném článku číslo [26] jsou diskutovány zásady, na nichž je založeno měření tloušťky tkaniny. Jsou zde popsány postupy měření i použité přístroje společně s uvedením jejich výhod a nevýhod. Důležitým bodem tohoto článku je popis postupu měření tloušťky tkaniny přijatý Britským normalizačním institutem v roce 2006. V tomto postupu je popsán proces měření tloušťky tkaniny za využití nízkého tlaku. Potřebné přístrojové vybavení je představeno společně s výsledky měření, které byly získány z více než dvou set vzorků.

Ve článku je diskutován především vliv přítlaku na měření tloušťky, který má na toto měření zásadní vliv. V této diplomové práci ovšem není na vliv přítlaku brán zřetel, protože bylo důležité, aby parametry tkaniny a přízí byly co nejméně ovlivněny. Proto není vliv přítlaku při měření tloušťky tkaniny do detailu rozebírán.

Jako příklad je ve článku uváděno měření tloušťky tkaniny s vlasem. Hodnota výsledné tloušťky se mění s použitím většího či menšího přítlaku. S touto problematikou je zmíněno měření tloušťky textilie standardním A. S. T. M. testem. Při měření dochází ke znevýhodnění měření právě vlasových textilií. Z toho důvodu je možné test vyhodnotit jako nevhodný pro měření tloušťky textilií ve spojitosti s nepřesnými či rozdílnými výsledky. Ve článku jsou dále zmíněny další způsoby měření tloušťky textilií, například pomocí projektování řezů textilie na obrazovce monitoru, využití přístroje navrženého H. F. Schieferem, nebo využití přístroje Instron.

Protože doposud neexistovala žádná standardní metoda pro měření tloušťky tkanin za využití nízkých tlaků, byl v Anglii zkonstruován přístroj podle původního popisu od MARSH. Následně byl přijat jako standard Britského institutu pro normalizaci. Tento přístroj využívá nízké tlaky od 1 do 100 g/cm². Přístroj má dvě hlavní výhody. První výhodou je měření vzorku, který je zavěšen svisle. Tím pádem není ovlivněn žádným stlačením vlastní vahou. Jako druhá výhoda je zmiňována samostatná volitelnost konce měření. Tkanina si tzv. sama určí konec měření, protože obě měřící patky se pohybují kolmo k sobě. Ke konci měření dojde ke kontaktu měřícího ústrojí a nulovacího šroubu, který měření zastaví. Veškerá komprese materiálu tedy závisí

na konstrukci tkaniny. Není ovlivněna tlakem přitlačné patky na měřicí hlavici. Konstrukce přístroje eliminuje některé další nevýhody, se kterými se potýká měření využívající vyšší komprese.

Přístroj pro měření tloušťky tkaniny s nízkým tlakem byl ve zkušební laboratoři používán přibližně osm měsíců. Bylo zjištěno, že výsledky z tohoto měření přispívají více k hodnocení stlačitelnosti a izolačních vlastností tkanin, než měření využívající stávající A. S. T. M. metodu.

V odborném článku číslo [27] je popsán systém pro automatické vyhodnocení parametrů tkanin. Tento systém umožňuje automatickou analýzu struktury a objektivního hodnocení tkanin. Lze hodnotit konstrukční parametry tkanin, jako je počet nití, zvlnění příze, tloušťku tkaniny či hmotnost na jednotku plochy, stejně jako povrch textilie a její povrchové vlastnosti. Parametry jsou měřeny automaticky pomocí obrazové analýzy. Obrazy tkanin jsou pořízeny CCD kamerou a předzpracované Gaussovým filtrováním a vyrovnávacím histogramem. Výsledky z automatické analýzy velmi přesně odpovídají experimentálním hodnotám.

Pro hodnocení kvality dobře poslouží vyhledávání vad, jako jsou například chybějící výběry, které jsou úspěšně detekovány pomocí analýzy průměrných profilů. Rovnoměrnost rozestupů přízí, ortogonalita příze a úhel provázání jsou důležitá kritéria pro hodnocení kvality tkanin.

Autoři článku uvádějí předpoklad, že tento systém může být použit k automatizaci kontroly kvality přímo na tkacím stroji, nebo jako doplněk k objektivnímu hodnocení tkanin.

Ve studii číslo [28] je dokázáno, že komprese tkanin i pletenin je možné aproximovat s rovnicemi podle van Wycka. Tyto rovnice byly původně odvozeny pro popis komprese ve vlněných chomáčcích. Jednoduchý dvouparametrický model, který zanedbává objem při nulovém tlaku, je nesprávný při měření s využitím nízkého tlaku. Tento model však poskytuje dobrý odhad koeficientů potřebných pro přesnější tříparametrický model. Ten, při srovnání s experimentálními výsledky získanými

z interního testovacího kompresního testu, dává téměř stejné výsledky. Dále tento model podporuje model komprese tkaniny podle de Jonga. Ten zvažuje tkané textilie jako třívrstvou strukturu sestávající z vnitřního jádra, které je nestlačitelné tlakem pod 50 cN/cm^2 , a ze dvou měkčích vnějších vrstev. Ve skutečnosti se při kompresi pod tlaky do 10 cN/cm^2 deformují pouze vnější povrchové vrstvy, které zahrnují malé procento z celkové hmotnosti textilie.

K pochopení celého problému je však zapotřebí další experimentální práce, která určí, jak celá výše zmíněná problematika souvisí s různými strukturami tkanin či změnami použitého tlaku.

V odborném článku číslo [29] bylo zjištěno, že nový induktivní senzor posunu je schopen měřit dynamický vývoj textilie během klasického testu při jednoosém tahovém namáhání. Senzor je tedy schopen zaznamenat změny v tloušťce textilie během testování. Toto zjištění bylo demonstrováno na třech různých hladkých textilních strukturách, které byly nakonec porovnávány.

Tato studie otevírá nové možnosti pro pochopení konkrétního chování textilií, ukazující na dva hlavní mechanické vývoje, které vznikají během tahové zkoušky. Výsledným jevem těchto mechanismů je změna tloušťky vzorku. Dochází buď k jejímu zvýšení, nebo ke snížení. Ve studii bylo zdůrazněno, že tyto dva mechanismy nejsou nezávislé a proto mohou nastat současně. Tím, že tyto mechanismy mohou nastat současně, dochází ale k rozporu mezi zmenšením tloušťky tkaniny a jejím zvýšením, které by měli mít možnost nastat současně. To však není teoreticky možné.

Tloušťka textilie, která je tímto senzorem možná měřit, je shrnuta jako důležitý parametr pro zajištění optimálního využití tkaniny. V závěru studie je zdůrazněno, že použití tohoto typu senzoru vyžaduje zvláštní péči a přesnost.

V odborném článku číslo [30] je zaznamenána studie geometrie textilních pórů ve vztahu k proudění vzduchu textilní strukturou. Vychází se zde z předpokladu, že příze jsou pružné, neroztažitelné kruhové válce. Velká pozornost je v článku věnována prvkům struktury tkaniny, které komplikují geometrické výpočty ploch pórů.

Mezi tyto prvky patří například zploštění. Dále je ve článku věnována pozornost i relativní důležitosti mezer mezi vlákny a interakcím mezi přízemi a strukturou textilie.

Ze studie vyplývá, že různé textilní struktury, které mají stejné promítané plochy pórů, mají rozdílné chování. Při zkoumání vazné buňky tkaniny bylo zjištěno, že propustnost textilie pro vzduch může souviset s geometricky stanovenou minimální plochou pórů. Tato minimální plocha pórů je zase úzce spojena s provázáním tkaniny.

Minimální plocha pórů lze vypočítat přesně z geometrických vztahů, za využití modelů provázání tkaniny nebo pomocí aproximace tvarů pórů. Stupeň přesnosti ve výpočtech minimální plochy pórů by měl záviset na rozsahu předpokladů pro určitý materiál. Jak již bylo zmíněno, pracuje se zde s předpokladem, že příze jsou pevné, flexibilní válce, které si udržují své kruhové průřezy i v ohybu.

Pokud jsou tkaniny tkané s maximální dostavou, je pravděpodobné, že i mezery mezi vlákny uvnitř přízí přispívají k proudění vzduchu látkou. Pokud je ovšem udržován přiměřeně kruhový průřez příze pro středně dostavené tkaniny, lze předpokládat relativní odolnost vůči proudění vzduchu tkaninou. Vliv minimálních ploch pórů na proudění vzduchu textilií je nejednoznačný parametr, protože zjednodušující předpoklad pro jejich výpočet velice zanedbává skutečné chování příze. U pevnějších tkanin, které jsou více dostavené, je zvýšená tendence ke zploštění nití v důsledku ohýbání přes ostatní příze. Vyrovnání vláken v přízi je doprovázeno zvýšenou hustotou příze, a to vede ke zmenšení mezer mezi vlákny. Tyto poznatky vedou ke snížení průchodu vzduchu tkaninou.

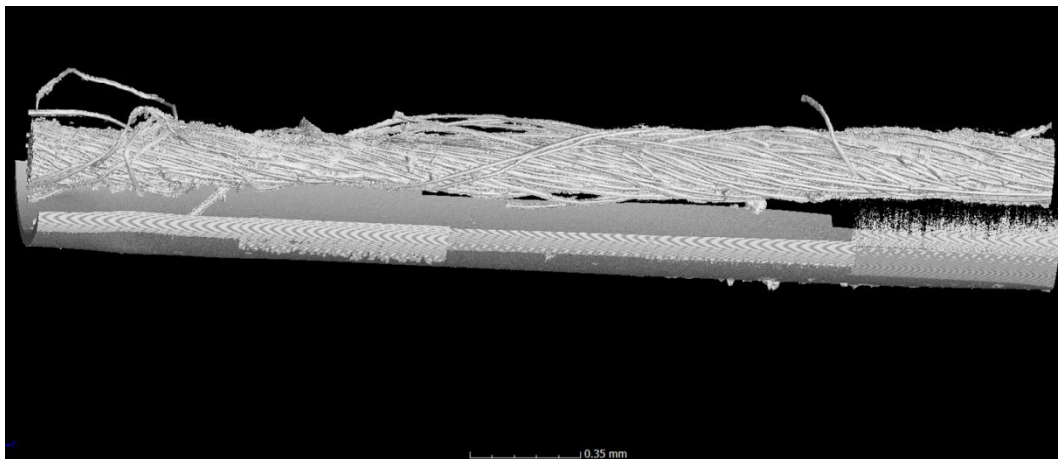
Tato studie se zabývá propustností vzduchu přes textilie a velikostí pórů. To má souvislost s plošným zakrytím tkaniny, kterým se zabývá tato diplomová práce. Velikost pórů úzce souvisí se zakrytím tkaniny. Tam, kde nejsou v textilií žádné póry, hovoříme o stoprocentním zakrytí. Textilie se stoprocentním plošným zakrytím, nepustí teoreticky žádný vzduch.

Experimentální část

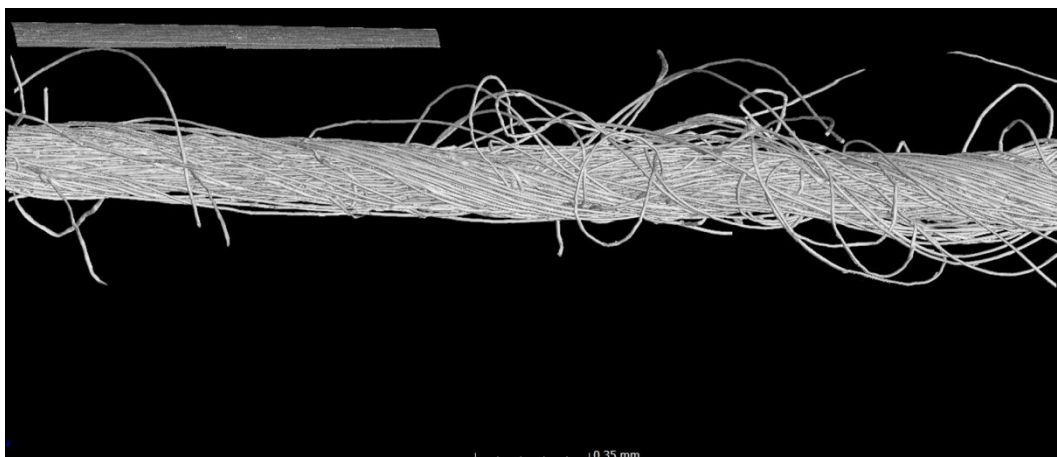
Cílem této diplomové práce je zkoumat vliv technologie výroby příze na vybrané parametry tkanin. Bylo vycházeno z předpokladu, že různá technologie výroby způsobí různou strukturu příze, která bude mít za následek rozdílné základní parametry jako průměr příze, nestejnomyšernost či chlupatost a další. Tyto rozdílné základní parametry se projeví ve výsledných vlastnostech tkaniny. Jde například o tloušťku tkaniny a plošné zakrytí, které jsou cílem výzkumu této práce, ale i o povrchové vlastnosti například drsnost.

5. Materiál pro experimentální vzorky

Pro tvorbu experimentálních vzorků tkanin byly zvoleny příze vyrobené třemi různými technologiemi předení. Jedná se o prstencovou mykanou přízi, rotorovou přízi a tryskovou přízi. Jejich snímky, pořízené pomocí micro CT, jsou zachyceny na následujících obrázcích. Pracovní prostředí, ve kterém je možné zpracovávat snímky micro CT, jsou zaneseny v příloze B.



Obrázek 10 Detail prstencové mykané příze [vlastní zdroj]



Obrázek 11 Detail tryskové příze [vlastní zdroj]



Obrázek 12 Detail rotorové příze [vlastní zdroj]

Pro výrobu přízí byl zvolen jednotný vláknenný materiál. Jedná se o lesklá vlákna 100% Tencel s délkou 38 mm a jemností 1,3 dtex. Příze byly vyrobeny s jednotnou jemností 23 tex.

Tencel je obchodní název pro lyocelová a modální vlákna. Tato vlákna jsou vyráběna procesy šetrnými k životnímu prostředí a jsou biologicky rozložitelná. Vyrábějí se z přírodního dřeva, například eukalyptového. Jsou vhodná ke kombinování s ostatními vlákny, aby tak došlo ke zvýšení funkčnosti finálních textilií. Tato vlákna se vyznačují vysokou pevností, šetrností k pokožce a vysokou absorpční schopností. Hlavními klady těchto vláken je přírodní původ, udržitelná produkce a kompostovatelnost. Mezi jejich další kladné vlastnosti patří jemný omak, měkkost, vysoká prodyšnost a barevná stálost. [25]

Tencelové příze prošly certifikací podle standardu Oeko-Tex® Standard 100, který se zaměřuje na certifikaci textilních výrobků šetrných k životnímu prostředí. [31]

Základní parametry přízí byly přezkoušeny podle normovaných postupů. Průměrné výsledky těchto měření jsou zaneseny v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 Základní parametry jednoduchých přízí

Parametry přízí	Jemnost [tex]	Zákrut [m^{-1}]	Pom. pevnost [cN/tex]	Tažnost [%]	CVm [%]	Chlupatost [-]	Průměr [mm]
prstencová mykaná příze (PM)	22,93	767,63	25,54	7,87	11,17	6,22	0,215
rotorová příze (BD)	22,36	820	17,81	6,53	13,51	5,12	0,248
trysková příze (AJ)	23,19		21,39	6,92	10,51	4,15	0,232

V další části práce byly využity také skané příze. Průměrné hodnoty jejich základních parametrů jsou zaneseny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 Základní parametry skaných přízí

Parametr	Jemnost [tex]	Skací zákrut [m^{-1}]	CVm [%]	Chlupatost [-]	Průměr 2D [mm]	Pevnost [N]	Tažnost [%]
PM	46,03	142,6	7,37	8,3	0,35	12,56	9,93
conf.	0,246	9,297	0,101	0,374	0,003	0,139	0,134
AJ	46,58	142,2	7,45	5,83	0,38	11,95	9,37
conf.	0,384	8,04	0,171	0,094	0,0015	0,157	0,133
BD	45,45	133,3	9,17	6,52	0,38	8,3	7,6
conf.	0,16	9,828	0,172	0,085	0,002	0,148	0,128

Hodnotami conf. (zkratka pro confidence) jsou označeny hodnoty spolehlivosti. Jejich přičtením a odečtením od střední hodnoty vyjdou krajní hodnoty intervalu spolehlivosti zpracovávaných dat.

Jak je patrné z tabulky č. 1, jediným shodným parametrem pro všechny tři technologie výroby příze je jemnost výsledné příze. Zbytek parametrů je rozdílný. Například zákrut příze, poměrná pevnost, tažnost či chlupatost. Nejdůležitějším rozdílným parametrem přízí je jejich průměr, který ovlivňuje tloušťku tkaniny i plošné zakrytí tkaniny. Proto byly tyto vlastnosti finální tkaniny vybrány, pro demonstraci vlivu technologie výroby příze na vlastnosti tkaniny.

Lze očekávat, že tkaniny vyrobené z příze s největším průměrem (rotorové) budou dosahovat nejvyšších hodnot tloušťky i plošného zakrytí tkaniny.

6. Tkaní experimentálních vzorků

Experimentální vzorky byly vyrobeny ve dvou sadách. První byla vyrobena na jehlovém vzorovacím stávku firmy CCI s listovým prošlupním mechanismem. Další experimentální sada vzorků byla vyrobena na jehlovém tkacím stroji Somet s žakárským prošlupním mechanismem Stäubli.

6.1 Tkaní experimentálních vzorků - sada 1

Pro experimentální vzorky bylo žádoucí, aby byly utkány pouze s jedním proměnným parametrem, kterým je typ příze. Ostatní parametry, které ovlivňují strukturu finální tkaniny, měly zůstat shodné. Jedná se o konstrukční parametry tkanin i o nastavení tkacího stroje.

Proto bylo zvoleno, že se vzorky utkají na jehlovém tkacím stroji s listovým prošlupním mechanismem z jednoduchých přízí jak v osnovní soustavě, tak v útku. Všechny experimentální vzorky měly být tkány v plátňové vazbě se stejnou dostavou osnovy. Dostava útku byla zvolena jako proměnlivý parametr.

Prvně se pracovalo s jednoduchou prstencovou mykanou přízí. Již při navádění do listů i do paprsku docházelo k občasným přetrhům nití. Osnova byla naváděna do šesti listů a po dvou nitech do zubu paprsku. Celkový počet osnovních nití byl 900 nití s dostavou osnovy 18 nití/cm. Dostava útku byla zvolena nejhustší na začátek 18 nití/cm, aby vznikala čtvercově dostavená tkanina. První centimetry tkaniny byly utkány bez potíží. Po pěti centimetrech začalo docházet k místním přetrhům nití. Mezi osnovními nitěmi docházelo vlivem husté dostavy ke vzájemnému tření, a tím docházelo k třepení a trhání nití. Po utkání dvaceti centimetrů tkaniny bylo nutné tkaní přerušit.

Pro druhý pokus tkaní byl snížen celkový počet osnovních nití na 700 nití. Dostava osnovy a útku byla zvolena na 14 nití/cm. Tkaní probíhalo ze začátku bez problémů. Do třiceti centimetrů hotové tkaniny byly jen malé problémy s chlupatostí osnovní soustavy, díky které občas došlo ke spojení nití ještě před paprskem. Po utkání

30 centimetrů začalo docházet místy k přetrhům osnovních nití. Po utkání 42 centimetrů tkaniny bylo nutné tkaní přerušit, protože se osnovní soustava úplně rozsypala.

Po druhém nezdaru s jednoduchými přízemi byla struktura jednoduché příze vyhodnocena jako nevhodná pro tkaní v jednoduché podobě pro osnovní soustavu. Proto bylo přikročeno ke skaní přízí, které byly použity pro osnovní soustavu. Do útku byly nadále vkládány příze jednoduché.

Příze pro osnovní soustavu byla dvojmo skaná se 140 zákruty na metr ze všech tří typů příze. Celkový počet osnovních nití pro tkaní byl zvolen 800 nití, dostava osnovy 16 nití/cm a dostava útku byla měněna vždy po utkání 50 cm tkaniny. Dostavy útku byly 10, 12, 14 a 16 nití/cm. Tkaní těchto vzorků probíhalo bez větších problémů, jen nastavení stroje bylo potřeba pro každý typ příze pozměnit.

Finálně byly utkány tři sady vzorků, od každé příze jedna sada po čtyřech vzorcích s různou dostavou útku. Základní údaje vzorků tkanin vzniklých na vzorovacím stávku jsou zaneseny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 Experimentální vzorky sada 1

Parametry e.t.	Příze	To [tex]	Tu [tex]	Do [pn/cm]	Du [pn/cm]	Vazba
PM 1	prstencová mykaná	2x23	23	16	10	plátno
PM 2	prstencová mykaná	2x23	23	16	12	plátno
PM 3	prstencová mykaná	2x23	23	16	14	plátno
PM 4	prstencová mykaná	2x23	23	16	16	plátno
PM 5	prstencová mykaná	2x23	23	16	18	plátno
AJ 1	trysková	2x23	23	16	10	plátno
AJ 2	trysková	2x23	23	16	12	plátno
AJ 3	trysková	2x23	23	16	14	plátno
AJ 4	trysková	2x23	23	16	16	plátno
PR 1	rotorová	2x23	23	16	10	plátno
PR 2	rotorová	2x23	23	16	12	plátno
PR 3	rotorová	2x23	23	16	14	plátno
PR 4	rotorová	2x23	23	16	16	plátno

Také vznikly dva vzorky pro porovnání z tryskové příze s jiným skacím zákrutem a jeden vzorek z prstencové mykané příze s vyšší dostavou útku. Výsledky naměřených hodnot na vzorcích pro porovnání jsou uvedeny v příloze A.

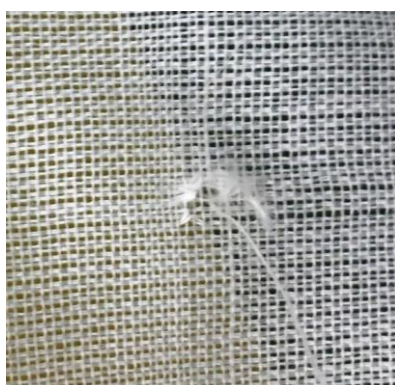
Na následujících obrázcích jsou zachyceny defekty na tkaninách, ke kterým docházelo při tkaní experimentálních vzorků.



Obrázek 13 Experimentální vzorek s defekty [vlastní zdroj]



Obrázek 14 Detail defektů ve tkanině [vlastní zdroj]



Obrázek 15 Detail defektu tkaniny z prostřední části [vlastní zdroj]



Obrázek 16 Detail rozsypaného kraje [vlastní zdroj]

6.2 Tkaní experimentálních vzorků - sada 2

Kvůli výše zmíněným změnám nastavení vzorovacího stávku, nebylo dodrženo stejné nastavení tkacích podmínek pro všechny vzorky. Hodnoty získaných parametrů proto nemohou být stoprocentně porovnávány, protože rozdílné podmínky tkaní na ně mají vliv.

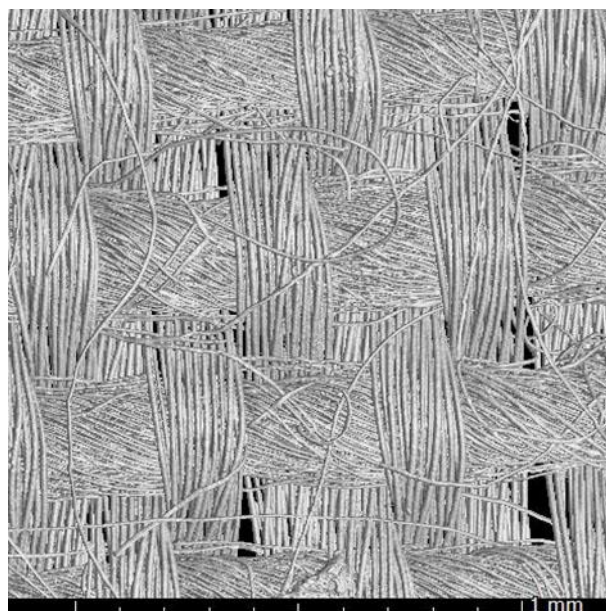
Proto bylo přistoupeno k tvorbě nových experimentálních vzorků na jehlovém tkacím stroji s žakárským prošlupním zařízením s jednotnou referenční osnovou. Pro osnovní soustavu byl použit 100% PESH. Jemnost osnovní příze je 78 dtex. Pro tkaní experimentální vzorků byla zvolena dostava osnovy 58 nití/cm. Do útku byly vkládány jednoduché příze, na které je tato práce zaměřena. Pro tkaní byly využity vazby základního kepru, aby byly zkoumané parametry co nejvíce zhodnotitelné. Jednalo se o kepr třívazný, čtyřvazný, pětivazný, šestivazný a sedmivazný. Změna vazby byla tentokrát proměnlivým parametrem a dostava útku byla pro všechny vzorky jednotná, a to 25 nití/cm.

Takto vznikly tři sady vzorků. Od každé zkoumané příze jedna sada po pěti vzorcích. Základní údaje pro vzorky utkané na jehlovém tkacím stroji jsou zaneseny v tabulce č. 4.

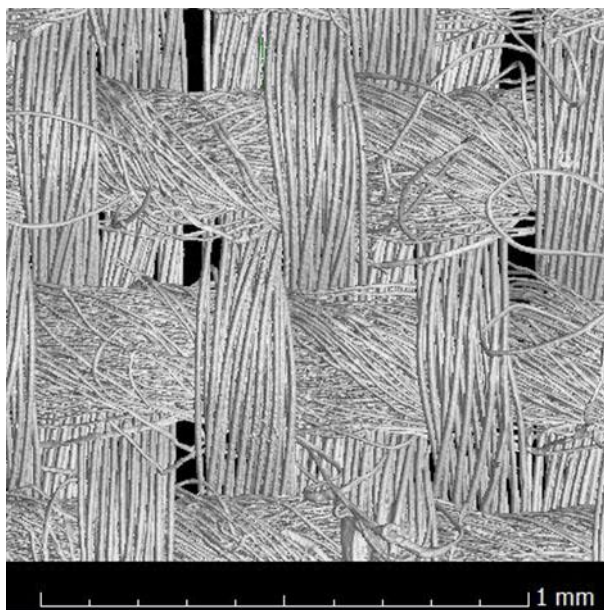
Tabulka č. 4 Experimentální vzorky sada 2

Parametry e.t.	Příze	To [dtex]	Tu [tex]	Do [pn/cm]	Du [pn/cm]	Vazba
PM K3	prstencová mykana	78	23	58	25	K 1/2 Z
PM K4	prstencová mykana	78	23	58	25	K 1/3 Z
PM K5	prstencová mykana	78	23	58	25	K 1/4 Z
PM K6	prstencová mykana	78	23	58	25	K 1/5 Z
PM K7	prstencová mykana	78	23	58	25	K 1/6 Z
AJ K3	trysková	78	23	58	25	K 1/2 Z
AJ K4	trysková	78	23	58	25	K 1/3 Z
AJ K5	trysková	78	23	58	25	K 1/4 Z
AJ K6	trysková	78	23	58	25	K 1/5 Z
AJ K7	trysková	78	23	58	25	K 1/6 Z
PR K3	rotorová	78	23	58	25	K 1/2 Z
PR K4	rotorová	78	23	58	25	K 1/3 Z
PR K5	rotorová	78	23	58	25	K 1/4 Z
PR K6	rotorová	78 <td 23	58	25	K 1/5 Z	
PR K7	rotorová	78	23	58	25	K 1/6 Z

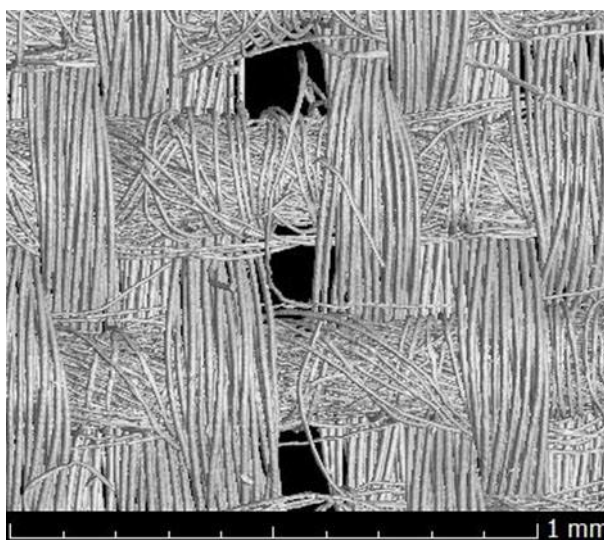
Na následujících obrázcích jsou zachyceny snímky z Micro CT pro jednotlivé vzorky tkanin.



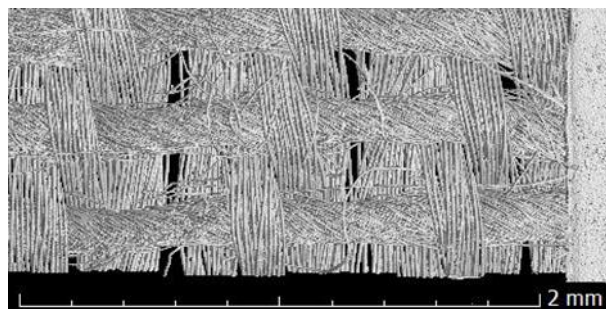
Obrázek 17 Detail vzorku tkaniny z prstencové mykané příze ve vazbě třívazného kepru [vlastní zdroj]



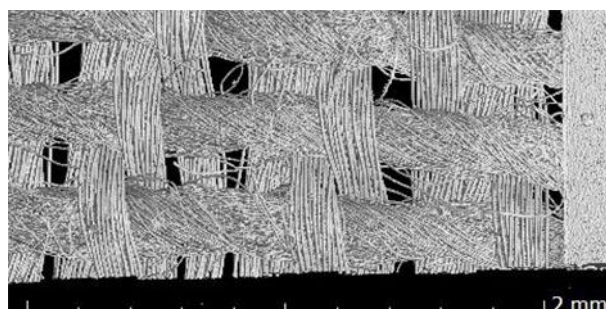
Obrázek 18 Detail vzorku tkaniny z tryskové příze ve vazbě třívazného kepru [vlastní zdroj]



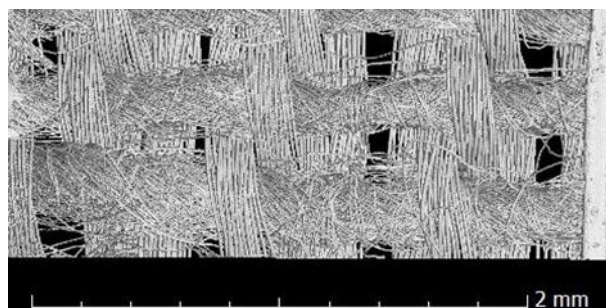
Obrázek 19 Detail vzorku tkaniny z rotorové příze ve vazbě třívazného kepru [vlastní zdroj]



Obrázek 20 Detail vzorku tkaniny z prstencové mykané příze ve vazbě pětivazného kepru [vlastní zdroj]



Obrázek 21 Detail vzorku tkaniny z tryskové příze ve vazbě pětivazného kepru [vlastní zdroj]



Obrázek 22 Detail vzorku tkaniny z rotorové příze ve vazbě pětivazného kepru [vlastní zdroj]

7. Hodnocení vybraných parametrů tkanin

Tato práce je zaměřena na zkoumání vlivu technologie výroby příze na vybrané parametry tkanin. Mezi tyto parametry je zařazena tloušťka tkaniny, zakrytí tkaniny a deformace přízí při procesu tkání. Proto na experimentálních vzorcích byly zkoumány hlavně tyto parametry.

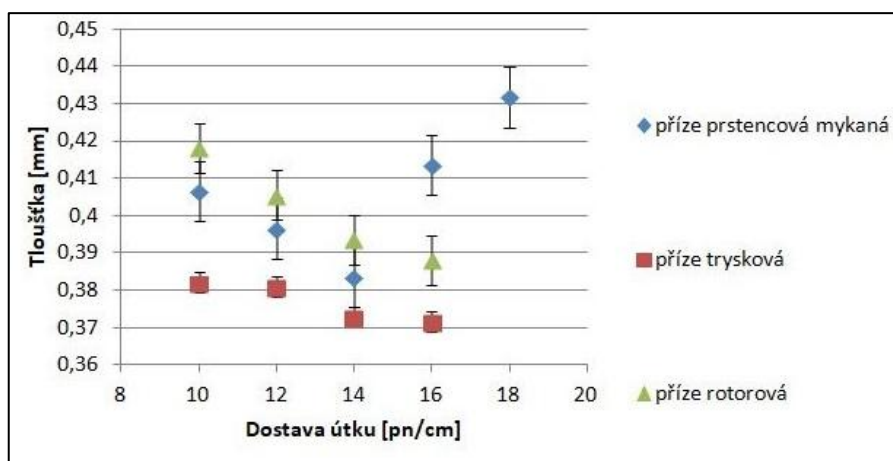
7.1 Hodnocení tloušťky tkaniny

Tloušťka tkaniny byla prvně měřena na tloušťkoměru Mesdan podle normovaného postupu. Každý vzorek byl dvacetkrát proměřen na různých místech, výsledky byly zaneseny a zpracovány pomocí MS Excel. Průměrné hodnoty tloušťky tkaniny vzorků ze sady 1 jsou zaneseny v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5 Průměrné hodnoty tloušťky experimentálních vzorků ze sady 1 měřené na tloušťkoměru Mesdan

Tloušťka [mm] - tloušťkoměr - porovnání průměrných hodnot					
Du	10	12	14	16	18
prstencová mykaná	0,41	0,4	0,38	0,41	0,43
confidence	0,005	0,008	0,01	0,016	0,041
trysková	0,38	0,38	0,37	0,37	
confidence	0,007	0,003	0,005	0,003	
rotorová	0,42	0,41	0,39	0,39	
confidence	0,003	0,004	0,004	0,003	

Průměrné hodnoty s konfidenčními intervaly byly pro větší přehlednost zaneseny do grafu. Závislost tloušťky na dostavě útku je znázorněna na obr. 23



Obrázek 23 Graf závislosti tloušťky tkaniny na dostavě útku

Z grafu je patrné, že se zvyšující se hodnotou dostavy útku se tloušťka tkaniny snižuje. Je to způsobeno tím, že nitě jsou blíže u sebe a proto na sebe více působí. Dojde proto k jejich většímu stlačení. Největší tloušťku mají tkaniny utkané z rotorové příze, o něco tenčí jsou tkaniny z prstencové mykané příze a nejméně tlusté jsou tkaniny z tryskové příze. Vyšší dostava útku u příze prstencové mykané způsobuje vyšší tloušťku, což vybočuje z trendu snižující se tloušťky.

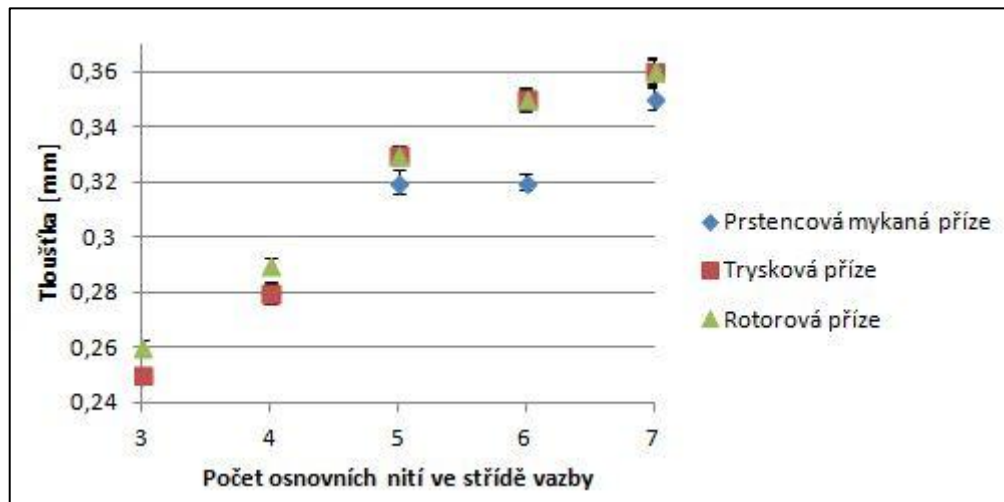
Jak bylo předpokládáno, příze s největším průměrem dosahují nejvyšších hodnot tloušťky. Je tedy zřejmé, že technologie výroby příze má značný vliv na výsledné vlastnosti tkanin. Každá technologie udává rozdílné základní parametry přízím. Ty se vždy projeví ve výsledných vlastnostech tkaniny.

Stejným způsobem byly měřeny a zpracovány experimentální vzorky ze sady 2. Průměrné výsledky jsou zaneseny v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6 Průměrné hodnoty tloušťky experimentálních vzorků ze sady 2 měřené na tloušťkoměru Mesdan

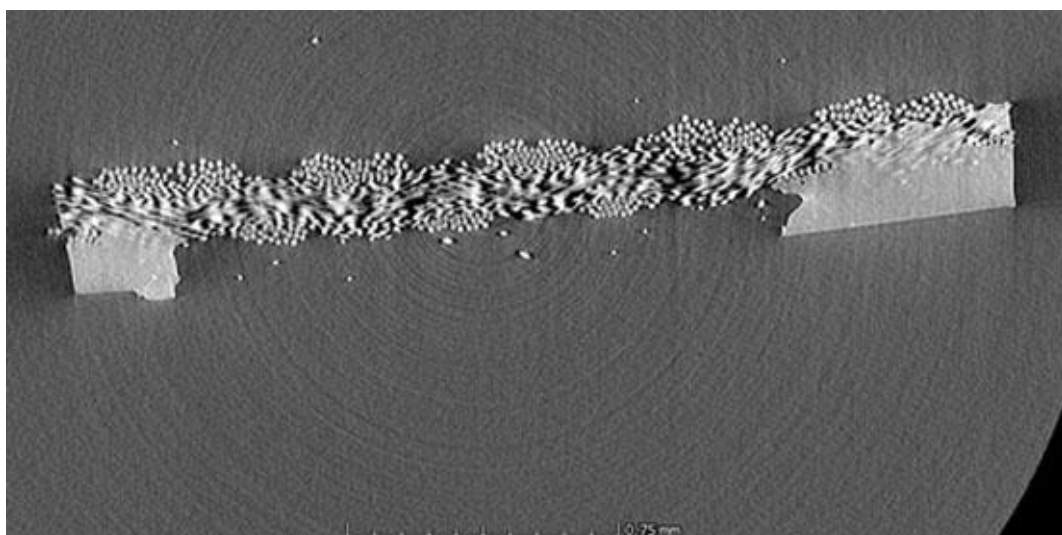
Tloušťka [mm] - tloušťkoměr - porovnání průměrných hodnot					
vazba	K3	K4	K5	K6	K7
PM	0,25	0,28	0,32	0,32	0,35
confidence	0,0018	0,0034	0,0042	0,0031	0,004
AJ	0,25	0,28	0,33	0,35	0,36
confidence	0,0024	0,0038	0,0033	0,0043	0,0052
BD	0,26	0,29	0,33	0,35	0,36
confidence	0,0026	0,0027	0,0034	0,0037	0,0045

Hodnoty byly rovněž zaneseny do grafu na obr. 24 pro větší přehlednost.

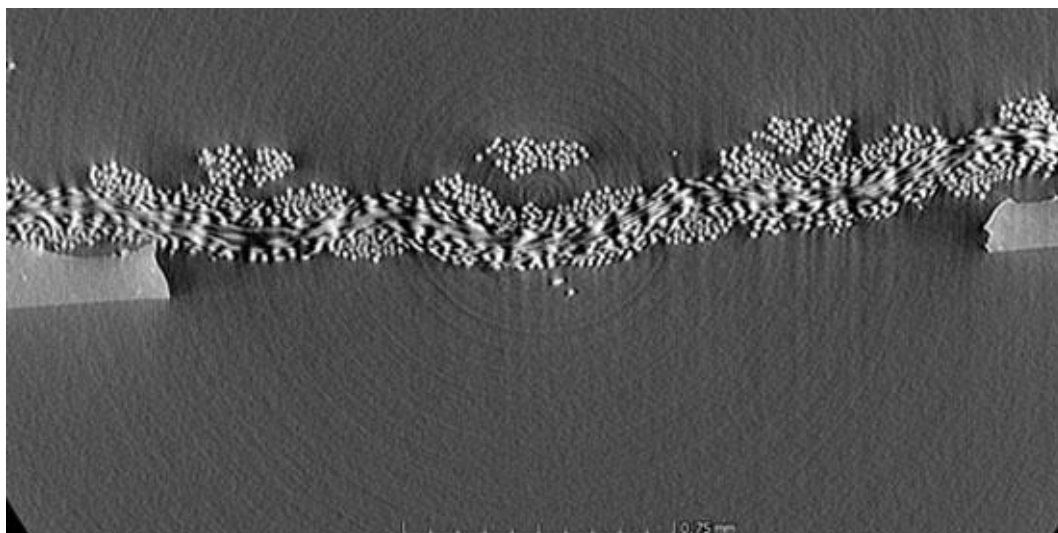


Obrázek 24 Graf závislosti tloušťky tkaniny na počtu nití ve střídě vazby

Z grafu je patrné, že tloušťka tkanin se zvětšuje se zvyšujícím se počtem nití ve střídě vazby. Je to logické, protože se zvyšujícím se počtem nití ve střídě se zvyšuje velikost flotážního úseku. V tomto úseku se nitě přibližují k sobě, až dojde k jejich zvednutí nad střední rovinu tkaniny. To je zachyceno na obrázku č. 25. Tento úsek pak zvyšuje hodnotu tloušťky tkaniny.



Obrázek 25a Příčný řez tkaninou PM K3 [vlastní zdroj]



Obrázek 25b Příčný řez tkaninou PM K5 [vlastní zdroj]

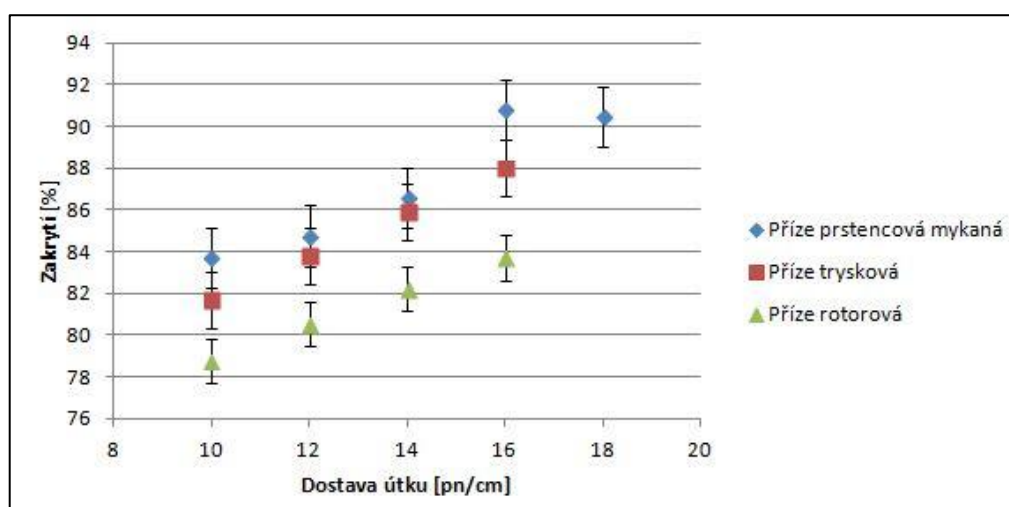
Hodnoty tloušťky tkaniny jsou v případě vzorků ze sady 2 přibližně podobné pro všechny tři technologie výroby příze. Tkaniny z prstencové mykané příze jsou nejslabší, tkaniny z tryskové příze jsou o něco tlustší a největší tloušťky opět dosahují vzorky z rotorových přízí. Potvrdil se tedy předpoklad, že příze s nejmenším průměrem budou dosahovat nejnižších hodnot tloušťky.

7.2 Hodnocení plošného zakrytí tkaniny

Pomocí obrazové analýzy bylo z každého vzorku nasnímáno sto různých mikroskopických snímků. Ty byly pomocí makra zpracovány. Výsledky tzv. měření polí byly přeneseny do MS Excel. V tomto programu byly následně z naměřených hodnot binární plochy a měřené plochy vypočteny hodnoty zakrytí tkaniny. Průměrné hodnoty jsou zaneseny v následujících tabulkách č. 7 a 8. Pro větší přehlednost i v následujících grafech na obrázcích č. 26 a 27.

Tabulka č. 7 Průměrné hodnoty zakrytí experimentálních vzorků ze sady 1

Zakrytí [%] - obrazová analýza - porovnání průměrných hodnot					
Du	10	12	14	16	18
prstencová mykaná	83,7	84,8	86,6	90,8	90,5
confidence	0,2	0,18	0,17	0,18	0,18
trysková	81,7	83,8	85,9	88	
confidence	0,14	0,16	0,13	0,12	
rotorová	78,8	80,6	82,3	83,7	
confidence	0,2	0,15	0,13	0,16	



Obrázek 26 Graf závislosti zakrytí tkaniny na dostavě útku

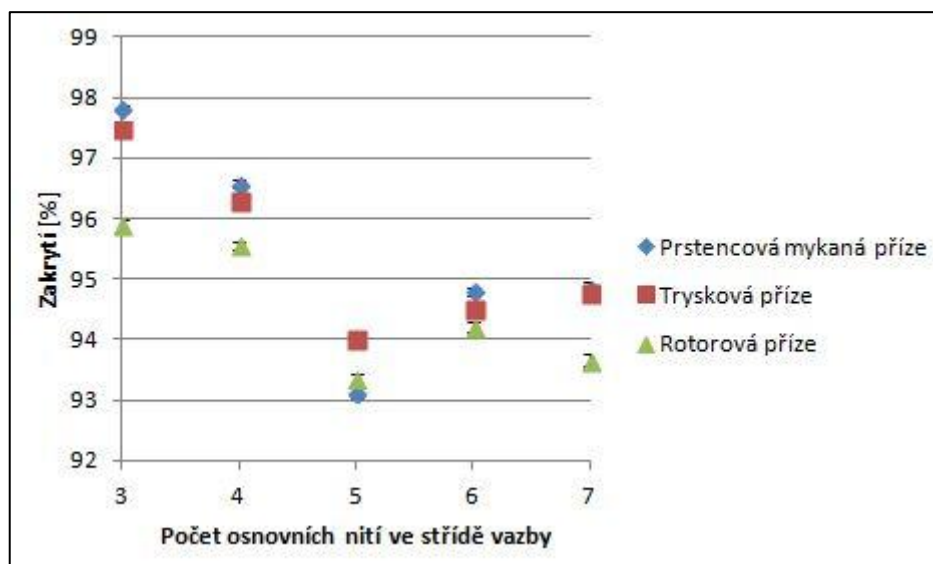
Z grafu je patrné, že zakrytí tkaniny roste se zvyšující se hodnotou dostavy útku. To potvrzuje představu, že vyšší počet nití v dostavě vede ke zmenšení pórů mezi přízemi. Tkanina je potom více zaplněna a roste tedy její zakrytí.

Nejmenších hodnot zakrytí dosahují experimentální vzorky tkanin z rotorové příze. Tkaniny z tryskové příze mají střední hodnoty ze zkoumaných vzorků. Nejvyššího zakrytí dosahují vzorky tkanin z prstencové mykané příze, u kterých při vyšších hodnotách dostavy útku, než jsou pro čtvercovou dostavu, dochází k poklesu hodnot zakrytí. Nejnižších hodnot zakrytí dosahují příze s největším průměrem. Tím byl vyvrácen předpoklad, že tkaniny vyrobené z příze s největším průměrem (rotorové) budou dosahovat největších hodnot plošného zakrytí. Pravděpodobně tento jev souvisí

s deformací příze. Hodnoty deformace příze jsou zkoumány v další části práce. Průměrné hodnoty deformace jednotlivých přízí jsou zaneseny v tabulce č. 11.

Tabulka č. 8 Průměrné hodnoty zakrytí experimentálních vzorků ze sady 2

Zakrytí [%] - obrazová anlyza - porovnání průměrných hodnot					
vazba	K3	K4	K5	K6	K7
PM	97,8	96,6	93,1	94,8	94,9
confidence	0,05	0,06	0,09	0,07	0,09
AJ	97,5	96,3	94	94,5	94,8
confidence	0,05	0,06	0,09	0,07	0,07
BD	95,9	95,6	93,4	94,2	93,7
confidence	0,11	0,07	0,09	0,08	0,1



Obrázek 27 Graf závislosti zakrytí tkaniny na počtu nití ve střídě vazby

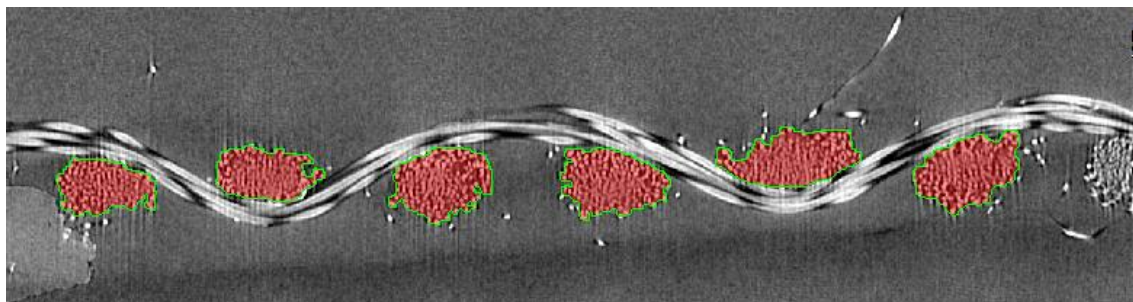
Z grafu je patrné, že hodnoty zakrytí tkaniny nejprve klesají se zvyšujícím se počtem nití ve střídě vazby. Po překročení počtu pěti nití ve střídě vazby hodnoty zakrytí začnou stoupat. Nelze proto určit jasný trend, jestli se zakrytí tkaniny s počtem nití ve střídě vazby zmenšuje či zvyšuje.

Rozdíly ve velikosti hodnoty zakrytí tkaniny v porovnání mezi technologiemi výroby příze zůstávají stejné jako u skané příze pro osnovní soustavu. Nejvyšších hodnot

zakrytí dosahují příze prstencové mykané, nižší příze tryskové a nejnižší příze rotorové. I v tomto případě je původní předpoklad vyvrácen, stejně jako u předchozích vzorků.

7.3 Hodnocení deformace příze

Z vybraných experimentálních vzorků ze sady 2 byly vytvořeny příčné a podélné řezy. Aby se maximálně zamezilo jejich deformaci, byly tyto řezy nasnímané ve volném stavu pomocí micro CT zařízení. Snímky byly dále zpracovávány pomocí obrazové analýzy. Z podélných a příčných řezů byla měřena deformace příze ve vazném bodu tkaniny. Byla označena reálná plocha řezů jednotlivých přízí pro osnovní i útkovou soustavu.



Obrázek 28 Ukázka měření parametrů přízí [vlastní zdroj]

Z podélných a příčných řezů byly měřeny tyto parametry přízí: plocha, ekvivalentní průměr, obvod, minimální a maximální průmět, kruhovitost a orientace. Kruhovitost (označení c) je podíl plochy příčného řezu vlákna s majícího obvod p a plochy ekvivalentního kruhového vlákna s_e se stejným obvodem. Vypočítá se podle vztahu:

$$c = \frac{s}{s_e} = \frac{4\pi s}{p^2}. \quad [32] \quad (46)$$

Hodnota orientace značí úhel, kterým se příčný řez odklání od roviny. S hodnotou orientace je možné převést maximální průmět do roviny.

Získané hodnoty byly přeneseny do MS Excel, kde byly dále zpracovány. Průměrné hodnoty jsou zaneseny v tabulce č. 9.

Tabulka č. 9 Průměrné hodnoty řezů přízí

	Plocha [mm ²]	Ekv. průměr [mm]	Obvod [mm]	Max. průmět [mm]	Min. průmět [mm]	Kruhovitost
	S	d _e	p	a	b	c
PM K3 (útek)	0,026	0,18	0,72	0,24	0,15	0,63
conf.	0,0008	0,0028	0,022	0,01	0,004	0,024
PM K5 (útek)	0,028	0,188	0,73	0,26	0,15	0,67
conf.	0,0012	0,0039	0,024	0,011	0,006	0,025
AJ K3 (útek)	0,028	0,188	0,79	0,26	0,15	0,57
conf.	0,001	0,0032	0,025	0,009	0,006	0,026
AJ K5 (útek)	0,032	0,201	0,78	0,23	0,17	0,69
conf.	0,0015	0,0048	0,033	0,017	0,008	0,035
BD K3 (útek)	0,027	0,184	0,73	0,26	0,15	0,65
conf.	0,0015	0,0049	0,032	0,017	0,005	0,041
BD K5 (útek)	0,024	0,175	0,66	0,22	0,14	0,71
conf.	0,0018	0,0064	0,029	0,015	0,008	0,029
PM K3 (osnova)	0,009	0,109	0,49	0,19	0,07	0,5
conf.	0,0002	0,0012	0,01	0,005	0,003	0,022
PM K5 (osnova)	0,009	0,108	0,51	0,2	0,07	0,45
conf.	0,0003	0,0016	0,017	0,006	0,003	0,025
AJ K3 (osnova)	0,009	0,109	0,47	0,18	0,07	0,55
conf.	0,0003	0,0018	0,014	0,006	0,004	0,028
AJ K5 (osnova)	0,01	0,114	0,49	0,19	0,08	0,55
conf.	0,0006	0,003	0,023	0,006	0,005	0,028
BD K3 (osnova)	0,01	0,11	0,45	0,18	0,07	0,59
conf.	0,0005	0,0029	0,019	0,008	0,004	0,029
BD K5 (osnova)	0,01	0,113	0,47	0,18	0,08	0,59
conf.	0,0004	0,0024	0,016	0,006	0,004	0,02

Z hodnot minimálního a maximálního průmětu byly pro jednotlivé tkaniny vypočítány parametry deformace příze podle vztahů (39) a (40). Jde o její rozšíření (označení α) a stlačení (označení β). Tyto hodnoty jsou zaneseny v tabulce č. 10.

Tabulka č. 10 Hodnoty deformace příze

	α	β
PM K3 (útek)	1,16	0,69
PM K5 (útek)	1,25	0,69
AJ K3 (útek)	1,15	0,66
AJ K5 (útek)	1,14	0,74
BD K3 (útek)	1,1	0,59
BD K5 (útek)	0,97	0,58
PM K3 (osnova)	1,93	0,69
PM K5 (osnova)	1,98	0,7
AJ K3 (osnova)	1,83	0,73
AJ K5 (osnova)	1,91	0,78
BD K3 (osnova)	1,84	0,7
BD K5 (osnova)	1,85	0,76

Za předpokladu, že se příze ve tkanině deformují pro každou technologii stejně, bylo možné z vypočtených hodnot pro nasnímané vzorky určit průměrné hodnoty deformace i pro ostatní vzorky. Jsou zaneseny v tabulce č. 11. S těmito průměrnými hodnotami bylo dále počítáno.

Tabulka č. 11 Průměrné hodnoty deformace příze pro jednotlivé technologie výroby příze

	α	β
PM (útek)	1,155	0,69
PM (osnova)	1,915	0,695
AJ (útek)	1,06	0,7
AJ (osnova)	1,815	0,755
BD (útek)	0,975	0,585
BD (osnova)	1,79	0,73

Stlačení příze (označení β) ovlivňuje predikované hodnoty tloušťky tkaniny, do kterých se započítávají parametry deformace. Rozšíření příze (označení α) ovlivňuje predikované hodnoty plošného zakrytí tkaniny v případě přihlídnutí k parametrům deformace.

Pro všechny experimentální vzorky utkané z jedné zkoumané příze jsou tyto hodnoty deformace stejné. Jak je z tabulky 11 patrné, jsou hodnoty pro jednotlivé technologie výroby příze rozdílné. Je tedy jasné, že rozdílná technologie výroby příze ovlivní i deformaci těchto přízí.

8. Zhodnocení použitelnosti stávajících modelů pro predikci parametrů tkanin

S použitím získaných základních parametrů příze a tkaniny ve volném stavu i za působení deformace, bylo možné vypočítat hodnoty tloušťky a plošného zakrytí tkaniny podle známých vzorců.

8.1 Tloušťka tkaniny

Podle vzorců pro odhad tloušťky tkanin byly vypočteny hodnoty tloušťky tkaniny bez deformace (47) a s deformačními parametry (48). Výsledky predikované tloušťky s i bez deformace jsou zaneseny v tabulce č. 12.

$$t = \max[2h_o + d_o; 2h_u + d_u]f^m, \quad (47)$$

kde t je tloušťka tkaniny [mm], h_o, u je výška vazné vlny osnovy a útku [mm], d_o, u je průměr osnovní a útkové nitě [mm], f je stupeň provázání tkaniny a m je vazebný exponent vystihující podsouvání nití pod sebe ve volných vazbách (u keprů 0,39).

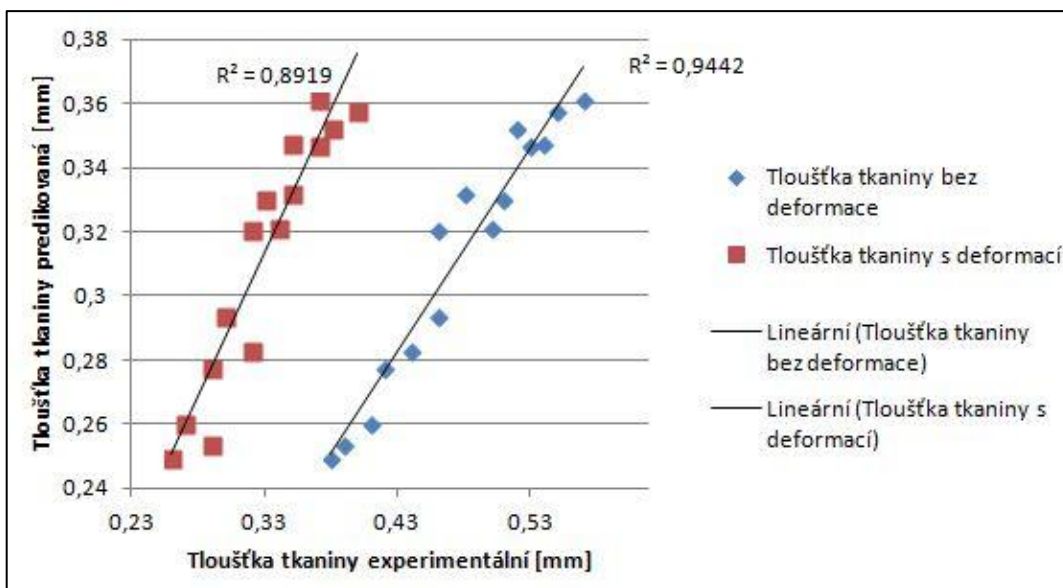
$$t = \max[2h_o + d_o\beta_o; 2h_u + d_u\beta_u]f^m, \quad (48)$$

kde β_o, u je stlačení nití ve tkanině. [24]

Tabulka č. 12 Predikované hodnoty tloušťky tkaniny

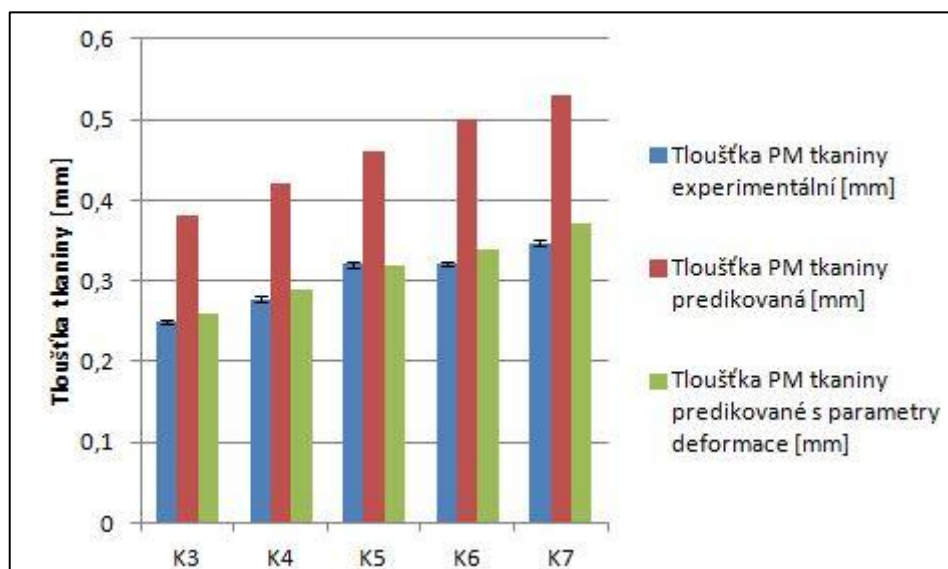
Tloušťka tkaniny bez deformace [mm]					
vazba	K3	K4	K5	K6	K7
PM	0,38	0,42	0,46	0,5	0,53
AJ	0,39	0,44	0,48	0,52	0,55
BD	0,41	0,46	0,51	0,54	0,57
Tloušťka tkaniny s deformací [mm]					
PM	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37
AJ	0,29	0,32	0,35	0,38	0,4
BD	0,27	0,3	0,33	0,35	0,37

Pro větší přehlednost a možnost porovnání experimentálních a predikovaných hodnot tloušťky tkaniny byly výsledky zaneseny do následujícího grafu na obr. 29.

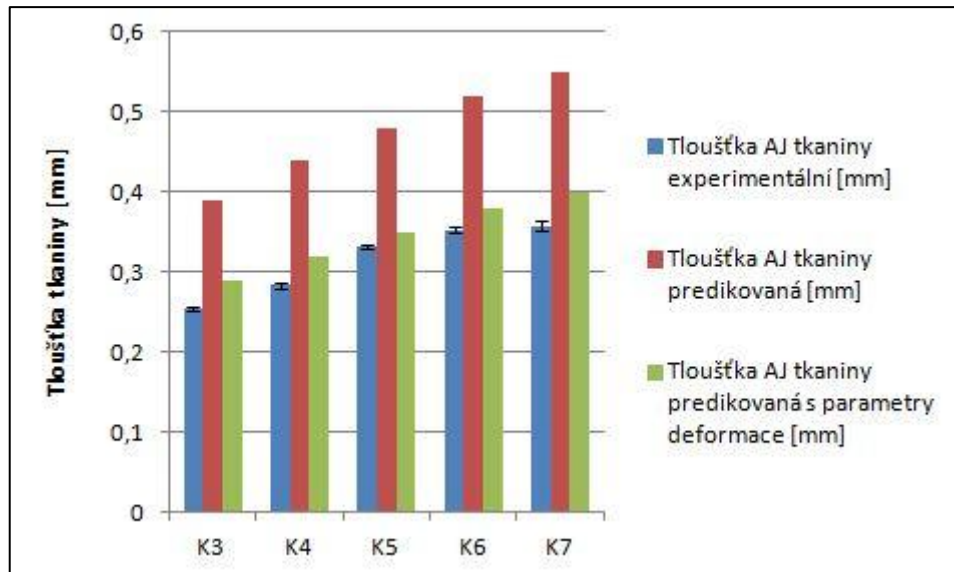


Obrázek 29 Graf porovnání predikovaných a experimentálních hodnot tloušťky tkaniny

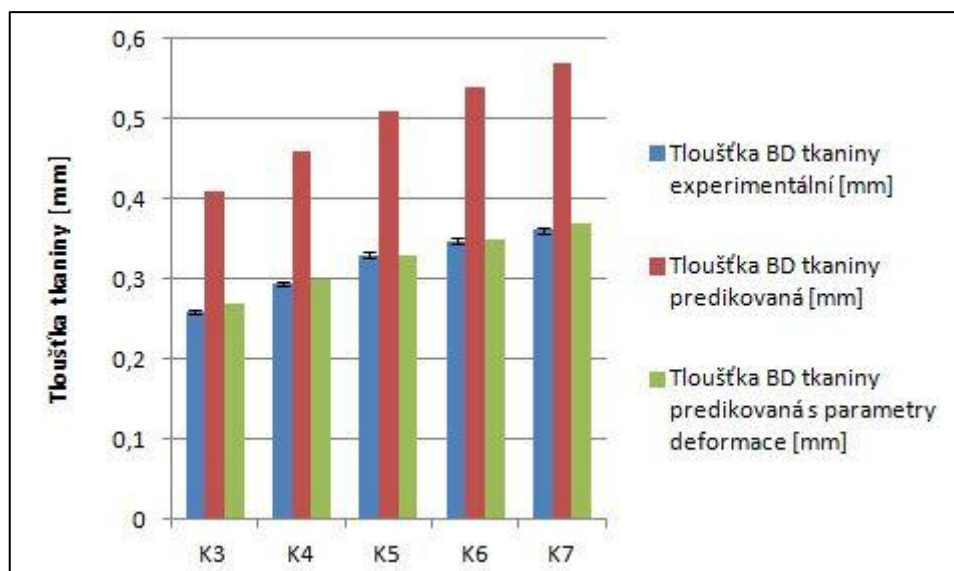
Z grafu je patrná míra lineární závislosti mezi daty. Toto uspořádání grafu ovšem neumožňuje porovnání samotných hodnot tloušťky mezi sebou. Proto byla data zanesena do sloupcového grafu pro každou technologii výroby příze zvlášť. Grafy jsou zachyceny na obr. 30, 31 a 32.



Obrázek 30 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot tloušťky tkaniny pro vzorky z prstencové mykané příze



Obrázek 31 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot tloušťky tkaniny pro vzorky z tryskové příze



Obrázek 32 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot tloušťky tkaniny pro vzorky z rotorové příze

Modře vnesené sloupce jsou hodnoty tloušťky tkaniny změřené na tloušťkoměru Mesdan. Červeně vnesené sloupce jsou hodnoty tloušťky vypočítané podle vzorce (47) nezátíženého deformací. Zelené sloupce jsou hodnoty tloušťky tkaniny vypočítané podle vzorce (48), který pracuje s deformačním parametrem stlačení příze.

Je patrné, že žádné predikované hodnoty tloušťky bez deformačních parametrů nespádají do intervalu spolehlivosti experimentálních dat, které jsou v grafech znázorněny chybovými úsečkami. Z tohoto poznatku je možné zhodnotit vztah pro predikci tloušťky tkaniny za nevhodný pro použití v tomto případě. Je ovšem důležité si uvědomit, že vzorec (47) nepočítá s deformací. Do tohoto vzorce jsou dosazovány průměry volných přízí, které nejsou zatíženy žádnou deformací. Z toho důvodu není schopen tento vztah postihnout fakt, že u přízí ve tkanině dochází k deformaci vlivem provázání. Proto predikované hodnoty tloušťky tkaniny bez deformace nespádají do intervalů spolehlivosti experimentálních výsledků.

Důležité je ale to, že i když se hodnoty predikované a experimentální neshodují, vztah (47) dokáže vystihnout trend, kdy při zvětšení délky flotážního úseku dojde ke zvětšení hodnoty tloušťky tkaniny.

Oproti tomu hodnoty tloušťky tkaniny predikované s parametry deformace se intervalům spolehlivosti experimentálně získaných dat buď blíží, nebo do nich přímo spadají. Je proto možné vztah pro predikci tloušťky tkaniny s deformací zhodnotit jako vyhovující pro odhad tloušťky tkaniny. Pro použití vzorce (48) je ale nutností znát hodnoty deformace příze.

8.2 Plošné zakrytí tkaniny

Podle vzorců pro plošné zakrytí tkaniny byly vypočítány hodnoty plošného zakrytí tkaniny bez deformace nití ve tkanině (49 – 51) a s deformačními parametry (49) a (52 – 53). Výsledné predikované hodnoty plošného zakrytí tkaniny jsou zaneseny v tabulce č. 13.

$$Z = Z_o + Z_u - Z_o Z_u, \quad (49)$$

kde Z je plošné zakrytí tkaniny [%] a $Z_{o,u}$ je plošné zakrytí osnovy a útku [%].

$$Z_o = D_o d_o, \quad (50)$$

$$Z_u = D_u d_u, \quad (51)$$

$$Z_o = D_o d_o \alpha_o, \quad (52)$$

$$Z_u = D_u d_u \alpha_u, \quad (53)$$

kde $D_{o, u}$ je hodnota dostavy osnovy a útku [pn/mm], $d_{o, u}$ je průměr osnovní a útkové příze [mm] a $\alpha_{o, u}$ je rozšíření příze ve tkanině.

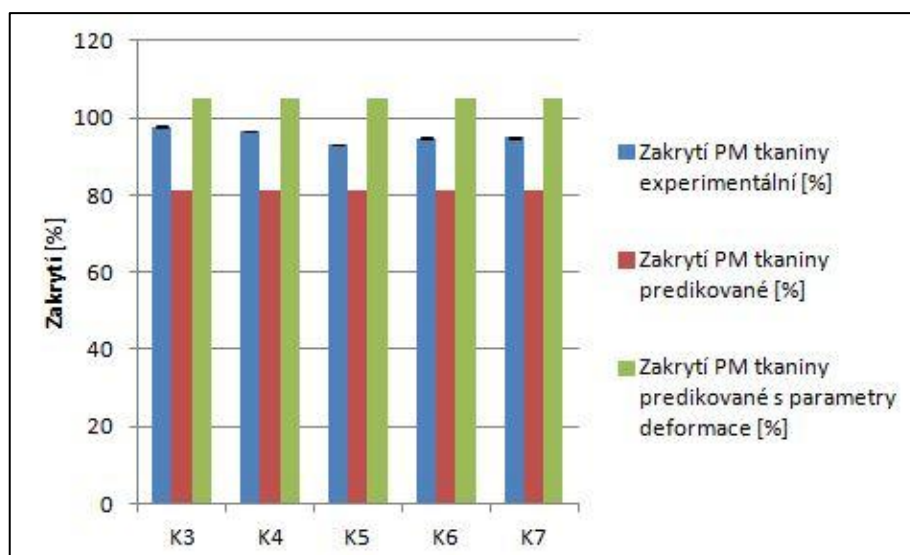
Tabulka č. 13 Predikované hodnoty plošného zakrytí tkaniny

Plošné zakrytí tkaniny bez deformace [%]					
vazba	K3	K4	K5	K6	K7
PM	81,1	81,1	81,1	81,1	81,1
AJ	82,9	82,9	82,9	82,9	82,9
BD	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5
Plošné zakrytí tkaniny s deformací [%]					
PM	105	105	105	105	105
AJ	102,8	102,8	102,8	102,8	102,8
BD	102,3	102,3	102,3	102,3	102,3

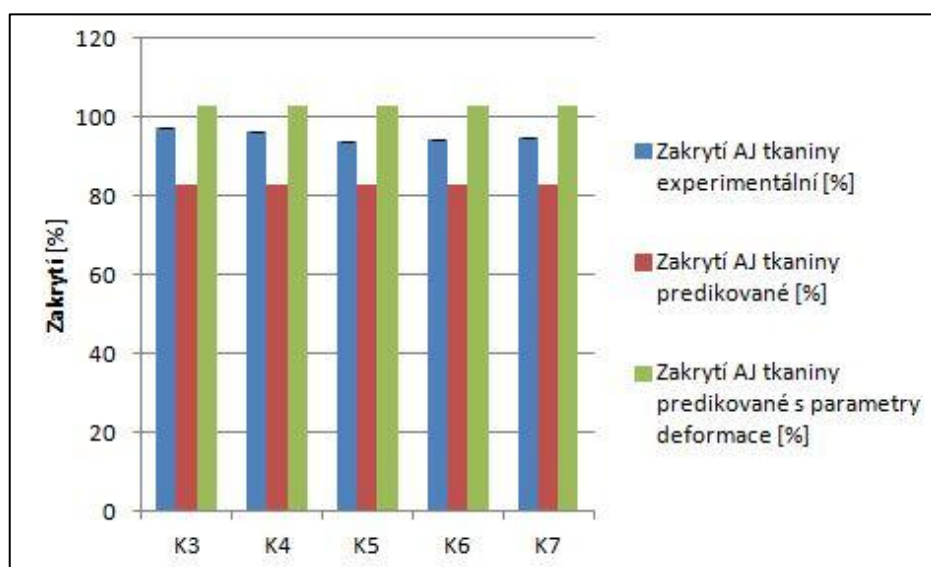
Jak je z tabulky patrné, hodnoty plošného zakrytí tkaniny se pro jednotlivé vzorky v sadě nemění. Je to způsobeno tím, že bylo počítáno se strojovými dostavami, které se pro jednotlivé vzorky neměnili. Pro větší přesnost by tedy bylo lepší experimentálně zjistit dostavy osnovy a útku po relaxaci experimentálních vzorků. Tento rozdíl byl pro účely této práce vyhodnocen jako velmi malý, proto bylo možné ho zanedbat a pracovat pouze s daty strojovými.

Z tabulky č. 13 je patrné, že vztah (49) pro výpočet plošného zakrytí neodráží vliv rozdílné vazby. To potvrzují konstantní hodnoty pro jednotlivé technologie výroby příze. Rozdíly predikovaných hodnot s a bez deformačních parametrů ukazují, že je zde vliv rozdílné deformace přízi vyrobených jinou technologií výroby příze.

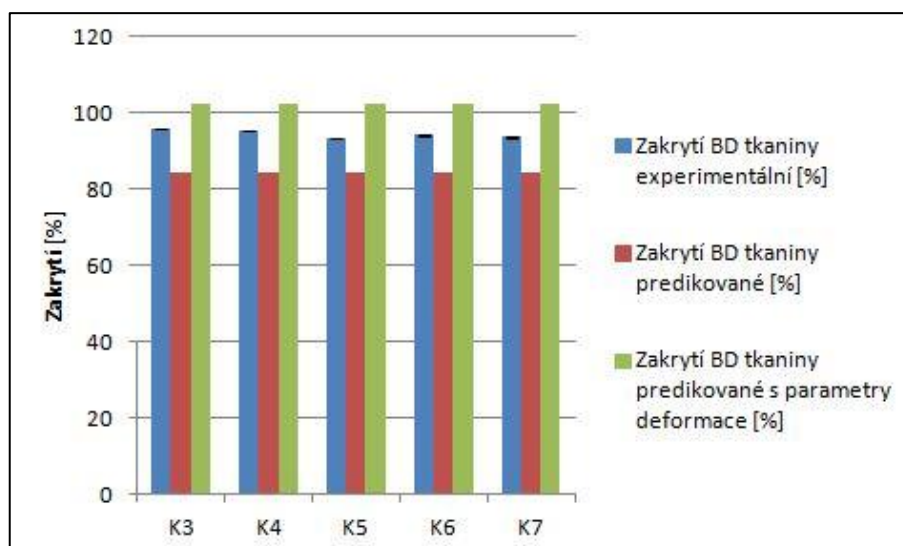
Pro větší přehlednost a možnost porovnání hodnot plošného zakrytí tkaniny mezi sebou byly opět hodnoty zaneseny do sloupcových grafů pro každou technologii výroby příze zvlášť. Jsou zachyceny na obr. 33, 34 a 35.



Obrázek 33 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot plošného zakrytí tkaniny pro vzorky z prstencové mykané přize



Obrázek 34 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot plošného zakrytí tkaniny pro vzorky z tryskové přize



Obrázek 35 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot plošného zakrytí tkaniny pro vzorky z rotorové příze

Ve sloupcových grafech jsou modře zaneseny hodnoty experimentálně zjištěné, červeně hodnoty predikované bez deformace a zeleně hodnoty plošného zakrytí tkaniny predikované s deformačními parametry.

Z grafů je patrné, že žádné predikované hodnoty plošného zakrytí tkaniny nespádají do intervalů spolehlivosti experimentálně zjištěných dat. Tyto intervaly spolehlivosti jsou tak malé, že na grafech nejsou skoro patrné.

Predikované hodnoty plošného zakrytí vypočítané s parametry deformace překračují hodnotu 100 %. Je prakticky nemožné, aby měla tkanina vyšší plošné zakrytí, než je 100 %. U experimentálních vzorků však docházelo k překrývání nití v místech flotážních úseků, které vedou k vyšším hodnotám predikovaného plošného zakrytí.

S ohledem na téma diplomové práce je na místě se zamyslet, jestli jsou predikční vztahy schopné reagovat na změnu vlivu technologie výroby příze. Jak již bylo řečeno, různá technologie výroby příze způsobí různé parametry přízí, například průměr, se kterými predikční vztahy pracují. Proto se dá zhodnotit, že predikční vztahy jsou schopné reagovat na změnu technologie výroby příze.

Vztah pro výpočet plošného zakrytí tkaniny by bylo možné modifikovat například započtením různých ploch různých pórů. Tím by se do výpočtu zanesl i vliv rozdílné vazby, protože každá vazba má jinou četnost různých pórů. To potvrzuje článek [30] v literární rešerši, kde se autor Backer zabývá různými póry.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo stanovit vliv technologie výroby příze na tloušťku tkaniny a plošné zakrytí tkaniny. Na sadě experimentálních vzorků bylo provedeno měření, jehož výsledky byly porovnány s predikovanými hodnotami podle známých vzorců.

Vzorky tkanin pro experimentální měření byly vyrobeny ve dvou sadách. V prvním případě se jednalo o vzorky ze zkoumaných přízí dvojmo skaných pro osnovní soustavu a jednoduchých pro soustavu útkovou. Rozdíly mezi jednotlivými vzorky tkanin byly v dostavě útku. Ostatní parametry byly shodné. V druhé sadě se jednalo o vzorky ze 100% PESH v osnovní soustavě a zkoumaných jednoduchých přízí v útkové soustavě. Zde byly všechny parametry pro tkaní stejné a rozdíl byl ve vazbách vzorků. Pro největší názornost byly vybrány vazby základních útkových keprů. Pracovalo se s vazbami $K 1/2$, $K 1/3$, $K 1/4$, $K 1/5$ a $K 1/6$. Všechny keprové vazby byly pravého směru řádkování.

U obou sad vzorků byla měřena tloušťka tkaniny na tloušťkoměru Mesdan. Měření probíhalo podle normovaného postupu. Při tomto měření nejvyšších hodnot tloušťky dosahovaly vzorky z rotorové příze v obou sadách. Pro vzorky ze sady 1 byly nejtenčí vzorky z tryskové příze, pro sadu 2 pak vzorky z příze prstencové mykané. S rostoucí dostavou útku se tloušťka tkaniny snižovala. To potvrdilo předpoklad vyššího vzájemného stlačování přízí při jejich vyšším počtu. S rostoucím počtem osnovních nití ve střídě vazby se tloušťka zvyšovala. Tento jev byl následkem zvyšující se velikosti flotážního úseku, který vedl k vytlačení přízí nad střední rovinu tkaniny, a tím k vyšší hodnotě tloušťky.

Následně byly obě sady vzorků podle normovaného postupu nasnímány pomocí mikroskopu, aby mohly být dále zpracovány pomocí obrazové analýzy a předdefinovaného makra. Pomocí tohoto makra byla u snímků zhodnocena plocha. Pomocí poměru plochy zakryté přízemi k celkové ploše snímku, bylo vyhodnoceno plošné zakrytí tkaniny. Zde nejvyšších hodnot dosahovaly vzorky z prstencové mykané příze v obou sadách vzorků. Následovaly vzorky z tryskové příze a nejmenších hodnot zakrytí dosahovaly vzorky z rotorových přízí.

Následně byly vzorky ze sady 2 zachyceny pomocí micro CT zařízení. V tomto případě nebyly vzorky nijak deformovány či stlačeny, proto mohly být z příčných a podélných řezů vyhodnoceny parametry pro chování přízí ve tkanině. Z těchto hodnot bylo možné získat parametry deformace přízí pro vzorky ve vazbách trívazného a pětivazného kepru. Za předpokladu, že se příze ve tkaninách deformují stejně, bylo možné vypočítat průměrné hodnoty deformace pro osnovní i útkové příze pro všechny tkaniny jiných vazeb. Tyto hodnoty pak mohly být zapracovány do výpočtů tloušťky a plošného zakrytí tkaniny.

V poslední části, byly ze zjištěných parametrů vypočítány hodnoty tloušťky tkaniny a plošného zakrytí tkaniny bez započítání parametrů deformace i s nimi. Tyto hodnoty byly následně porovnány s experimentálně zjištěnými hodnotami. Predikované hodnoty vlastností bez deformačních parametrů ani v jednom případě nespádaly do intervalu spolehlivosti experimentálně získaných dat. V případě porovnání hodnot tloušťky experimentálně získaných s hodnotami predikovanými bylo zjištěno, že jsou hodnoty podobné. Je tedy možné vzorec pro predikci tloušťky s deformačními parametry zhodnotit jako vhodný pro použití.

Při porovnání hodnot plošného zakrytí tkaniny se data neshodovala. Navíc predikované hodnoty značně přesahovaly hodnoty experimentálně zjištěné. Dokonce přestoupily i přes hodnotu 100 %, což není ve skutečnosti možné. A také je z nasnímaných obrazů experimentálních tkanin patrné, že tkaniny nejsou zcela zakryté přízemi. Jsou zřetelně vidět póry mezi jednotlivými přízemi ve tkanině. Překročení hodnoty 100 % bylo způsobeno podsouváním nití ve flotážních úsecích. Při výpočtech se pracovalo s průměrnými hodnotami rozšíření přízí, které byly získány z celé plochy příčného řezu. Nebylo rozlišeno, jestli se nacházejí ve flotážním úseku nebo ne. Proto by bylo lepší vztah pro predikci plošného zakrytí tkaniny více upřesnit.

Zdroje a použitá literatura

- [1] INTERNÍ NORMA 23-108-01/01 *Definice: Geometrie provázání nití ve tkanině z příčných řezů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní. 2011.
- [2] NOSEK, S. *Struktura a geometrie tkanin*. Liberec 1996.
- [3] KOLČAVOVÁ SIRKOVÁ, B. *Vybrané partie ze struktury tkanin*. Výukové materiály. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní. 2002.
- [4] JIRÁSKOVÁ, P. *Předení*. Přednášky Textilní technologie I. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní. 2014.
- [5] NECKÁŘ, B. *Příze a hedvábí 1 „DEFINICE, SOUVISLOSTI“*. Přednášky SVT 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní. 2015.
- [6] NECKÁŘ, B. *Příze: Tvorba, struktura, vlastnosti*. Praha 1: SNTL Nakladatelství technické literatury. 1990. ISBN 04-811-90.
- [7] INTERNÍ NORMA 13-108-01/01 *Definice: Geometrické parametry tkanin*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní. 2004
- [8] SZOSLAND, J. *Modeling of the inter-thread spaces in woven fabric*. 3rd Inter. Conf. On Novelties in weaving research and technology. Maribor. 1999.
- [9] SIRKOVÁ, B. *Matematický model pro vyjádření provázání nití ve tkanině s využitím Fourierových řad*. Liberec, 2002. Dizertační práce. Technická univerzita Liberec.
- [10] PIERCE, F. T. *Journal of the Textile Institute vol. 28*. 1937
- [11] NOVIKOV, N. G. *Struktura i projektirovanike tkanej*. Moskva, 1973
- [12] ČSN EN ISO 5084 *Textilie: Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků*. Zář 1996
- [13] INTERNÍ NORMA 46-108-01/01 *Doporučený postup tvorby příčných řezů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní. 2002
- [14] KLÍMOVÁ, E. *Digitální tloušťkoměr: Přístroj SDL M034A*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. 2008.
- [15] NOVÁK, P. J. *Tloušťkoměr do 10 mm*. [online]. Praha 1. [cit. 2019-12-13]. Dostupné z: <https://www.pjnovak.cz/p/1073/tloustkomer-do-10-mm-001-mm-hloubkacelisti-40-mm>
- [16] THICKNESS GAUGE: ****Code 1880_ABCDEFGHMP****. Průvodní leták MESDAN S.P.A

- [17] ŠKÁROVÁ, P. *Vliv přítlaku na experimentální zjišťování tloušťky tkaniny*. Liberec 2018. Diplomová práce. Technická univerzita Liberec. Vedoucí práce Ing. Iva Mertová
- [18] HES, L., SLUKA, P. *Úvod do komfortu textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. 2005. ISBN 80-708-3926-0.
- [19] HU, J. *Structure and mechanics of woven fabrics*. Cambridge: Woodhead Publishing. 2004. ISBN 1855739046.
- [20] LI, Y., DAL, X. Q. *Biomechanical engineering of textiles and clothing*. Woodhead Publishing Limited. 2006
- [21] Laboratoř KES. *KES-FB3 Automatic Compression Tester*. [online]. Liberec. Technická univerzita v Liberci. Katedra oděvnictví. [cit. 2019-12-13]. Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/katedry/katedra-odevnictvi-laboratore/laborator-kes?preview=1>
- [22] INTERNÍ NORMA 23-107-01/01 *Plošné zakrytí tkanin*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní. 2002.
- [23] NECKÁŘ, B. *Tkaniny 2 „Modely geometrie“*. Přednášky SVT 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní. 2015
- [24] NECKÁŘ, B. *Tkaniny 3 „Mechanika tkanin“*. Přednášky SVT 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní. 2015
- [25] Lenzing Aktiengesellschaft. *Tencel™*. [online] Austria 2018. [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: <https://www.tencel.com/>
- [26] SEAMAN, R. E. *The Measurement of Fabric Thickness*. Wilmington, Delaware, 1953.
- [27] KANG, T. J., CHOI, S. H., KIM, S. M. *Automatic Structure Analysis and Objective Evaluation of Woven Fabric Using Image Analysis*. Seoul, South Korea, 2001
- [28] TAYLOR, P. M., POLLET, D. M. *Static Low-Load Lateral Compression of Fabrics*. United Kingdom, 2002.
- [29] FONTAINE, S., DURAND, B., FREYBURGER, J. M. *Fabric Thickness Dynamic Measurement during a Classic Uniaxial Tensile Test, vol 42*. 2002.
- [30] BACKER, S. *The Relationship Between the Structural Geometry of a Textile Fabric and Its Physical Properties*. 1951.
- [31] B.US TENCEL. *US Tencel*. [online] USA 2019. [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: https://www.buhler yarn.com/blog/products/us-tencel/?redirect_bypass=1
- [32] MILITKÝ, J., KŘEMENÁKOVÁ, D. *Metrologie a řízení jakosti*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. 2015. ISBN 978-80-7494-242-6

Seznam obrázků

- Obrázek 1 Zvlnění tkaniny [23]
- Obrázek 2 Deformace nitě ve tkanině [24]
- Obrázek 3 Piercův model provázání [7]
- Obrázek 4 Model tloušťky tkaniny [23]
- Obrázek 5 Tloušťkoměr SDL M034A [14]
- Obrázek 6 Tloušťkoměr firmy Mesdan [16]
- Obrázek 7 Alambeta [vlastní zdroj]
- Obrázek 8 Kompresní modul KES [20]
- Obrázek 9 Snímek z obrazové analýzy (vzorek PM K3) [vlastní zdroj]
- Obrázek 10 Detail prstencové mykané příze [vlastní zdroj]
- Obrázek 11 Detail tryskové příze [vlastní zdroj]
- Obrázek 12 Detail rotorové příze [vlastní zdroj]
- Obrázek 13 Experimentální vzorek s defekty [vlastní zdroj]
- Obrázek 14 Detail defektů ve tkanině [vlastní zdroj]
- Obrázek 15 Detail defektu tkaniny z prostřední části [vlastní zdroj]
- Obrázek 16 Detail rozsypaného kraje [vlastní zdroj]
- Obrázek 17 Detail vzorku tkaniny z prstencové mykané příze ve vazbě třívazného kepru [vlastní zdroj]
- Obrázek 18 Detail vzorku tkaniny z tryskové příze ve vazbě třívazného kepru [vlastní zdroj]
- Obrázek 19 Detail vzorku tkaniny z rotorové příze ve vazbě třívazného kepru [vlastní zdroj]
- Obrázek 20 Detail vzorku tkaniny z prstencové mykané příze ve vazbě pětivazného kepru [vlastní zdroj]
- Obrázek 21 Detail vzorku tkaniny z tryskové příze ve vazbě pětivazného kepru [vlastní zdroj]
- Obrázek 22 Detail vzorku tkaniny z rotorové příze ve vazbě pětivazného kepru [vlastní zdroj]

- Obrázek 23 Graf závislosti tloušťky tkaniny na dostavě útku
- Obrázek 24 Graf závislosti tloušťky tkaniny na počtu nití ve střídě vazby
- Obrázek 25a Příčný řez tkaninou PM K3 [vlastní zdroj]
- Obrázek 25b Příčný řez tkaninou PM K5 [vlastní zdroj]
- Obrázek 26 Graf závislosti zakrytí tkaniny na dostavě útku
- Obrázek 27 Graf závislosti zakrytí tkaniny na počtu nití ve střídě vazby
- Obrázek 28 Ukázka měření parametrů přízí [vlastní zdroj]
- Obrázek 29 Graf porovnání predikovaných a experimentálních hodnot tloušťky tkaniny
- Obrázek 30 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot tloušťky tkaniny pro vzorky z prstencové mykané příze
- Obrázek 31 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot tloušťky tkaniny pro vzorky z tryskové příze
- Obrázek 32 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot tloušťky tkaniny pro vzorky z rotorové příze
- Obrázek 33 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot plošného zakrytí tkaniny pro vzorky z prstencové mykané příze
- Obrázek 34 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot plošného zakrytí tkaniny pro vzorky z tryskové příze
- Obrázek 35 Graf porovnání experimentálních a predikovaných hodnot plošného zakrytí tkaniny pro vzorky z rotorové příze

Seznam tabulek

Tabulka 1	Základní parametry jednoduchých přízí
Tabulka 2	Základní parametry skaných přízí
Tabulka 3	Experimentální vzorky sada 1
Tabulka 4	Experimentální vzorky sada 2
Tabulka 5	Průměrné hodnoty tloušťky experimentálních vzorků ze sady 1 měřené na tloušťkoměru Mesdan
Tabulka 6	Průměrné hodnoty tloušťky experimentálních vzorků ze sady 2 měřené na tloušťkoměru Mesdan
Tabulka 7	Průměrné hodnoty zakrytí experimentálních vzorků ze sady 1
Tabulka 8	Průměrné hodnoty zakrytí experimentálních vzorků ze sady 2
Tabulka 9	Průměrné hodnoty řezů přízí
Tabulka 10	Hodnoty deformace příze
Tabulka 11	Průměrné hodnoty deformace příze pro jednotlivé technologie výroby příze
Tabulka 12	Predikované hodnoty tloušťky tkaniny
Tabulka 13	Predikované hodnoty plošného zakrytí tkaniny

Seznam příloh

- Příloha A Tabulky nezařazené v práci
- A.1 Tabulka průměrných hodnot tloušťky tkaniny speciálních vzorků sady 1
 - A.2 Tabulka průměrných hodnot plošného zakrytí tkaniny speciálních vzorků sady 1
- Příloha B Snímky pracovního prostředí zpracování snímků z micro CT
- B.1 Vzorek prstencové mykané příze
 - B.2 Vzorek tryskové příze
 - B.3 Vzorek rotorové příze
 - B.4 Vzorek BD K3
 - B.5 Vzorek BD K5

Přílohy

Příloha A Tabulky nezařazené v práci

A.1 Tabulka průměrných hodnot tloušťky tkaniny speciálních vzorků sady 1

Tloušťka [mm] - tloušťkoměr - porovnání průměrných hodnot					Výsledky vzorků na porovnání		
Du	10	12	14	16	18	sk. zák. 100	sk. zák. 140
prstencová mykaná	0,4065	0,3965	0,3835	0,4135	0,43167		
confidence	0,005	0,008	0,01	0,016	0,041		
trysková	0,382	0,381	0,373	0,3715		0,413	0,413
confidence	0,007	0,003	0,005	0,003		0,005	0,007
rotorová	0,418	0,4055	0,3935	0,388			
confidence	0,003	0,004	0,004	0,003			

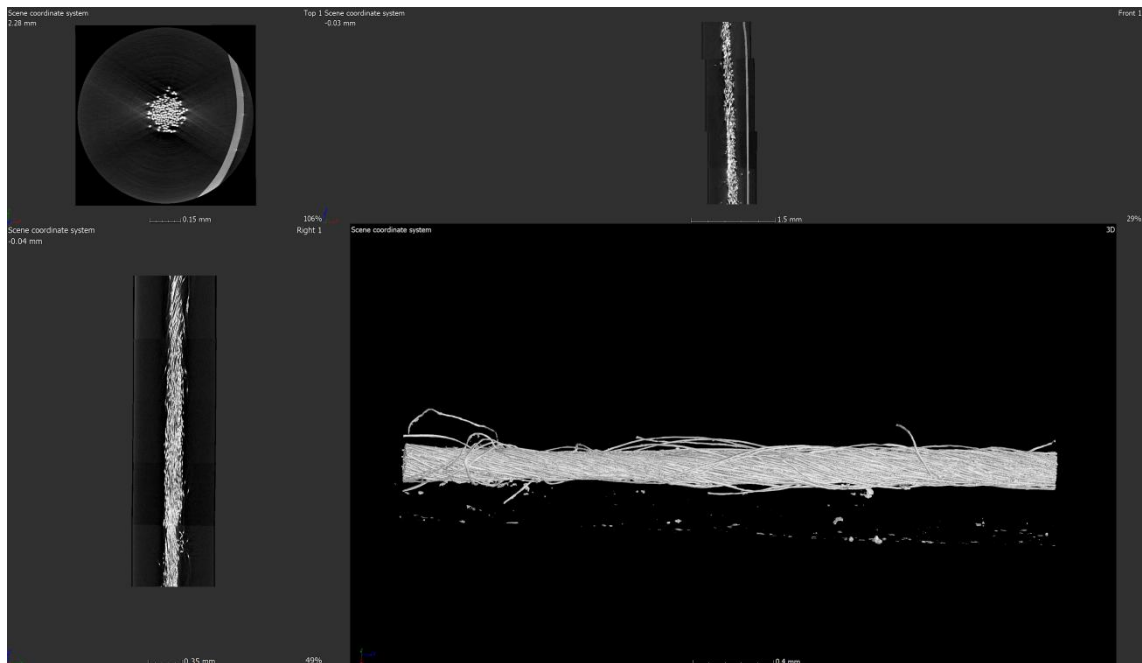
A.2 Tabulka průměrných hodnot plošného zakrytí tkaniny speciálních vzorků sady 1

Zakrytí [%] - obrazová analýza - porovnání průměrných hodnot					Výsledky vzorků na porovnání		
Du	10	12	14	16	18	sk. zák. 100	sk. zák. 140
prstencová mykaná	83,7026	84,7495	86,5761	90,7759	90,4815		
confidence	0,2	0,18	0,17	0,18	0,18		
trysková	81,7106	83,8071	85,8972	88,0035		77,673981	72,7691739
confidence	0,14	0,16	0,13	0,12		0,18	0,27
rotorová	78,8045	80,5709	82,2544	83,7121			
confidence	0,2	0,15	0,13	0,16			

Při tkaní experimentálních vzorků sady 1 se podařilo utkat několik vzorků s jinými parametry na porovnání. Jedná se o vzorek z prstencové mykané příze s vyšší než čtvercovou dostavou a o vzorky z tryskové příze s rozdílnými skacími zákruty. Tyto vzorky byly proměřeny jako ostatní experimentální vzorky. Jejich průměrné hodnoty tloušťky tkaniny a plošného zakrytí tkaniny jsou zaneseny v tabulkách A.1 a A.2

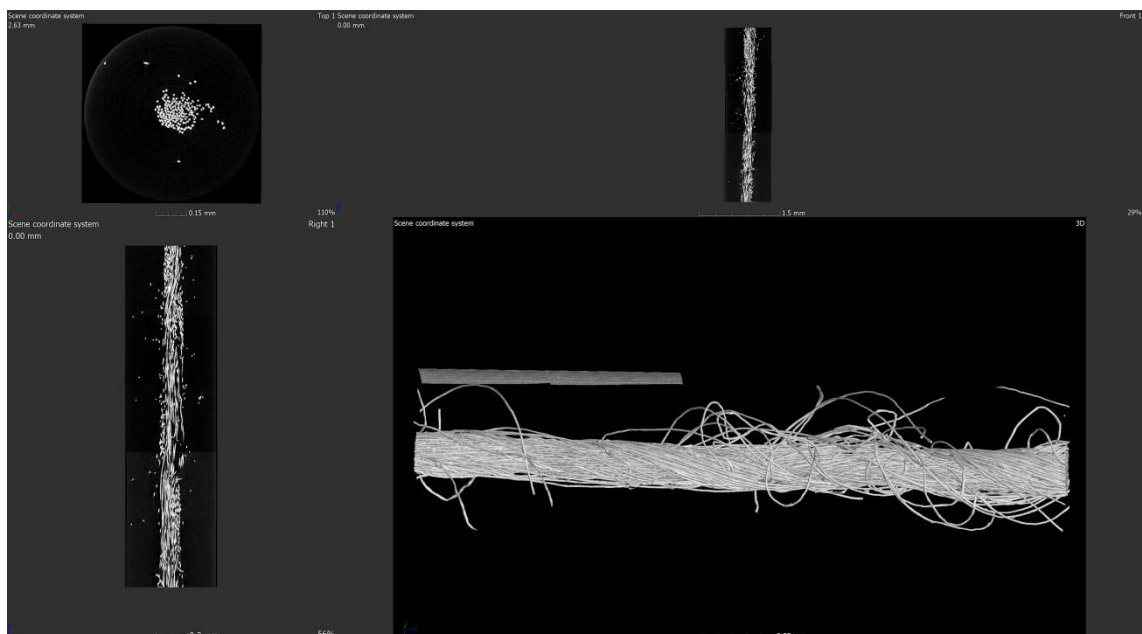
Příloha B Snímky pracovního prostředí zpracování snímků z micro CT

B.1 Vzorek prstencové mykané příze

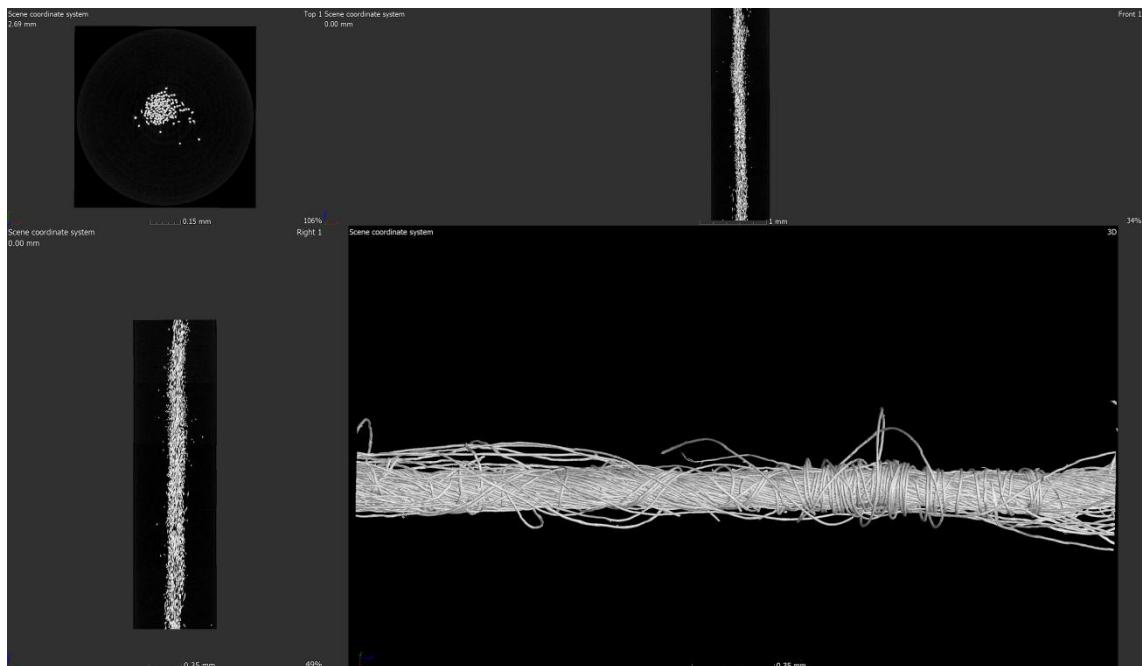


Na snímku je zachyceno pracovní prostředí softwaru ke zpracování snímků z micro CT. Je zde zachycen příčný a podélný řez prstencovou mykanou příží a 3D modelace příže.

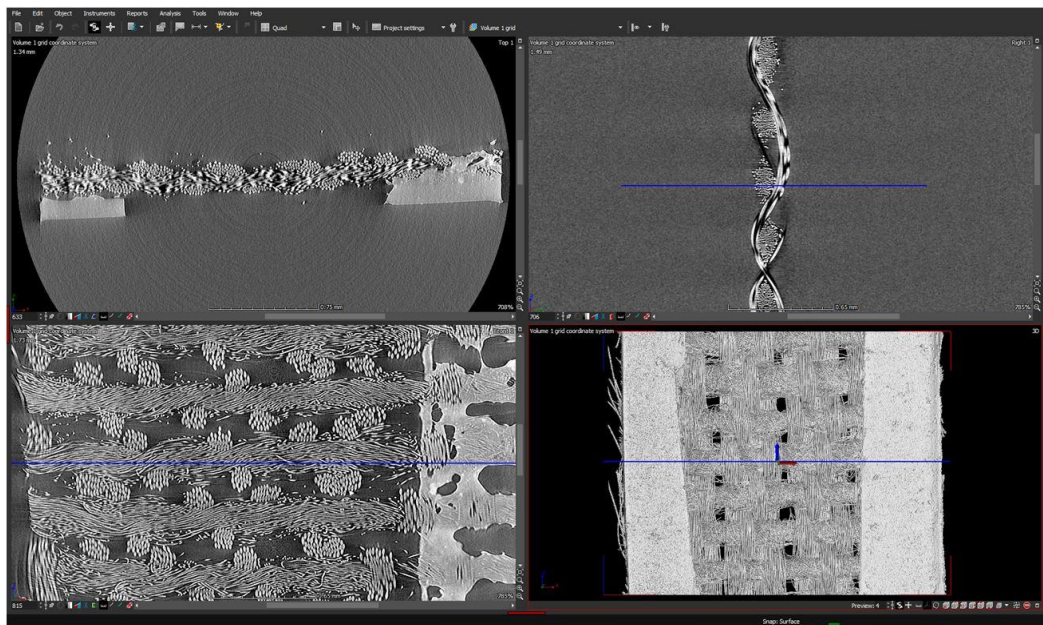
B.2 Vzorek tryskové příze



B.3 Vzorek rotorové přize

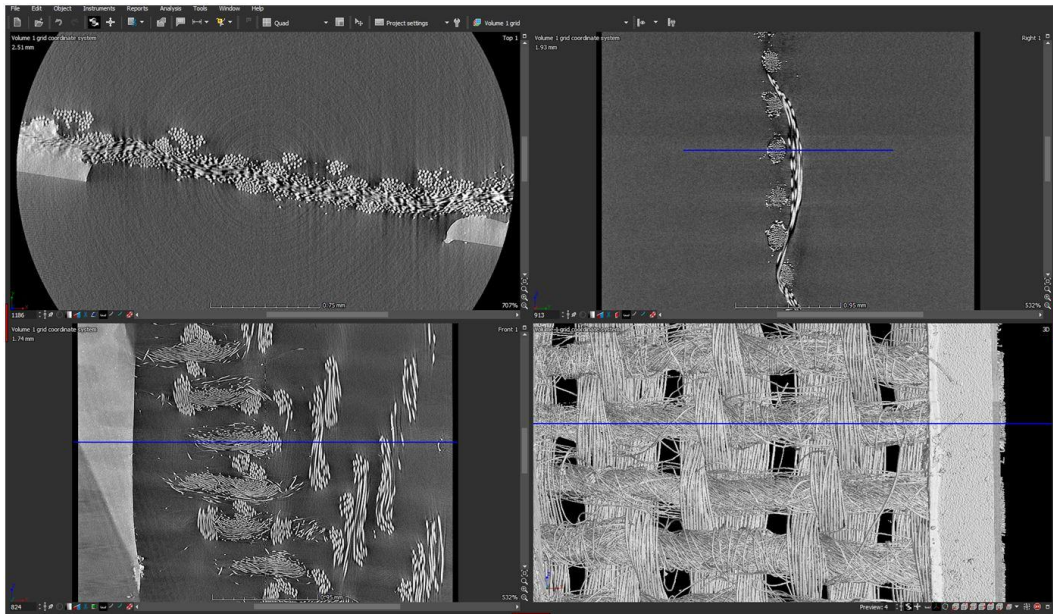


B.4 Vzorek BD K3



Zde je zachycen vzorek z rotorové přize ve vazbě třívazného kepru. Lze sledovat příčný a podélný řez tkaninou, z kterých je vymodelován 3D obraz textilie.

B.5 Vzorek BD K5



Zde je zachycen vzorek z rotorové příže ve vazbě pětivazného kepru.