



Vlastnosti Iněných přízí

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3106R016 – Textilní technologie, materiály a nanomateriály
Autor práce: **Lucie Šírková**
Vedoucí práce: Ing. Petra Jirásková





Properties of flaxen yarns

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3106R016 – Textile Technologies, Materials and Nanomaterials

Author: **Lucie Šírková**
Supervisor: Ing. Petra Jirásková



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lucie Šírková**

Osobní číslo: **T13000336**

Studijní program: **B3107 Textil**

Studijní obor: **Textilní technologie, materiály a nanomateriály**

Název tématu: **Vlastnosti lněných přízí**

Zadávací katedra: **Katedra technologií a struktur**


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

1. Proveďte rešerši stávajících poznatků o vlastnostech rotorových přízí a jejich souvislosti s parametry příze, zaměřte se na lněné příze.
2. Proveďte obecnou analýzu vlivu zákrutového koeficientu na vlastnosti přízí.
3. Vyberte vhodné vlastnosti a proveďte jejich experimentální měření na souboru lněných rotorových přízí (100% LI) různých jemností a s různou úrovní zákrutových koeficientů.
4. Naměřená data vyhodnoťte a statisticky zpracujte. Výsledky pro jednotlivé příze porovnejte mezi sebou.
5. Sledujte vliv použitého zákrutového koeficientu na sledované vlastnosti a posuďte změny sledovaných vlastností v závislosti na změně zákrutu rotorových přízí.

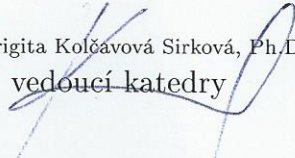
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **cca 30 - 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

- [1] Mojžíš, B. a kol. Len, jeho historie, pěstování, zpracování a užití, pro GŘ Lnářského průmyslu, Trutnov, SNTL Praha 1988.
- [2] Neckář, B.: Příze, SNTL, Praha 1990.
- [3] Cierpucha, W., Czaplicky, Z., Mankowski, J., at al.. Blended rotor-spun yarns with a high proportion of flax. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, Vol. 14, No.5., pp. 80-83. ISSN 1230-3666.
- [4] Ursíny, P.: Předání I, II - skriptum TU v Liberci, 2001, 2002.
- [5] Normy pro zkoušení vlastností přízí - mechanické vlastnosti, chlupatost, nestejnomyšnost.
- [6] Meloun, M., Militký, J. Statistické zpracování experimentálních dat. Praha: Plus, spol.s.r.o, 1994. ISBN 80-85297-56-6.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petra Jirásková**
Katedra technologií a struktur
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Eva Moučková, Ph.D.**
Katedra technologií a struktur
Ostatní konzultanti: **prof. Ing. Petr Ursíny, DrSc.**
Katedra technologií a struktur
Datum zadání bakalářské práce: **9. června 2016**
Termín odevzdání bakalářské práce: **4. května 2018**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




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

V Liberci dne 3. dubna 2018

Prohlášení

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

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

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

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

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

Datum:

Podpis:

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá vlivem Phrixova zákrutového koeficientu 100% lněné rotorové příze na její vlastnosti. Sledovanými vlastnostmi jsou pevnost, tažnost, hmotná nestejnomyěrnost, vady v přízi a chlupatost.

Rešeršní část této práce seznamuje se zpracovávanou surovinou, dále s technologickým postupem výroby lněné příze dopřádané rotorovou dopřádací technologií. Dále je pozornost věnována poznatkům o zkoumaných vlastnostech a v závěru této části jsou uvedeny statistické veličiny, které byly použity pro zpracování naměřených hodnot, poskytnuté testovacími přístroji.

V experimentální části této práce jsou vyhodnocovány výsledné střední hodnoty a jejich 95% intervaly spolehlivosti vybraných vlastností.

Na závěr je sledován vliv Phrixova zákrutového koeficientu na vybrané vlastnosti a zmíněn vliv okolních faktorů na vzniklé odchylky ve výsledcích.

Klíčová slova: lněná příze, rotorové dopřádaní, zákrutový koeficient, zákrut, pevnost, tažnost, hmotná nestejnomyěrnost, chlupatost, vady v přízi

Abstract

The bachelor thesis deals with an influence of Phrix's twist coefficient to properties of 100% flaxen rotor yarn. Especially tensile strength, ductility, material non-uniformity, defects of yarn and hairiness were observed. Research part of the thesis introduces the processed material, technological production process of rotor spun flaxen yarn. Another points of focus are knowledge of the tested properties and in the end the statistics used to process measured values are brought to attention. Experimental part of the thesis than deals with the evaluation of the results' mean value and their 95% confidence intervals. Finally the influence of Phrix's twist coefficient on selected textile properties and their deviation is observed, as well as an influence of other factors.

Keywords: flaxen yarn, rotor spinning, twist coefficient, twist, tensile strength, material non-uniformity, hairiness, yarn defects

Poděkování

Chtěla bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Petře Jiráskové za cenné rady, věcné připomínky a trpělivost při vypracování bakalářské práce. Mé poděkování patří též laborantce Šárce Řezníčkové za pomoc při práci s testovacími přístroji.

Obsah

Úvod	11
1 Rešeršní část	12
1.1 Len	12
1.2 Zpracování lnu	16
1.2.1 Sklizeň	16
1.2.2 Uvolňování vlákna z lněných stonků	16
1.2.3 Tírenské zpracování lnu	16
1.3 Technologie výroby lněné rotorové příze	17
1.3.1 Kotonizace	18
1.3.2 Mykání	19
1.3.3 Posukování	19
1.3.4 Rotorové dopřádání	20
1.4 Struktura rotorové příze	24
1.5 Hodnocené vlastnosti přízí	24
1.5.1 Jemnost	25
1.5.2 Zákrut	26
1.5.3 Pevnost	28
1.5.4 Tažnost	29
1.5.5 Hmotná nestejnomyěrnost	30
1.5.6 Vady	34
1.5.7 Chlupatost	34
1.6 Rešerše stávajících poznatků o vlivu zákrutového koeficientu na vlastnosti příze	35
1.7 Literatura pojednávající o lněných či směsových rotorových přízích	37
1.8 Použité metody statistického zpracování	38
2 Experimentální část	40
2.1 Charakteristika použitého materiálu	41
2.1.1 Podélný pohled	41
2.1.2 Příčný řez	46
2.2 Jemnost	47
2.3 Pevnost a tažnost	49
2.3.1 Poměrná pevnost	49
2.3.2 Tažnost	52
2.4 Hmotná nestejnomyěrnost	55

2.5	Vady	59
2.5.1	Počet slabých míst	59
2.5.2	Počet silných míst	62
2.5.3	Počet nopků	65
2.6	Chlupatost	68
2.6.1	Chlupatost - Uster Tester 4- SX	70
2.6.2	Chlupatost - Zweigle G567	73
Závěr		78
Přílohy		85
A Podélné pohledy a příčné řezy lněných přízí		85
B Výstupní protokol z přístroje Uster Tester		89
C Výstupní protokol z přístroje Instron		90
D Výstupní protokol z přístroje Zweigle		92

Seznam symbolů a zkratek

am [$\text{ktex}^{2/3}\text{m}^{-1}$] Phrixův zákrutový koeficient

CV [%] kvadratická hmotná nestejnomyěrnost

CV_{lim} [%] limitní kvadratická nestejnomyěrnost

d₃ [m] průměr sběrného povrchu

D [mm] průměr příze

F [N] maximální síla

H [-] index chlupatosti

I [-] index nestejnomyěrnosti

l [km] délka příze

L₀ [mm] délka vzorku mezi upínacími čelistmi

L_p [mm] délka vzorku v okamžiku přetržení

m [g] hmotnost

n₃ [mm⁻¹] frekvence otáčení rotoru

N [-] cyklické družení

Nm [-] číslo metrické

R [cN.tex⁻¹] poměrná pevnost

s [-] směrodatná odchylka

s² [-] rozptyl

S₁₂ [počet odstávajících vláken/100m] počet vláken přesahujících délku 3mm

S₃ [počet odstávajících vláken/100m] počet krátkých vláken délky 1mm a 2mm

T [tex] jemnost

Td [den] Titr denier

U [%] lineární hmotná nestejnomyěrnost

v [%] variační koeficient

v₄ [m.min⁻¹] odtahová rychlost příze

\bar{x} [-] aritmetický průměr

Z [m^{-1}] zákrut

α [$\text{ktex}^{1/2} \cdot \text{m}^{-1}$] Kőechlivův zákrutový koeficient

β_D [$^\circ$] úhel, který svírá vlákno k ose příze

Δl_p [mm] prodloužení

ε [%] tažnost

η [-] součinitel zkrácení stučky v přízi

π [-] Ludolfovo číslo

95%IS [-] devadesátipětiprocentní interval spolehlivosti

Úvod

Vlastnosti popsané a testované v této bakalářské práci jsou primárními zkoumanými vlastnostmi u délkových textilií. Zkoumanými vlastnostmi jsou pevnost, tažnost, hmotná nestejnomyěrnost, vady v přízi a chlupatost.

V rešeršní části je nejprve charakterizován použitý materiál pro výrobu testované příze. Další část je věnovaná technologickému postupu výroby rotorových přízí a poznatkům o užitečných vlastnostech daných přízí. Dále je uveden postup měření uvedených vlastností a na základě dostupných literárních poznatků jsou uvedeny obecné předpoklady o vlivu Phrixova zákrutového koeficientu na vybrané vlastnosti

V experimentální části bakalářské práce jsou testovány vybrané vlastnosti na souboru 100% lněných přízí poskytnutých podnikem VÚB a.s.

Ústí nad Orlicí. Naměřená data testovanými přístroji jsou statisticky zpracována a vyhodnocena. Grafické znázornění je dále sledováno a hodnoceno.

Cílem bakalářské práce je zjistit, zda výsledné hodnoty provedených testovacích zkoušek odpovídají uvedeným předpokladům. Závěrem je zhodnocen vliv Phrixova zákrutového koeficientu a jemnosti na testované vlastnosti.

1 Rešeršní část

V této části bakalářské práce jsou uvedeny vlastnosti použitého textilního materiálu, ze kterého jsou testované příze vyrobeny. Dále je uveden postup výroby příze roto-rovou dopřádací technologií a v neposlední řadě jsou předloženy obecné poznatky o zkoumaných vlastnostech přízí.

1.1 Len

Len setý je velice stará kulturní rostlina rostoucí v mírném pásu. Náleží do čeledi rostlin lnovitých. Z hospodářského hlediska rozdělujeme len setý na dva vyhraněné typy a to na len přadný a len olejný, ke kterým se řadí i přechodný typ označovaný jako len olejnopřadný. [1]

Morfologické vlastnosti a znaky lnu

Len je složen ze tří částí – kořenové části, stonku a okvětní části. Kořenová část je tvořena hlavním kořenem s postranními kořínky, ze kterého vyrůstá jeden stonek. Stonek je dlouhý, tenký a málo rozvětvený. Je kulatý, oválný nebo mírně kónický. Dorůstá délky v průměru 75-120 cm. V poslední pětině je slabě rozvětvený a po celé délce olistěný. Květy lnu jsou modré, fialovomodré, růžové až bílé. Plod je tvořen pětípouzdrou tobolkou, kde je až 10 semen.[1]

Procentuální vyjádření hmotnosti jednotlivých částí rostliny:

- stonek – 75 % hmotnosti rostliny - 25 %vlákno a 50 % pazdeří
- tobolky – 15 % hmotnosti rostliny
- semeno – 10 % hmotnosti rostliny

Hospodářské znaky lnu přadného

Hodnota stonků je charakterizována délkou, tloušťkou, tvarem, olistěním, rozvětvením, barvou aj. Tloušťka stonku je závislá na délce, která kolísá od 0,5-3 mm. Za optimální tloušťku se považuje 1,3-1,7 mm. Tloušťka má značný vliv na rosení. Nejvýznamnějším znakem je tzv. technická délka stonku, tj. délka měřená od děložních lístků po rozvětvení. Optimální technická délka se pohybuje mezi 600-750 mm. Hodnota suroviny přímo závisí na zdravotním stavu stonku a mechanickém poškození při sklizni. Len se v místě poškození rychleji rosí. Množství vlákna ve stonku dosahuje průměrně 25 % hmotnosti rosených stonků a závisí na odrůdě. Vlákno se při tírenském zpracování dělí na hodnotné dlouhé vlákno a na méně hodnotné kratší vlákno, tzv. koudel. Požaduje se, aby vlákno bylo dlouhé, pružné, měkké, lesklé, stejnoměrně stříbrošedé u roseného lnu a světle plavé u lnu máčeného. Tírenské zpracování zajišťuje vyšší výdajnost při zpracování v tírně a zároveň i vyšší pevnost příze a jakost výrobku.[1]

Charakteristika lněného stonku a vlákna

Stonek je nejcennější částí rostliny, neboť se z něho získává vlákno, které je uloženo v lýkové části.

Stonek se skládá z:

- pokožky
- lýkové části
- kambia
- dřevní části
- dřeňové části

Tyto části rozdílně ovlivňují jeho technologickou hodnotu.

Chemické složení lněného vlákna

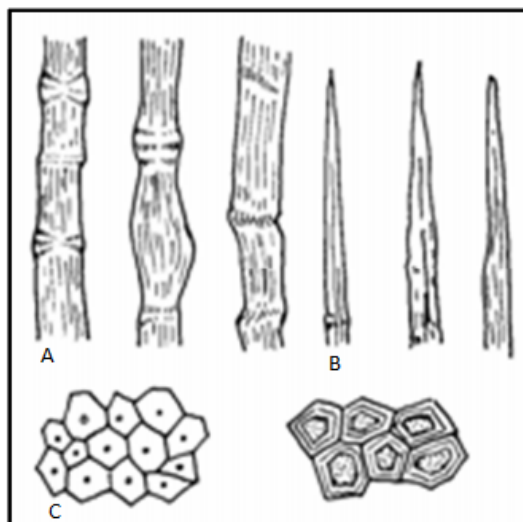
Hlavním složkou získaných technických vláken je celulóza, která zastává 95% podíl stonku a dále průvodní látky. Průvodními látkami jsou pektinové, ligninové, minerální látky, tuky a malé množství tříslovin.[1]

Vlastnosti a struktura lněných vláken

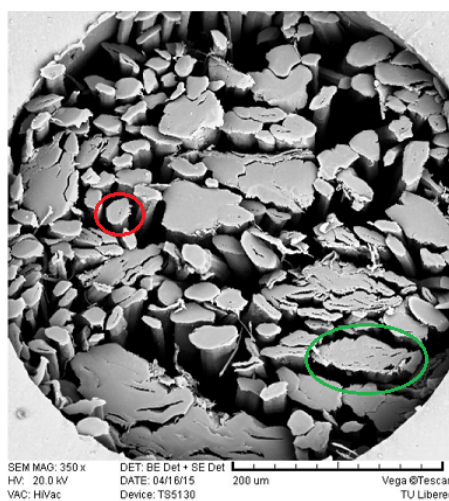
Technické vlákno se získává z lněného stonku narušením kambialní a parenchymové vrstvy pomocí operace rosení (kapitola 1.2.2). Technická vlákna dosahují délky 40-90 cm, někdy až 100 cm. Tato vlákna jsou složena z 10-30 elementárních vláken spojených pektinem do svazků. Technická vlákna jsou vyobrazena podélným pohledem na obrázku 1.1. pod písmenem A. Jsou na nich patrná kolénka a naznačené uspořádání elementárních vláken pod pokožkou. Vlákna jsou zakončena na obou stranách špičkou (na obrázku 1.1 pod písmenem B). Svazky elementárních vláken jsou vyobrazeny na obrázku 1.1 v příčném řezu. Na snímku je pod písmenem C zobrazen příčný řez elementárními vlákny tvaru nepravidelného šestiúhelníku s lumenem uprostřed. Na obrázku je vyobrazen svazek elementárních vláken pod písmenem D. Každé vlákno má od středu lumen, sekundární vnitřní a sekundární vnější vrstvu, dále primární vrstvu

a v poslední řadě střední lamelu, která přichází do styku s dalším vedlejším vláknem. Elementární vlákna jsou z technického vlákna získávána pomocí operace kotonizace (kapitola 1.3.1), při které dojde k narušení pektinů, které stmelují stěny vláken ve svazku. Elementární vlákna dosahují délky jako bavlněná vlákna (25-30 mm), někdy až 60 mm o jemnostech 2-5 dtex. Na obrázku 1.2 je vyobrazen příčný řez přízí o jemnosti 150 tex a zákrutovém koeficientu $160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. V řezu jsou patrná jednotlivá elementární vlákna. Pro jasnější demonstraci je jedno elementární vlákno označeno červenou hranicí. Je zde vyobrazeno s naznačeným lumenem. Svazek elementárních vláken je označen zeleným ohraničením, kde jsou opět naznačeny lumeny vláken a zároveň oddělování jednotlivých vláken. Tento snímek byl pořízen pomocí elektronového mikroskopu na Katedře materiálového inženýrství Technické univerzity v Liberci.

Vlákna mají specifickou barvu a lesk, které vypovídají o kvalitě suroviny. Pokud se lesk ztrácí, je to známka nižší jakosti suroviny. Len je dobře odolný na světle a vůči povětrnostním vlivům, výrobky mají dlouhou trvanlivost. Navlhavost dosahuje 20-30 %, což je spojeno s dobrou savostí materiálu. Lněná vlákna mají obecně vysokou pevnost a nízkou tažnost, což má za následek mačkovost lněné plošné textilie.[1]



Obrázek 1.1: Podélné pohledy na technická vlákna s kolénky, vrcholy technických vláken a příčné řezy elementárních vláken [1]



Obrázek 1.2: Příčný řez přízí ($T = 100\text{tex}$ a $a_m = 160\text{k}\text{tex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$)

1.2 Zpracování lnu

1.2.1 Sklizeň

Sklizeň se provádí ve správném stupni zralosti, a to nejčastěji v rané žluté zralosti. U sklizeň se musí dávat pozor na zralost lnu a na klimatické podmínky, aby nedocházelo k znehodnocení sklizené rostliny nebo k znemožnění následného zpracování. [6]

1.2.2 Uvolňování vlákna z lněných stonků

Obecně známé metody je možné rozdělit na biologické, fyzikální, mechanické a chemické. Biologické metody patří k nejstarším a zaručují získání dlouhého, jakostního vlákna. Do biologických metod patří rosení, studenovodní a teplovodní máčení (poslední dva způsoby se již nepoužívají). [1][6]

Rosení

Rosení umožňuje rozklad pektinových látek, které spojují svazky vláken s pletivem lýkové kůry a dřevoviny. Tento proces probíhá enzymatickou cestou, především plísni. Rosení musí být ukončeno, jakmile dojde k oddělování vlákna od dřevoviny a pazdeří. Výhodou rosení je nízká energetická náročnost, malá spotřeba technologické vody a její čištění. [1]

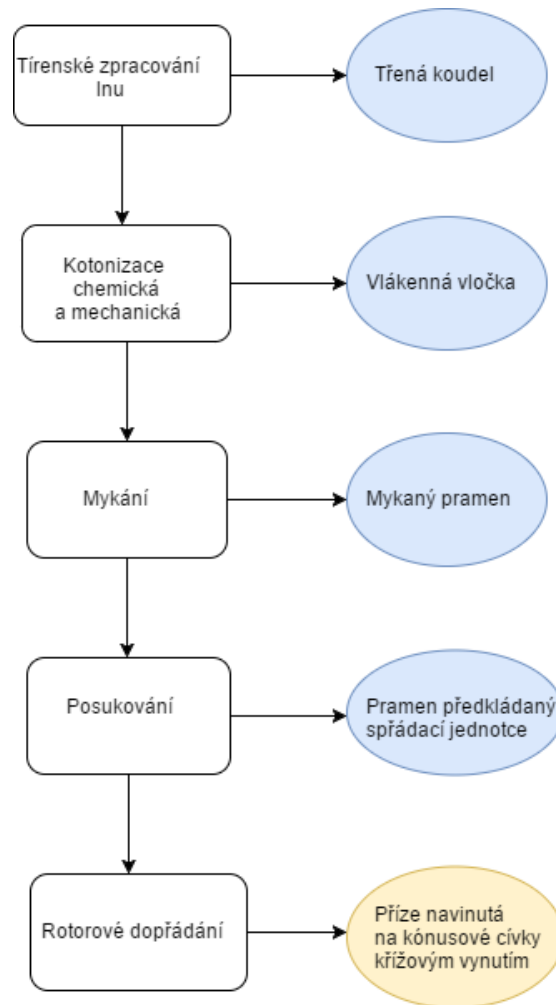
1.2.3 Tírenské zpracování lnu

Účelem této operace je oddělit vlákna od dřevoviny, a tím získat tzv. technické vlákno. Tření lnu se provádí pomocí potěrací turbíny, díky níž se získá dlouhé vlákno.[6]

Z tíren vychází tyto produkty:

- hrstě vláken (dlouhá vlákna dále zpracovávána technologickým postupem pro přízi „lenku“)
- třená koudel (balíky vláken určené k dalšímu zpracování technologií pro přízi „koudelka“, „koudelka česaná“)
- pazdeří (odpad dále zpracováváný pro nábytkářské účely)

1.3 Technologie výroby lněné rotorové příze



Obrázek 1.3: Technologické schéma výroby lněné rotorové příze

1.3.1 Kotonizace

Tento proces je důležitou fází při výrobě rotorové příze. Tato operace je provedena po tírenském zpracování a jedná se o úpravu vláken, kdy je technické vlákno rozloženo na jednotlivá elementární vlákna. Velké množství elementárních vláken má podobné parametry jako vlákna bavlněná. Díky této operaci je možné upravený len zpracovávat jako bavlnu. Proto další zpracování lněných vláken odpovídá postupu zpracování bavlněných vláken bavlnářskou technologií. V některých případech je využito zpracování lněných vláken bavlnářskou zkrácenou technologií.

Tuto operaci je možné provádět mechanickou, chemickou, enzymatickou a biologickou cestou. Enzymatické předzpracování se provádí pomocí pektinázy a biologická kotonizace je uskutečněna díky bakteriím. Obě tyto cesty jsou finančně náročnější než zbylé dva způsoby. Nejčastější způsob kotonizace lnu je kombinace chemické a mechanické kotonizace. Nejdříve na lněná technická vlákna působí chemikálie - alkálie za zvýšené teploty. Dále pak dochází k mechanickému oddělení elementárních vláken, jejíž pektinová vrstva na povrchu je již chemicky narušená. Mechanická kotonizace lýkových vláken se provádí pomocí Crightonova čechradla s modifikovanou vodorovnou čechrací jednotkou.

Postup zpracování lýkových vláken pomocí mechanické kotonizace

Mezi podávacími válečky je pevně sevřeno vlákenné rouno. Z tohoto rouna jsou plochými noži upevněnými na pracovním válci, vytahovány chomáče vláken, které jsou taženy po roštnicích. Tím jsou oddělena elementární vlákna od chemicky narušených pektinů. Poté jsou vlákna transportována odváděcím potrubím. Po mechanické kotonizaci vzniká vlákenná vločka.

Tato operace má zásadní vliv na výslednou přízi. Pokud není provedena dostatečně, ve výsledné přízi se pak objevuje velké množství svazků neoddělených elementárních vláken, což má velký vliv na vlastnosti příze. [1][6]

1.3.2 Mykání

Mykání se provádí na strojích bavlnářského typu, tedy na víčkovém mykacím stroji. Mykání je prováděno mezi hlavním pracovním bubnem a pásem pohyblivých víček uloženým nad hlavním bubnem, kde dochází k rozvlákňování materiálu. Dále pak mezi hlavním bubnem a snímacím válcem, kde dochází k přejímání části vláken. Hlavní buben, víčka a snímací válec jsou opatřeny mykacími povlaky. Předlohou pro mykací stroj jsou vlákenné vločky a na výstupu je konev s mykaným pramenem. [1][6]

Účel mykání

- rozvláknit předkládaný materiál na jednotlivá vlákna
- vytvořit z vlákenných vloček co nejstejnější vrstvu vláken
- dodatečné uvolnění elementárních vláken z technického vlákna
- zbavení nečistot, krátkých, nespřadatelných vláken
- vlákna paralelně narovnat a urovnat
- vytvořit pramen

1.3.3 Posukování

Mykaný pramen je třeba protahovat, ztenčit a zlepšit stejnoměrnost pro další zpracování. Proto se zařazuje operace posukování, která je složena ze současného protahování a družení materiálu. Průtahové ústrojí je tvořeno nad sebou uloženými páry válečků, mezi kterými dochází k průtahu. Samotnému průtahu předchází proces družení, ke kterému dochází v družící zóně, umístěné před průtahovým polem. Posukování se zařazuje před konečnou operaci a tím je rotorové dopřádání.

Účel posukování

- protahování a postupné ztenčování pramenů
- současně dochází k zlepšení hmotné nestejnosti v krátkých úsečkách
- urovňování a napřímění vláken do paralelní polohy
- čištění vlákna od prachu a pazderí
- promísit vlákna

1.3.4 Rotorové dopřádání

Účel rotorového dopřádání

- zakroucení vlákně stužky v přízi vlivem proudu vzduchu na volný konec příze

Obecnou charakteristikou rotorového dopřádání je odlišný způsob tvorby zákrutů u vyráběné příze. Bezvřetenový spřádací systém se řadí k nekonvenčním systémům dopřádání. Jedná se o dopřádání s volným koncem. Zákrut se tedy tvoří odlišně od konvenčních systémů, kterým je např. prstencové dopřádání. Typické pro rotorové dopřádání je oddělení procesu zakrucování, navíjení a rotace volného konce příze. Dle [2], hlavním rozdílem od konvenčních dopřádacích strojů je, že přiváděcí orgán

a odváděcí (navíjecí) orgán stroje nerotují kolem osy zakrucovaného vlákněho produktu.

V oblasti mezi podávacím a krutným ústrojím je realizováno ojednocení vláken podávaného pramene. Odstranění mezivlákněných kontaktů je důležitou podmínkou a předpokladem pro následné uskutečnění zakrucovacího procesu.[2]

Na obrázku 1.4 je znázorněn průchod vláken spřádací jednotkou k rotoru. Do ojednocovacího ústrojí vstupuje pramen (1), který je rozdělen na jednotlivá vlákna, případně na malé skupiny vláken. Při ojednocování nesmí docházet k porušení samotných vláken. Pramen vstupuje do zhušťovače, který tvoří oblast podávání. Stisková zóna je mezi podávacím válečkem (3) a přítlačným stolečkem (2). Vlákna dále putují ze stiskové zóny podávacího ústrojí k oblasti vyčesávání pomocí proudu vzduchu. Vyčesávacím válcem (4), který má celokovový povlak, jsou z pramene vyčesávána vlákna. Snímání vláken z vyčesávacího válce je realizováno působením odstředivých sil a proudícího vzduchu

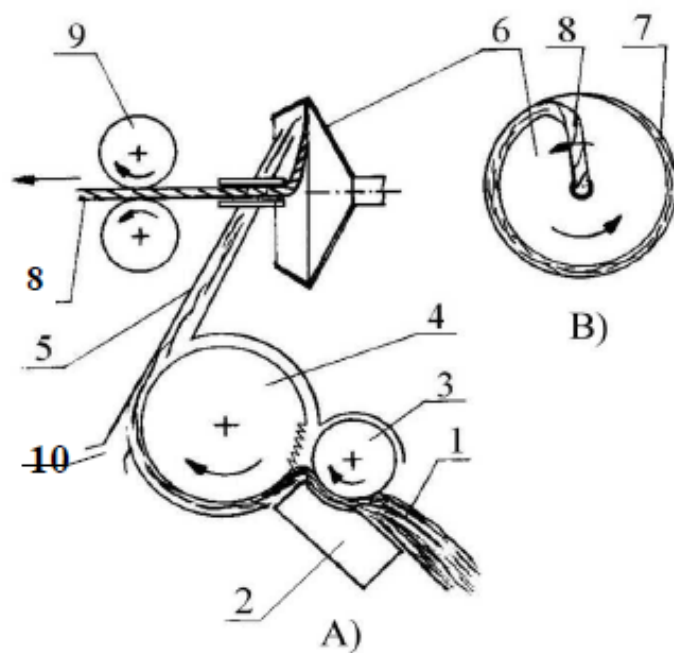
ve vzduchovém kanále. Pro zajištění sejmutí všech vláken je na konci oblasti snímání umístěn tzv. oddělovací nůž.[2]

Vlákna jsou dopravena vzduchovým kanálem ke skluzové stěně rotoru. Ojednocená vlákna jsou základem pro tvorbu stužky (7) na sběrném povrchu rotoru (6), ze které je utvářena příze (8).

Spřádací rotor je vlastní zákrutový orgán rotorového dopřádacího stroje. Ve spřádacím rotoru se vytváří z vlákněho toku stužka, která je vhodná k zakroucení.

Vlákna přiváděna vzduchovým kanálem dopadají na skluzovou stěnu spřádacího rotoru. Na sběrném povrchu rotoru dochází ke sdružování krátkých úseků vlákněho toku, kterým je tvořena vlákněná stužka. Snímání a současné zakrucování přetváří stužku v přízi. Počet zákrutů na jednotkovou délku je stanoven poměrem frekvence obíhání konce příze a odtahové rychlosti příze.

Rozložení vláken ve stužce, tedy hmotná nestejnomyšnost stužky, ovlivňuje hmotnou nestejnomyšnost výsledné příze.[2] Výstupem rotorového dopřádacího stroje je příze navinutá na válcovou nebo kuželovou cívku křížovým vnutím.



- 1 ... pramen
- 2 ... přítlačný stoleček
- 3 ... podávací váleček
- 4 ... vyčesávací váleček
- 5 ... přímý kanál
- 6 ... rotor
- 7 ... vlákenná stužka
- 8 ... odváděná příze
- 9 ... odváděcí válečky
- 10 ... technologický vzduch

Obrázek 1.4: Schéma průchodu vláken spřádací jednotkou (A) a tvorba příze v rotoru(B) [9]

Cyklické družení

Jak již bylo zmíněno v kapitole Rotorové dopřádání, na sběrném povrchu rotoru se vytváří vlákenná stužka v důsledku tzv. cyklického družení vlákenného toku. Dochází k družení vlákenného toku na krátkých úsecích. Velikost hodnoty cyklického družení je dána vztahem:

$$N = \frac{v_3}{v_p} = \frac{v_3 \cdot \eta}{v_4} [-] \quad (1.1)$$

kdy v_p lze vyjádřit vztahem:

$$v_p = \frac{v_4}{\eta} [m \cdot \text{min}^{-1}] \quad (1.2)$$

N ...cyklické družení [-]

v_3 ...obvodová rychlost sběrného povrchu rotoru [$m \cdot \text{min}^{-1}$]

v_p ...rychlost sběru stužky ze sběrného povrchu rotoru [$m \cdot \text{min}^{-1}$]

v_4 ...odtahová rychlost příze [$m \cdot \text{min}^{-1}$]

η ...součinitel zkrácení stužky v přízi [-]

Vztah pro vyjádření cyklického družení pomocí strojového zákrutu (vztah 1.11):

$$N = \frac{\pi d_3 n_3 \eta}{v_4} = \pi d_3 Z \eta [-] \quad (1.3)$$

d_3 ...průměr sběrného povrchu rotoru [m]

n_3 ...frekvence otáčení rotoru [min^{-1}]

Strojový zákrut (více v podkapitole 1.5.2 - Zákrut) lze vyjádřit pomocí vztahu 1.4.

$$Z = \frac{n_3}{v_4} [m^{-1}] \quad (1.4)$$

$$v_4 = P \cdot v_0 [m \cdot \text{min}^{-1}] \quad (1.5)$$

P ... celkový průtah [-]

v_0 ...rychlost podávacího válce [$m \cdot \text{min}^{-1}$]

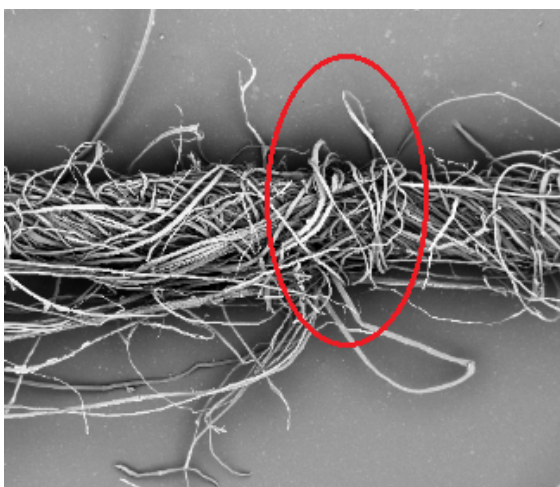
Družení obecně pozitivně ovlivňuje hmotnou nestejnou měrnost a vady v přízi. Míru cyklického družení ovlivňuje dle vztahu 1.1 rychlost odvádění příze. Pomocí vztahu 1.5 je patrné, že pokud dojde ke změně odtahové rychlosti příze z rotoru, musí se změnit i rychlost podávacího válce v_0 , aby byl zachován konstantní celkový průtah kvůli zachování dané jemnosti. Pokud dojde k snížení odtahové rychlosti, dojde k zvýšení počtu zákrutů (vztah 1.4). Frekvence otáčení rotoru se při změně počtu zákrutů nemění. Ze vztahu 1.3 vyplývá, že se zvyšujícím se počtem zákrutů (snížování odváděcí rychlosti příze) dojde k většímu cyklickému družení a propracování předkládaného vlákenného materiálu (pramene).

Zákrut tvoří veličinu, která nejvíce ovlivňuje míru cyklického družení. Vzhledem k uvedenému vztahu (1.3) lze říci, že s vyšším zákrutem, dojde i k většímu cyklickému družení. [2]

1.4 Struktura rotorové příze

Příze dopřádané na rotorovém dopřádacím stroji se značně liší od přízí dopřádaných na jiných dopřádacích strojích. Pro srovnání s doposud nejčastěji vyráběnou přízí zpevněnou na prstencovém dopřádacím stroji, nemá rotorová příze typickou urovnanou strukturu vláken do tzv. šroubovice (více viz. kapitola 1.5.2).

Příze zhotovená na systému s volným koncem, kterým je i rotorový dopřádací stroj, má charakteristickou strukturu. Vlákná v přízi jsou uložena v určitém směru, který je patrný na snímku 1.5 z elektronového mikroskopu. Všechna vlákna nejsou pravidelně uložena ve šroubovici. Naopak, na snímku je snadno viditelný výskyt nepravidelných míst, která jsou tvořena vlákny uložnými kolem ostatních vláken v přízi. Tím je vytvořen tzv. „ovin“. Tato místa jsou nazývána „ovinky“ (vyznačeno červeným polem).



Obrázek 1.5: Podélný pohled - rotorová příze

1.5 Hodnocené vlastnosti přízí

Příze vystupuje z rotorového dopřádacího stroje o určitých výstupních parametrech, kterými jsou jemnost a zákrut (zákrutový koeficient). Příze je brána jako konečný produkt, a proto ji lze charakterizovat souborem vlastností. Jedná se o tyto vybrané vlastnosti:

- pevnost
- tažnost
- hmotová nestejnomyěrnost
- chlupatost
- vady - slabá místa, silná místa a nopky

1.5.1 Jemnost

Jemnost, neboli délková hmotnost příze vyjadřuje vztah mezi hmotností příze m a délkou příze l . Pro vyjádření jemnosti využíváme soustavy tex. Jednotkou této soustavy je 1 tex, případně jeho násobky, např.: 1 ktex. [3] Jemnost T v jednotkách (tex) vypočítáme ze vztahu 1.6.

$$T = \frac{m}{l}[\text{tex}] \quad (1.6)$$

m ...hmotnost délkové textilie [g]

l ... délka délkové textilie [km]

Kromě vztahu soustavy tex, se k vyjádření jemnosti používají další systémy. V praxi je běžně používané číslo metrické Nm , jako poměr délky l [m] ku hmotnosti m [g] (dle vztahu 1.7). Dále se pro vyjádření jemnosti délkových textilií, v současné době pouze pro vyjádření jemnosti multifilu a hedvábí používá Titr denier Td , který je vyjádřen jako poměr hmotnosti m [g] ku délce příze l [9km]. Tento podíl je uveden ve vztahu 1.9.

Výpočet čísla metrického:

$$Nm = \frac{l}{m}[m/g] \quad (1.7)$$

Přepočtení čísla metrického na soustavu tex:

$$T = \frac{1000}{Nm}[\text{tex}] \quad (1.8)$$

Vztah pro výpočet jemnosti pomocí veličiny Titr denier:

$$Td = \frac{m[g]}{l[9000m]} \quad (1.9)$$

1.5.2 Zákrut

Zákrut je nejčastějším způsobem zpevnování délkových textilií. Rozlišujeme dva základní zákruty a to *pravý* a *nepravý*. Nepravý zákrut je realizován zakrucováním v obou směrech. Takto udělované zákruty se vzájemně ruší a tím nedojde k zakroucení charakteristické pro trvalý zákrut. Účelem tohoto zákrutu je zpevnění vlákenného svazku pouze vlivem sblížení vláken a mezivlákenou soudržností, danou především strukturou vláken [2].

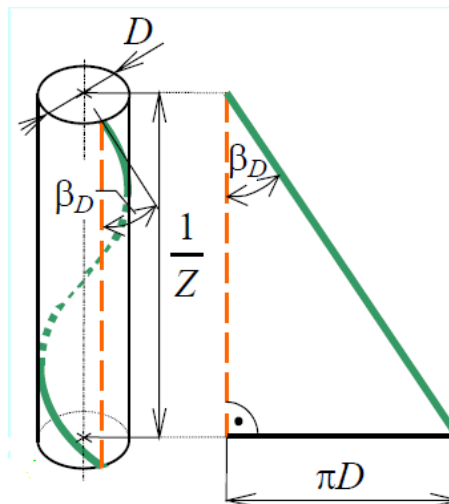
Zákrut příze je vinutí vláken ve směru šroubovice, které vzniká při výrobě. Jedná se tedy o počet ovinů vztahený na 1 m příze. Obecně platí, že přízi o nižší jemnosti (tex), která má nižší počet vláken v průřezu, je dodán větší počet ovinů na jednotku délky. Oviny tak zajišťují soudržnost jednotlivých vláken a udržuje vlákna v příslušné pozici. Zákrut dodává přízi pevnost a celistvost. Zakrucováním příze dochází k snížení průměru příze.

Šroubovicový model

Pro znázornění uspořádání vláken v přízi se používá šroubovicový model, který je vyobrazen na obrázku 1.6. Vychází se z modelové představy, že příze má tvar válce o průměru D [mm], vlákna jsou uložena ve tvaru šroubovice pod úhlem β_D , výška jednoho ovinu šroubovice je $1/Z$. Jedná se o tzv. ideální šroubovicový model. Pomyslným rozvinutím pláště válce vznikne trojúhelník, na kterém lze uplatnit vztah 1.11, ze kterého lze vyjádřit zákrut (viz.vztah 1.6). [2][3]

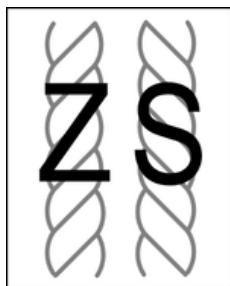
$$\tan\beta_D = \pi D Z \quad (1.10)$$

$$Z = \frac{\tan\beta_D}{\pi D} \quad (1.11)$$



Obrázek 1.6: Uspořádání vláken ve směru šroubovice [3]

Zákrut může být pravotočivý (Z-zákrut) nebo levotočivý (S-zákrut), jedná se o směr stoupání šroubovice zákrutu. Znázorněno na obrázku 1.7. [12]



Obrázek 1.7: Zákruty Z a S [12]

Pro zpevnování příze je realizován *trvalý* zákrut, což je zákrut splňující největší zpevnění příze. U prstencového dopřádání je zákrut zajišťován běžcem na prstencové lavici za současného navíjení.[2]

Pro strojový zákrut platí vztah 1.12.

$$Z = \frac{n}{v} [m^{-1}] \quad (1.12)$$

Z... počet zákrutů na jednotku délky [m^{-1}]

n... frekvence otáčení krutného orgánu [min^{-1}]

v... rychlost dodávky podávacího ústrojí [$m.min^{-1}$]

Pro tvorbu příze s volným koncem, který je charakteristický pro rotorové dopřádání, je uváděn vztah 1.13:

$$Z = \frac{n_3}{v_4} [m^{-1}] \quad (1.13)$$

n_3 ... otáčky rotoru [min^{-1}]

v_4 ... rychlost odtahované příze [$m.min^{-1}$]

Zákrutové koeficienty

Nejčastěji používanými zákrutovými součiniteli jsou Köechlinův a Phrixův. Zákrutovými koeficienty je vyjádřena závislost mezi počtem zákrutů a jemností zakrucované příze. Zjednodušeně lze pomocí vztahu 1.15 říci, že pokud bude vyráběna příze o určitém vhodném zákrutovém koeficientu vzhledem k použitému materiálu a technologii dále pak o určitých jemnostech, výsledný počet zákrutů se bude se změnou jemnosti lišit. V praxi se jedná o konstanty závislé na zpracovávaném materiálu, technologii a konečném užití příze.

Mezinárodně se nejčastěji používá Köechlinův zákrutový koeficient, jenž je vhodný

pro přást a skanou přízi. Vyjádření Koechlinova zákrutového koeficientu je znázorněno ve vztahu 1.14. Pomocí vztahu 1.16 je vyjádřen Phrixův zákrutový koeficient, který je empirickou korekcí Koechlinova zákrutového koeficientu. [2][3]

$$\alpha = Z\sqrt{T}[k\text{tex}^{1/2}.m^{-1}] \quad (1.14)$$

α ...Koechlinův zákrutový koeficient $[k\text{tex}^{1/2}.m^{-1}]$
 T ...jemnost zakrucovaného svazku vláken $[k\text{tex}]$
 Z ... počet zákrutů na délkovou jednotku $[m^{-1}]$

$$Z = \alpha \cdot \frac{31,6}{\sqrt{T}}[m^{-1}] \quad (1.15)$$

V českém prostředí se uplatňuje více Phrixův zákrutový koeficient (vztah 1.16). Po jehož úpravě dostaneme vztah 1.17 pro výpočet zákrutu.

$$am = Z\sqrt[3]{T^2}[k\text{tex}^{2/3}.m^{-1}] \quad (1.16)$$

am ... Phrixův zákrutový koeficient $[k\text{tex}^{2/3}.m^{-1}]$
 T ... jemnost zakrucovaného svazku vláken $[k\text{tex}]$
 Z ... počet zákrutů na délkovou jednotku $[m^{-1}]$

$$Z = am \cdot \frac{100}{\sqrt[3]{T^2}}[m^{-1}] \quad (1.17)$$

1.5.3 Pevnost

Pevnost je jednou z nejdůležitějších vlastností textilií. Je dána použitou zpracovatelskou technologií a materiálem. Dále je předmětem hodnocení pro další využití dané příze. Zkoušky pevnosti příze jsou prováděny dle normy [13] na trhacích přístrojích, kde je zjišťována mezní odolnost příze při účinku tahové síly. Příze je upnuta do čelistí a podrobena tahovému namáhání. [2][5]

Metody pro měření pevnosti jsou:

- měření pevnosti příze v přadénku
- měření pevnosti jedné příze

Pevnost příze závisí na nejslabším místě v přízi. Je ovlivněna zejména zákrutem, stupněm napřímení vláken, migrací vláken a dalšími vlivy. Kvantitativní vyjadřování této vlastnosti provádíme jako absolutní pevnost v tahu a vyjadřujeme v jednotkách síly [N]. V praxi je daleko vhodnější použití tzv. poměrné pevnosti $R[N/\text{tex}]$, která je definována maximální silou při přetrhu vztahenou na jemnost příze, vyjádřenou vztahem 1.18. [2][5]

$$R = \frac{F}{T}[N/\text{tex}] \quad (1.18)$$

F ... maximální síla při přetrhu [N]
 T ... jemnost příze [tex]

1.5.4 Tažnost

Tažnost je celkové poměrné prodloužení při přetržení. Tažnost je vyjadřována v procentech. Lze ji vyjádřit vztahem 1.19. [2]

$$\epsilon = \frac{L_p - L_0}{L_0} \cdot 100[\%] \quad (1.19)$$

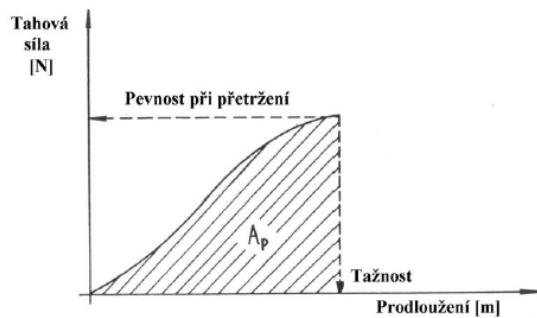
ϵ_p ... poměrné prodloužení při přetržení – tažnost [%]

L_p ... délka vzorku příze v okamžiku přetržení [mm]

L_0 ... délka vzorku mezi upínacími čelistmi v okamžiku upnutí [mm]

Princip měření pevnosti a tažnosti

Zkoušky tažnosti probíhají zároveň se zkouškami pevnosti. Prodloužení příze při tahovém namáhání se skládá ze složky pružného, plastického prodloužení a dopružení (mizí po určitém čase). Na obrázku 1.8 je znázorněné chování příze při tahovém namáhání do přetrhu. Při zvyšování tahové síly dochází k prodloužení příze do bodu přetrhu. Po této hodnotě maximální síly již nedochází k dalšímu prodlužování příze.



Obrázek 1.8: Tahová křivka [5]

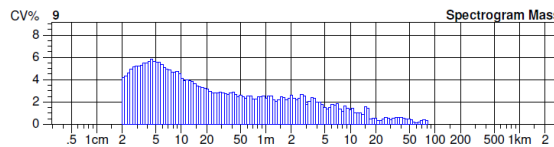
1.5.5 Hmotná nestejnomyěrnost

Tato vlastnost patří mezi nejdůležitější vlastnosti příze. Ovlivňuje variabilitu dalších vlastností a konečný vzhled pleteniny a tkaniny.

Hmotná nestejnomyěrnost je definována jako kolísání hmoty vláken v určitých délkových úsecích zkoumaného délkového vláknenného útvaru, které je způsobeno náhodným rozložením vláken v průřezu, charakterem vláken a výrobou. [9]

Tato vlastnost lze vyjádřit pomocí parametrů nebo zobrazit pomocí charakteristických funkcí. Mezi charakteristické funkce patří spektrogram (obrázek 1.9), délková variační křivka a DR křivky.

Na obrázku 1.9 je vyobrazena hmotná nestejnomyěrnost pomocí grafického znázornění spektrogramem, jenž je využíván k analýze periodických chyb, které jsou zaznamenány v podobě charakteristických spekter, způsobené mechanickou závadou stroje a kupovitá spektra, znázorňující špatnou práci průtahového ústrojí. Jedná se tedy o chyby způsobené chybami v technologickém procesu, nikoli samotným materiálem. [9]



Obrázek 1.9: Spektrogram

Vyjádření hmotné nestejnomyěrnosti pomocí parametrů:

- lineární hmotná nestejnomyěrnost U [%]
- kvadratická hmotná nestejnomyěrnost CV [%]
- limitní hmotná nestejnomyěrnost U_{lim} , CV_{lim} [%]
- míra odchylky (deviation rate) DR [%]
- index nestejnomyěrnosti I [-]
- výrobní hmotná nestejnomyěrnost U_f , CV_f [%]
- strojová hmotná nestejnomyěrnost U_m , CV_m [%]

Lineární hmotná nestejnomyěrnost U [%]

Lineární hmotná nestejnomyěrnost U [%] vyjadřuje lineární odchylku od střední hodnoty hmotnosti délkového úseku daného vláknenného útvaru. Lze ji vyjádřit pomocí vztahu 1.20.

$$U = \frac{f}{F} \cdot 100 [\%] \quad (1.20)$$

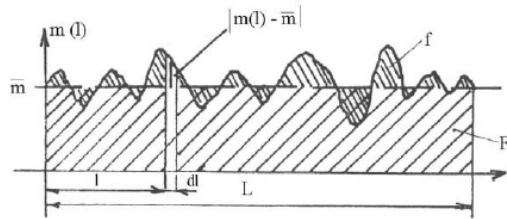
$$f = \int_0^L |m(l) - \bar{m}|^2 \cdot dl \quad (1.21)$$

$$F = \bar{m} \cdot L \quad (1.22)$$

A tedy dosazením vztahu 1.21 a 1.22 do vztahu 1.20 dostaneme vztah 1.23.[2][9]

$$U = \frac{100}{\bar{m} \cdot L} \int_0^L |m(l) - \bar{m}|^2 \cdot dl [\%] \quad (1.23)$$

Jednotlivé veličiny jsou znázorněny na obrázku 1.10.



Obrázek 1.10: Grafické znázornění střední lineární nestejnoměrnosti [2]

Kvadratická hmotná nestejnoměrnost CV [%]

Dalším parametrem hmotné nestejnoměrnosti je kvadratická hmotná nestejnoměrnost. Jedná se o vnější variační koeficient hmotnosti délkových úseků vlákenného útvaru vyjadřující variabilitu „mezi“ úseky. Kvadratickou hmotnou nestejnoměrnost lze vyjádřit vztahem 1.24.[9]

$$CV = \frac{100}{m} \sqrt{\frac{1}{L} \cdot \int_0^L (m(l) - \bar{m})^2 dl} [\%] \quad (1.24)$$

Parametry U a CV vyjadřují pouze míru nestejnoměrnosti, proto je nutné výsledky porovnat s Uster Statistics. [9]

Limitní hmotná nestejnoměrnost

Limitní nestejnoměrnost je nejmenší hmotná nestejnoměrnost, která vyplývá s náhodného uspořádání vláken v délkovém vlákenném útvaru. Lze ji vyjádřit základními Martindaelovými vztahy 1.25 a 1.26.[2][9]

$$U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} [\%] \quad (1.25)$$

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} [\%] \quad (1.26)$$

n ... střední počet vláken v průřezu délkového vlákenného útvaru

Vztahy 1.20 a 1.21 neuvádí variabilitu jednotlivých vláken. Proto jsou uváděny modifikované vztahy (1.27 a 1.28), jenž respektují vlastní nestejnomyěrnost vláken:

$$U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{v_p}{100}\right)^2} [\%] \quad (1.27)$$

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{v_p}{100}\right)^2} [\%] \quad (1.28)$$

v_p ... variační koeficient průřezu vlákna [%]

Index nestejnomyěrnosti vyjadřuje míru odchýlení od ideálního vlákenného produktu, který nabývá hodnoty $I=1$. Jedná se o poměr mezi skutečnou naměřenou nestejnomyěrností a limitní nestejnomyěrností. Hodnota indexu bude vždy větší než 1.

Míra odchylek DR [%], vyjadřuje součet délek, při kterých celková nestejnomyěrnost překročila nastavené hranice ku celkové proměřené délce.[9]

Výrobní nestejnomyěrnost

Jedná se o nestejnomyěrnost, kterou způsobil celý výrobní proces. Vyjadřuje se pomocí vztahů 1.29 a 1.30.

$$U_f = \sqrt{U_{ef}^2 - U_{lim}^2} [\%] \quad (1.29)$$

$$CV_f = \sqrt{CV_{ef}^2 - CV_{lim}^2} [\%] \quad (1.30)$$

U_{ef}, CV_{ef} ... skutečně naměřená nestejnomyěrnost [%]

U_{lim}, CV_{lim} ... limitní hmotná nestejnomyěrnost [%]

Strojová nestejnomyěrnost

Jedná se o nestejnomyěrnost, kterou vložil do vyráběného útvaru sledovaný stroj. Tuto nestejnomyěrnost lze vyjádřit vztahy 1.31 a 1.32.

$$U_m = \sqrt{U_{fn}^2 - U_{fn-1}^2} [\%] \quad (1.31)$$

$$CV_m = \sqrt{CV_{fn}^2 - CV_{fn-1}^2} [\%] \quad (1.32)$$

U_{fn}, CV_{fn} ... výrobní nestejnomyěrnost vlákněného útvaru na výstupu ze stroje [%]

U_{fn-1}, CV_{fn-1} ... výrobní nestejnomyěrnost vlákněného útvaru na vstupu do stroje [%]

V praxi je ukázáno, že není možné vyrobit naprosto stejnoměrnou přízi (tj. s variačním koeficientem počtu vláken nulovým). [2]

Vyhodnocení parametrů nestejnomyěrnosti se provádí pomocí Uster Statistics. jedná se o porovnání kvality zkoumaného produktu z hlediska daného parametru s konkurencí v celosvětovém měřítku. [9]

Zajišťování hmotné stejnoměrnosti se nejčastěji provádí regulací a družením. Regulace hmotné nestejnomyěrnosti je možné realizovat pomocí regulačních zařízení:

- regulace dodávky materiálu do stroje - nakládací, čechrací a mykací stroje
- regulace průtahu v průtahovém ústrojí – posukovací stroje [9]

Družením se HN vyrovnává na velmi krátkých úsecích vlákněného útvaru pomocí posukovacích strojů.

Princip měření hmotné nestejnomyěrnosti

Hmotnou nestejnomyěrnost je možné měřit na základě dvou metod.

Kapacitní principi měření nestejnomyěrnosti se provádí na přístroji Uster Tester. Kde délková textilie prochází mezi dvěma deskami kondenzátoru, kde je generováno vysokofrekvenční elektrické pole. S postupovanou hmotou se mění elektrický signál spolu s výstupním signálem. Výsledkem je kolísání elektrického signálu úměrné kolísání hmoty testovaného vlákněného útvaru, který prochází mezi deskami. tento analogový signál je přeměněn na signál digitální. Touto metodou je možné měřit nestejnomyěrnost pramenů, přístů i přízí. Výstupem z testovacího přístroje je protokol obsahující hodnoty CV, U - vztaženou na zadanou délku proměřeného materiálu. Dále pak počet silných, slabých míst a nopků na jeden kilometr příze. Protokol dále obsahuje histogram, spektrogram a délkovou variační křivku. [9]

Optický princip měření nestejnomyěrnosti se provádí na měřícím přístroji firmy Zweigle. Při této metodě se využívá infračervené světlo. Jedná se o měření průměru délkové textilie. Přístroj zaznamenává zda délková textilie obsahuje více či méně vlákněné hmoty nežli „normální“ standardizované délková textilie.

Na podobném principu pracuje QQM-systém. [9]

1.5.6 Vady

Kvalitu příze kromě hmotové nestejnomyšnosti určuje i počet vad v přízi. Vadou se rozumí tzv. slabé nebo silné místo (tj. místo, kde dojde k zeslabení nebo zesílení příčného průřezu vláknenného útvaru o určitou míru - maximálně však o 100 % přírůstek nebo 60 % úbytek. Nopky jsou další vadou příze, která vyjadřuje zesílení průřezu příze o víc jak 140 % na délce 1-4 mm příze. U rotorových přízí se slabá a silná místa obvykle sledují na hranici $\pm 50\%$ a nopky na hranici $+280\%$ Počet vad se udává na délku 1 km a je zjišťován v rámci měření hmotné nestejnomyšnosti. [9] Vady se rozdělují na tzv. imperfecta, což jsou často se vyskytující vady, avšak ne tak zřetelné, a dále na tzv. rušivé vady, které je nutné během přesoukání odstranit.[9]

Princip měření vad v přízi

viz. Princip měření hmotné nestejnomyšnosti

1.5.7 Chlupatost

Chlupatost příze je parametr příze, který ovlivňuje zpracovatelské i užité vlastnosti finálního produktu. Publikace [3] uvádí, že chlupatost příze je charakterizována množstvím vystupujících nebo volně pohyblivých konců vláken z příze, případně vláknenných smyček. Chlupatost je definována počtem nebo celkovou délkou odstávajících vláken od těla příze vztaženou na délku měřeného úseku příze. Vysoký stupeň chlupatosti může negativně ovlivňovat další procesy zpracování, výsledný vzhled a užité vlastnosti plošných textilií. Pokud jsou odstávající vlákna kratší než 3 mm (hustá chlupatost) mohou mít pozitivní vliv na výsledný produkt. Daný produkt získá měkčí omak a lepší hebkost. [9]

Princip měření chlupatosti

Měření chlupatosti vláknenného útvaru je možné dvěma působy. Jedním z nich je měření celkové délky všech vláken vyčnívajících do prostoru od těla příze na 1 cm délky příze. Tato metoda testování je prováděna na přístroji Uster Tester fotometrickou cestou, kdy je procházející příze prosvětlována monochromatickým infračerveným zářením, které je rozptýleno odstávajícími vlákny a následně zachyceno senzory. Výstupem z přístroje jsou hodnoty indexu chlupatosti H [-], které udávají sumu délky všech vyčnívajících vláken od těla příze na 1 cm délky příze.

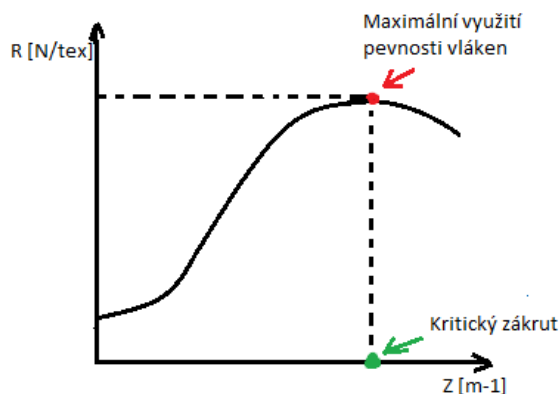
Další princip měření chlupatosti je vyhodnocení změny průtoku snímaného světla. Měření probíhá na přístroji Zweigle G567, kde vlákna procházející přístrojem přerušují tok světla a tím vyvolávají odezvu na sérii fototranzitorů. Touto metodou je zjišťován počet vláken vyčnívajících z těla příze. Normalizovaná délka měření je 100 m. Odstávající vlákna od těla příze jsou dle jejich délky rozdělena do tříd. Třída S3 ukazuje dlouhá vlákna. Udává celkovou sumu počtu všech odstávajících vláken přesahujících délku 3 mm. Třída S12 je součet počtu s délkou 1mm a 2mm.[8]

1.6 Rešerše stávajících poznatků o vlivu zákrutového koeficientu na vlastnosti příze

Vliv zákrutového koeficientu na pevnost a tažnost

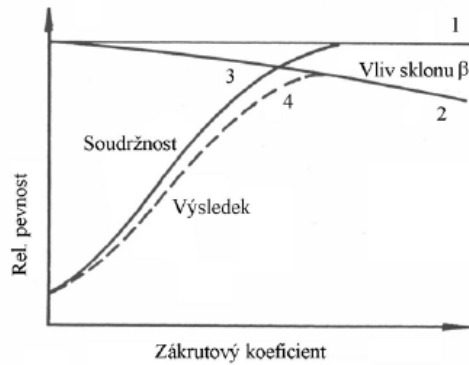
Dle [5] se vzrůstajícím zákrutem roste pevnost do tzv. kritického zákrutu, což je zákrut, od kterého hodnota pevnosti klesá (viz. obrázek 1.11). Klesající pevnost po hodnotě kritického zákrutu je dána sklonem vláken v přízi. Síla působící na přízi má stejný směr jako síla působící na jednotlivá vlákna při tahovém namáhání. Avšak díky tomu, že vlákno není uloženo rovnoběžně s osou příze se uplatňuje pouze složka vycházející z geometrického rozkladu všech sil ve vláknech. Tato složka je tím menší, čím větší je dodávaný zákrut a tedy i úhel sklonu vláken k ose příze. Od určitého úhlu sklonu vláken je hůře využita pevnost jednotlivých vláken v přízi.

Vzrůstající pevnost se vzrůstajícím zákrutem je dána růstem odporu proti prokluzu staplových vláken, kdy se zvětšuje sevření vláken, znázorněno na obrázku 1.11. Vlákna uspořádaná do podélné polohy jsou mezi sebou spojena třecími silami, čímž dochází již k počáteční pevnosti nezakrouceného vlákenného útvaru, proto křivka relativní pevnosti v závislosti na rostoucím zákrutovém koeficientu nezačíná v nulové hodnotě. Vlákna v přízi migrují a již při vyšším zákrutu jsou vlákna sevřena ostatními vlákny a díky zvýšení zatížení je zabráněno prokluzu a dojde k zvýšení radiálního tlaku, a tím vzniku třecích sil. Dochází k tzv. samosvorné struktuře. [5] Pevnost příze je ovlivněna i dalšími faktory, jako je jemnost vláken, zaplnění příze, použitá výrobní technologie. Dle odborné literatury [2] je nižší pevnost rotorové příze vysvětlena nižším využitím délky vláken ve struktuře příze oproti přízi vyrobené prstencovou technologií.



Obrázek 1.11: Kritický zákrut

Tažnost příze se zvyšuje se zvyšujícím se zákrutem. Je to způsobeno zkrácením délky vláken vlivem zakrucování. Tato vlákna jsou pak při tahovém namáhání natažována. S vyšším zákrutem dojde k většímu zkrácení příze, a tím pak i k většímu natažení během namáhání. [5]



Obrázek 1.12: Vliv zákrutového koeficientu na relativní pevnost [5]

Vliv zákrutového koeficientu na hmotovou nestejnomyěrnost

Dle [2] zvyšující se zákrutový koeficient nemá vliv na hmotnou nestejnomyěrnost příze, jelikož je tato vlastnost ovlivněna družením pramenů během posukování, dopravy vláken vzduchovým kanálem a mírou ojednocení. Dále je tvořena rovnoměrná vlákenná stužka na stěně sprádacího rotoru. Hmotná nestejnomyěrnost vlákenné stužky ovlivňuje i hmotovou nestejnomyěrnost výsledné příze. Hmotnou nestejnomyěrnost do značné míry ovlivňuje operace kotonizace. Pokud nejsou pektiny stěn elementárních vláken dostatečně rozloženy, stále jsou v přízi obsaženy nedorozštěpené svazky elementárních vláken, což zapříčiňuje nerovnoměrné rozložení vláken v přízi. (viz obrázek 1.2).

Vliv zákrutového koeficientu na vady v přízi

Vady nejsou ovlivněny působením změny zákrutového koeficientu. Vady jsou ovlivněny danou technologií výroby a funkčností stroje, zejména pak stejnoměrností předkládaného materiálu. [2]

Vliv zákrutového koeficientu na chlupatost příze

Podle zdroje [8] s vyšším zákrutovým koeficientem bude chlupatost příze klesat, vlivem zvýšení vazných sil a tím i přimknutí vláken k tělu příze.

1.7 Literatura pojednávající o lněných či směsových rotorových přízích

O této problematice pojednává literární zdroj [10], jenž je zaměřen na směsové příze (70 % len a 30 % bavlna) vyráběné dle postupu rotorové technologie, kde jemnosti sledovaných přízí jsou v rozmezí 30-80 tex.

Příze byly podrobeny testováním pevnosti a hmotné nestejnoměrnosti, počtu vad v přízi a chlupatost. Výsledky byly porovnány s výsledky testování 100% bavlněných přízí o stejných jemnostech a výrobní technologii. Vyhodnocení směsových přízí (CO/LI):

- směsová příze vykazuje nižší pevnost nežli 100 % bavlněná příze (asi o 10 %)
- CO/LI příze dále vykazují vyšší hmotnou nestejnoměrnost

U směsových přízí byl použit vyšší zákrutový koeficient o 10-12 %. Jelikož jsou některá lněná vlákna stále nerozštěpena na vlákna elementární, je zapříčiněna nižší soudržnost vláken než u ojednocených vláken bavlny. Dále tomu přispívá i tvar průřezu vlákna obou surovin.

Bavlněná vlákna mají ledvinovitý průřez a po délce vlákna dochází k stáčení, tato vlastnost přispívá k lepší soudržnosti mezi vlákny. Lněné vlákno tuto vlastnost nemá.

G. Krupincová v [8] uvádí, že analýza rotorové příze potvrdila, že větší délka staplových vláken vede k nižším hodnotám chlupatosti H [-] i S_{12} a S_3 . Chlupatost se u hrubších přízí zvyšuje a pevnost se takřka nemění, případně mírně klesá.

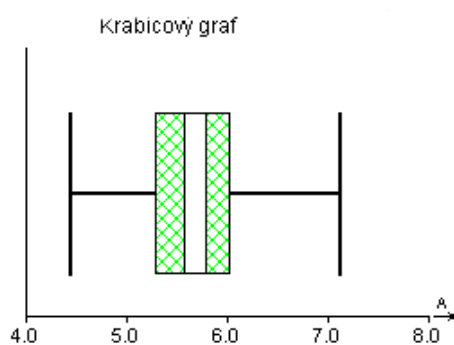
Zdroj [8] dále uvádí, že charakter rotorové příze díky typicky uzavřené struktuře s ovinky a odlišné uspořádání vláken v přízi vede k nutnosti zvyšování použitého zákrutového koeficientu, aby bylo dosaženo podobných hodnot jako u prstencového dopřádání.

1.8 Použité metody statistického zpracování

Statistické zpracování experimentálně získaných dat probíhalo v programu QC Expert. Tento program byl použit hlavně pro posouzení normality a homogenity dat. Na základě toho byla vyřazena vybočující měření. Testovány byly příze o určitých jemnostech a zákrutových koeficientech. Z naměřených hodnot bylo třeba vyhodnotit výsledky měření, proto tyto hodnoty bylo třeba zpracovat vhodnými statistickými metodami.

Pro zjištění normality jsou realizovány testy normality např.: Shapirův Wilkův. Normalitou je myšleno, že soubor dat (měření) odpovídá Gaussovu normálnímu rozdělení. Toto rozdělení je plně charakterizováno střední hodnotou μ a rozptylem σ^2 (vztah 1.21). Gaussova křivka je funkcí těchto dvou parametrů a střední hodnota leží pod jejím vrcholem. Symetrie křivky udává, že naměřené hodnoty se budou nacházet pod a nad její hodnotou přibližně stejně často. [7]

Homogenní soubor dat je stejnorodý soubor, tj. žádná z hodnot nepřekračuje předem určená kritéria. Soubor dat nemá tzv. vybočující hodnoty. Pro grafické znázornění je využíván krabicový diagram nebo-li boxplot (obrázek 1.13), který zobrazuje vybočující hodnoty.[7]



Obrázek 1.13: Krabicový graf

Aritmetický průměr

Nejčastější charakteristika polohy zahrnující všechna měření popisuje soubor mnoha hodnot. Jedná se o součet všech hodnot vydělený jejich počtem. Znárodnuje tak střední hodnotu souboru (dále využíváno i toto označení). Vztah aritmetického průměru se vyjadřuje:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (1.33)$$

Směrodatná odchylka

Jedná se o charakteristiku variability (rozptýlení) naměřených hodnot. Je to kvadratický průměr odchylek hodnot znaku od aritmetického průměru. Nejčastěji se počítá pomocí rozptylu (vztah 1.35).

$$s = \sqrt{s^2} \quad (1.34)$$

Rovnice výpočtu rozptylu:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (1.35)$$

Variační koeficient

Obsahuje v sobě jak charakteristiku polohy (aritmetický průměr), tak i charakteristiku variability (směrodatnou odchylku). Vyjadřuje se v procentech. Rovnice pro výpočet variačního koeficientu se vypočítá:

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100[\%] \quad (1.36)$$

95 % interval spolehlivosti

Intervaly spolehlivosti (IS) jsou intervalové odhady nejčastěji středních hodnot. Představují množinu všech možných průměrů. Jedná se tedy o intervaly, kde s předepsanou pravděpodobností (95 %) leží dané střední hodnoty. Pro tuto statistickou veličinu je uváděn vztah 1.37.

$$95\% IS = \bar{x} \pm t_{0,025}(n-1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (1.37)$$

Kde 95 % IS je interval spolehlivosti s pravděpodobností 95 %, \bar{x} je aritmetický průměr, t_α je kritická hodnota studentova rozdělení pro daný počet hodnot n a s je směrodatná odchylka aritmetického průměru.[11]

2 Experimentální část

Cílem práce je vyhodnocení vlivu Phrixova zákrutového koeficientu $am \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ na dané vlastnosti.

Pro experimentální část byly použity 100% lněné příze poskytnuté VÚB a.s. Ústí nad Orlicí. Skupina testovaných přízí byla tvořena třemi sadami o různých hodnotách jemnosti. Každá sada přízí dané jemnosti obsahovala pět Phrixových zákrutových koeficientů. Pro každou jemnost a Phrixův zákrutový koeficient byly testovány 3 cívky. Na základě testování materiálu pro výrobu lněných přízí byla stanovena střední jemnost vláken, která činila 3,5 tex a střední délka vláken o hodnotě 48 mm.

Jednotlivé příze byly podrobeny testování na dané vlastnosti: pevnost, tažnost, hmotná nestejnomyšnost, počet vad a chlupatost.

Testování probíhalo v laboratoři katedry textilních technologií na testovacích zařizenech - Instron 4411, Uster Tester a Zweigle. Všechny naměřené hodnoty byly zpracovány ve statistickém programu QC Expert.

V rámci testování byly ověřeny hodnoty jemnosti (délkové hmotnosti). Jelikož se jedná o příze dopřádané na rotorovém dopřádacím stroji, nebyly ověřovány hodnoty zákrutu.

Veškeré snímky podélných pohledů a příčných řezů testovaných lněných přízí byly nasnímané skenovacím elektronovým mikroskopem na Katedře materiálového inženýrství Technické univerzity v Liberci. Snímky byly pořízeny u přízí o jmenovitých jemnostech 100 tex a 150 tex vždy s nejnižším a nejvyšším Phrixovým zákrutovým koeficientem. Tyto zákrutové součinitele měly hodnoty 160 a 180 $\text{ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Snímky byly pořízeny z důvodu zobrazení jednotlivých elementárních vláken a nedorozštěpených svazků elementárních vláken v příčném řezu příze i na podélném pohledu příze.

2.1 Charakteristika použitého materiálu

Předlohou, pro měření testovaných vlastností byly cívky se 100% lněnou přízí. Cívky s testovanými přízemi byly před testováním klimatizovány dle normy ČSN 80 0061. Zpracovaný materiál byl dopřádán na rotorovém dopřádacím stroji v jednoduchou přízi.

Příze o každé jemnosti byly vypředeny s 5 úrovněmi hodnot Phrixova zákrutového koeficientu (tabulka 2.1). Hodnoty jednotlivých zákrutových koeficientů jsou 160, 165, 170, 175 a 180 $ktex^{2/3}.m^{-1}$. V tabulce 2.1 jsou uvedeny Phrixovy zákrutové koeficienty přepočítané na počet zákrutů pomocí vztahu 1.15.

am [$ktex^{2/3}.m^{-1}$]	160	165	170	175	180
T= 100 tex	743 m^{-1}	766 m^{-1}	789 m^{-1}	812 m^{-1}	835 m^{-1}
T= 125 tex	640 m^{-1}	660 m^{-1}	680 m^{-1}	700 m^{-1}	720 m^{-1}
T= 150 tex	567 m^{-1}	584 m^{-1}	602 m^{-1}	620 m^{-1}	638 m^{-1}

Tabulka 2.1: Přepočet zákrutových koeficientů na zákruty

2.1.1 Podélný pohled

Pro charakteristiku materiálu a charakter příze dopřádané rotorovou technologií byly nasnímány podélné pohledy lněných přízí. Podélné pohledy byly nasnímány u lněných přízí

o jemnosti 100 tex se zákrutovými koeficienty 160 $ktex^{2/3}.m^{-1}$ a 180 $ktex^{2/3}.m^{-1}$ a o jemnosti 150 tex o stejných zákrutových koeficientech. Skutečná snímaná délka příze činila přibližně 3,5 mm.

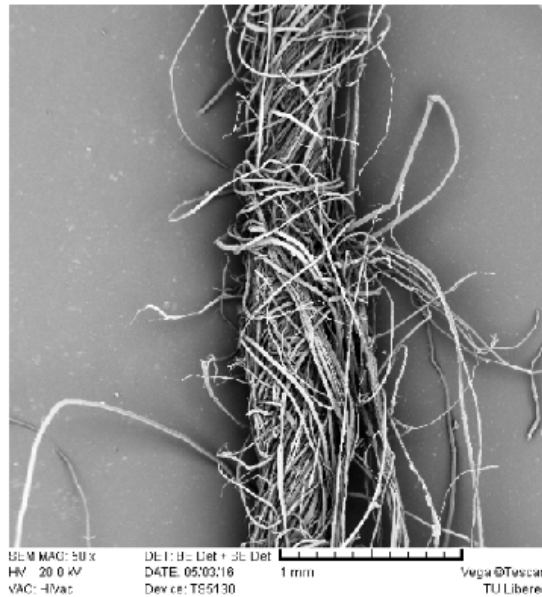
Na podélném pohledu lněné rotorové příze jsou jasně patrné typické ovinky, stejně tak vzdáleně připomínající šroubovicový sklon vláken. Tento jev má za následek technologie rotorového dopřádaní, kdy příze vzniká v rotoru dopřádacího stroje. Vlákenná stužka je přikrucována k volnému konci příze.

Na obrázku 2.1 je vyobrazený podélný pohled rotorové příze o jemnosti 100 tex a o Phrixově zákrutovém koeficientu 160 $ktex^{2/3}.m^{-1}$. Na snímku je patrné, že příze s nejnižším Phrixovým zákrutovým koeficientem má velké množství odstávajících vláken. Na snímku 2.2 je příze o stejné jemnosti, ale o zákrutovým koeficientem 180 $ktex^{2/3}.m^{-1}$. Již na první pohled je jasně patrné, že je příze na obrázku 2.2 mnohem více zakroucená. Její průměr je menší díky snížení mezivlákněných prostor pomocí vyššímu stupni přikrucování vláken. Příze s nižším zákrutovým koeficientem na obrázku 2.1 vykazuje nižší stupeň uspořádání vláken a vlákna nejsou tolik semknutá.

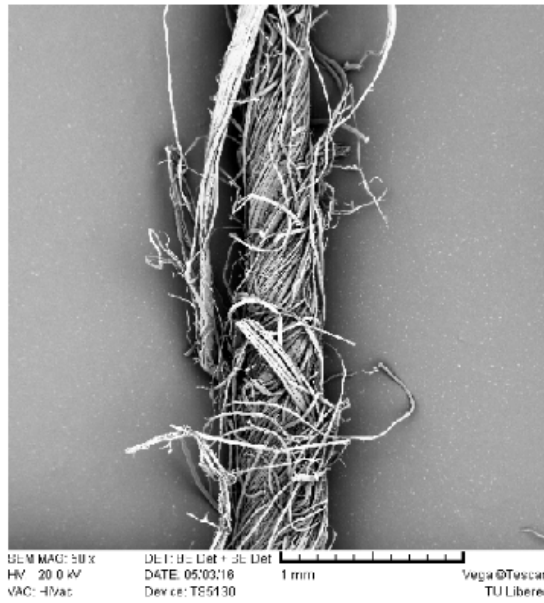
Na obrázku 2.3 je podélný pohled na přízi o jemnosti 150 tex o zákrutovém koeficientu 160 $ktex^{2/3}.m^{-1}$. Příze na tomto snímku má vzhledem k uvedenému

měřítka nejvyšší poloměr. Na pohled je patrná nejvyšší stejnoměrnost příze v celé délce úseku zobrazené příze. Na obrázku 2.4 je vyobrazena příze o stejné jemnosti a zákrutovém koeficientu $180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Opět je patrný menší průměr příze než u příze s $160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$.

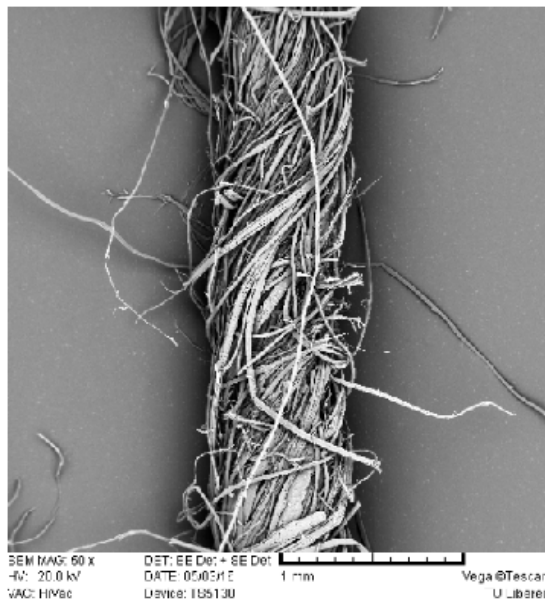
Na všech snímcích vykazují příze velkou míru chlupatosti a nestejnoměrnosti. Výjimkou je příze o jemnosti 150 tex a $160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Vzhledem k měřítku se jedná o 3,5 mm snímané příze. Dále jsou na snímcích viditelná nerozštěpená elementární vlákna, která tvoří silné svazky. Ta mohou způsobovat větší odpor proti zakrucování vláken k přízi. To má za následek již zmíněnou vysokou chlupatost.



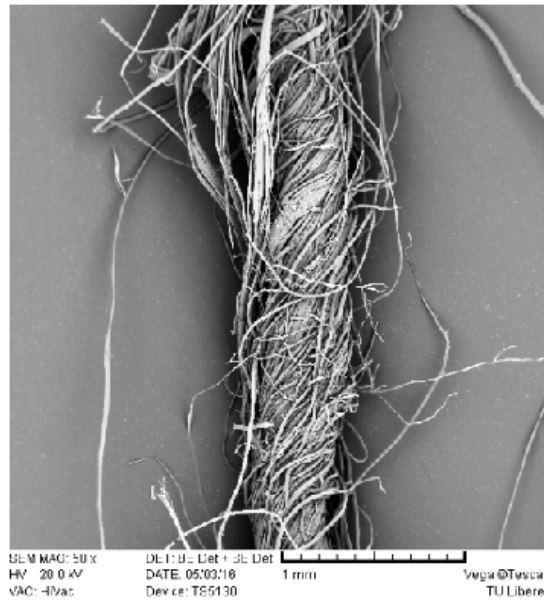
Obrázek 2.1: Podélný pohled na přízi o $T = 100 \text{ tex}$ a $a_m = 160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$



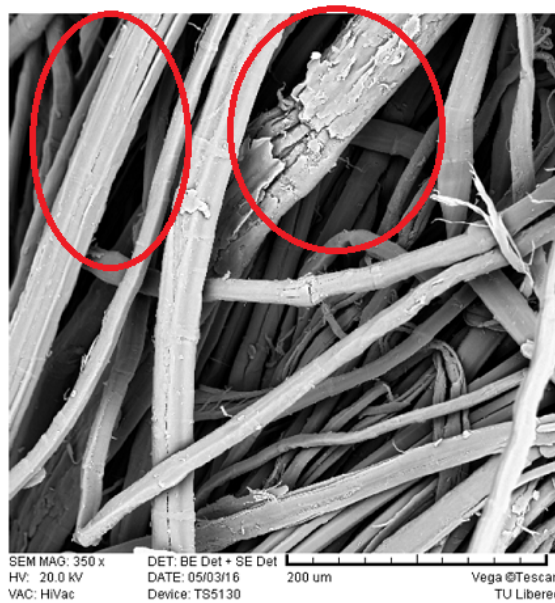
Obrázek 2.2: Podélný pohled na přízi o $T=100$ tex a $a_m=180ktex^{2/3}.m^{-1}$



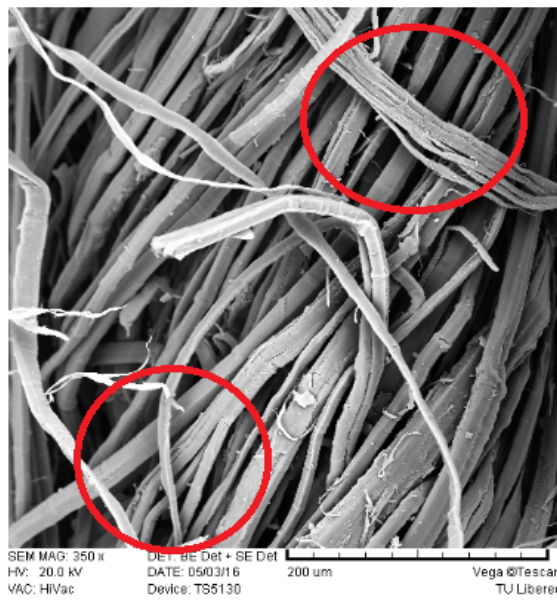
Obrázek 2.3: Podélný pohled na přízi o $T=150$ tex a $a_m=160ktex^{2/3}.m^{-1}$



Obrázek 2.4: Podélný pohled na přízi o $T= 150 \text{ tex}$ a $am=180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$



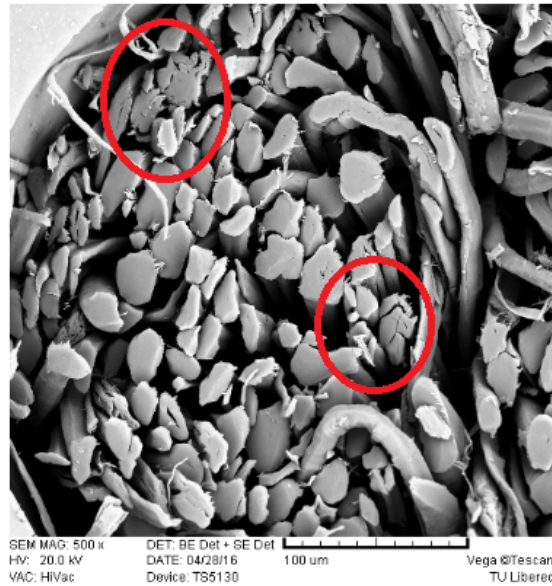
Obrázek 2.5: Detailní podélný pohled na strukturu příze o $T= 150 \text{ tex}$ a $am=160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$



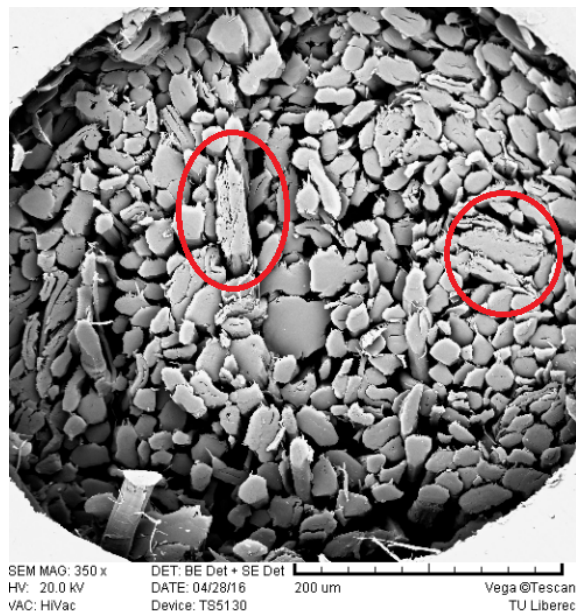
Obrázek 2.6: Detailní podélný pohled na strukturu příze, $T = 100 \text{ tex}$ a $a_m = 160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$

2.1.2 Příčný řez

Na obrázku 2.7 a 2.8 jsou zobrazeny příčné řezy přízí o stejném zákrutovém koeficientu, ale o jemnosti 100 tex a 150 tex. Na snímku 2.7 je patrné, že vlákna mezi sebou mají větší mezivláknenné prostory a na obrázku 2.8 je struktura příze více semknutá. Červeným polem jsou vyznačeny skupiny elementárních vláken, kde jsou elementární vlákna nerozštěpená.



Obrázek 2.7: Příčný řez přízí o $T= 100 \text{ tex}$ a $a_m = 160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$



Obrázek 2.8: Příčný řez přízí o $T= 150 \text{ tex}$ a $a_m = 160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$

2.2 Jemnost

Jemnost (dévková hmotnost) je vstupní parametr příze. Testování jemnosti bylo měřeno v souladu s normou ČSN-EN-ISO 2060 (80 0702) [15].

Měření bylo provedeno pomocí navijáku, na který bylo z dané cívky odvinuto 100 m příze. Toto množství bylo stočeno do přadénka a následně zváženo laboratorními vahami. Hmotnost přadénka byla přepočítána na jednotky tex dle vztahu (1.6).

Z každé ze tří cívek byly odvinuty 3 vzorky pro zjištění jednotlivých jemností daného Phrixova zákrutového koeficientu. Naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány a výstupem byl aritmetický průměr (vztah 1.33) a 95 % interval spolehlivosti aritmetického průměru (vztah 1.37) viz tabulka 2.2. Měření proběhlo z důvodu ověření jmenovité jemnosti. Pro zpracování výsledků experimentu byly použity hodnoty skutečné jemnosti.

	am=160 $ktex^{2/3} \cdot m^{-1}$	am=165 $ktex^{2/3} \cdot m^{-1}$	am=170 $ktex^{2/3} \cdot m^{-1}$	am=175 $ktex^{2/3} \cdot m^{-1}$	am=180 $ktex^{2/3} \cdot m^{-1}$
Jmenovitá jemnost T=100 tex					
T= 100 tex	93,40	95,37	99,26	96,03	97,83
95%IS[tex]	<90,15; 96,64>	<92,79; 97,64>	<97,32; 101,19>	<93,82; 98,23>	<97,83; 101,04>
Jmenovitá jemnost T=125 tex					
T= 125 tex	124,99	126,92	127,5	129,12	123,18
95%IS[tex]	<122,73; 127,24>	<124,77; 129,07>	<125,73; 129,29>	<128,47; 129,76>	<119,37; 126,98>
Jmenovitá jemnost T=150 tex					
T= 150 tex	135,84	141,54	151,51	177,87	159,74
95%IS[tex]	<131,17; 140,52>	<139,08; 144>	<146,97; 156,05>	<157,44; 198,29>	<153,27; 166,22>

Tabulka 2.2: Statisticky zpracované výsledky jemnosti

Diskuze

Dle hodnot uvedených v tabulce 2.2 jsou patrné odchylky od udaných hodnot jemnosti výrobcem.

Pro jmenovitou jemnost 100 tex je patrná odchylka všech středních hodnot naměřených jemností od hodnoty jmenovité jemnosti. Všechny střední hodnoty naměřené jemnosti jsou nižší než udaná jmenovitá hodnota jemnosti. Intervaly spolehlivosti naměřených hodnot jemnosti se překrývají pouze pro hodnoty Phrixova zákrutového koeficientu 170 a 180 $ktex^{2/3} \cdot m^{-1}$. V těchto případech se nejedná o statisticky významný rozdíl. U přízí o předepsané jemnosti 125 tex jsou naměřené hodnoty menší pro zákrutové koeficienty 160 a 180 $ktex^{2/3} \cdot m^{-1}$ a větší pro zákrutové koeficienty 165, 170 a 175

$ktex^{2/3}.m^{-1}$. 95% intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají pro hodnoty $am = 160, 165, 170$ a $180 ktex^{2/3}.m^{-1}$. Hodnota jemnosti pro $am = 175 ktex^{2/3}.m^{-1}$ má statisticky významný rozdíl v závislosti na předešlých středních hodnotách jemnosti.

Pro jmenovitou jemnost $150 tex$ a Phrixovy zákrutové koeficienty 160 a $165 ktex^{2/3}.m^{-1}$ mají střední hodnoty naměřených jemností nižší nežli hodnoty jmenovité jemnosti. Jejich 95% intervaly spolehlivosti nedosahují hodnot jmenovité jemnosti. Jmenovité jemnosti odpovídá pouze střední hodnota pro $am = 170 ktex^{2/3}.m^{-1}$. Střední hodnotu jemnosti pro $am = 175 ktex^{2/3}.m^{-1}$ lze pokládat za hodnotu vybočující. Tento jev byl způsoben jednou z testovaných cívek, která měla hodnoty jemnosti blížící se $200 tex$. Pro hodnotu $am = 180 ktex^{2/3}.m^{-1}$ je střední hodnota naměřené jemnosti vyšší nežli jmenovitá jemnost. Tato variabilita může být způsobena jemností předkládaného pramene vstupujícího do spřádací jednotky rotorového dopřádacího stroje a dále velkým množstvím svazků elementárních vláken (obrázek 2.2), kde jsou tyto nedorozštěpené svazky elementárních vláken patrné na podélném pohledu příze. Variabilita naměřených jemností přízi je pravděpodobně způsobena variabilitou lněných vláken

a přítomností jemných nečistot, které se během zpracování uvolňují. Operací kotonizací, která byla pravděpodobně provedena převážně mechanicky, zůstal v surovině určitý podíl nerozštěpených svazků elementárních vláken. To vede k vysoké variabilitě jemnosti a délky vláken. Během zpracování vlákenné suroviny docházelo k působení pracovních částí strojů na zpracovávaný materiál, především působení mykacích povlaků na mykacím stroji a povlaku vyčesávacího válce na rotorovém dopřádacím stroji. Díky nim docházelo k dalšímu štěpení elementárních vláken ze svazků. Tyto narušené svazky elementárních vláken mohly při dalším zpracování příze uvolňovat jednotlivá vlákna. Díky tomu mohlo docházet k značnému úbytku vlákenné hmoty z příze.

Chování vláken během zpracování je náhodné a proto i v konečné přízi jsou nerozštěpené svazky elementárních vláken – viz obr. 2.2.

Na obrázcích 2.5 a 2.6, jsou patrné nerozštěpené svazky elementárních vláken kotonizovaného lnu (odstavec 1.3.1) označeny červeným polem. Na obrázku 2.5 jsou na podélném pohledu patrná vlákna o různých tloušťkách. Z toho lze předpokládat, že vlákna o větším průměru jsou stále svazky elementárních vláken. Dále se může jednat o zbytky pazdeří či jiných nečistot, které na vláknech ulpěly během zpracování. Na obrázku 2.6 jsou patrné větší plochy vláken s prasklinami, znázorňující dodatečné oddělování vláken od sebe. Tyto nerozštěpené svazky elementárních vláken mají vliv na výslednou jemnost příze.

2.3 Pevnost a tažnost

Tyto dvě mechanické vlastnosti byly popsány v kapitole 1.5.3 a 1.5.4. Testovány byly pomocí přístroje Instron 4411 dle normy [13]. V příloze C je uveden výstupní protokol z měřicí aparatury.

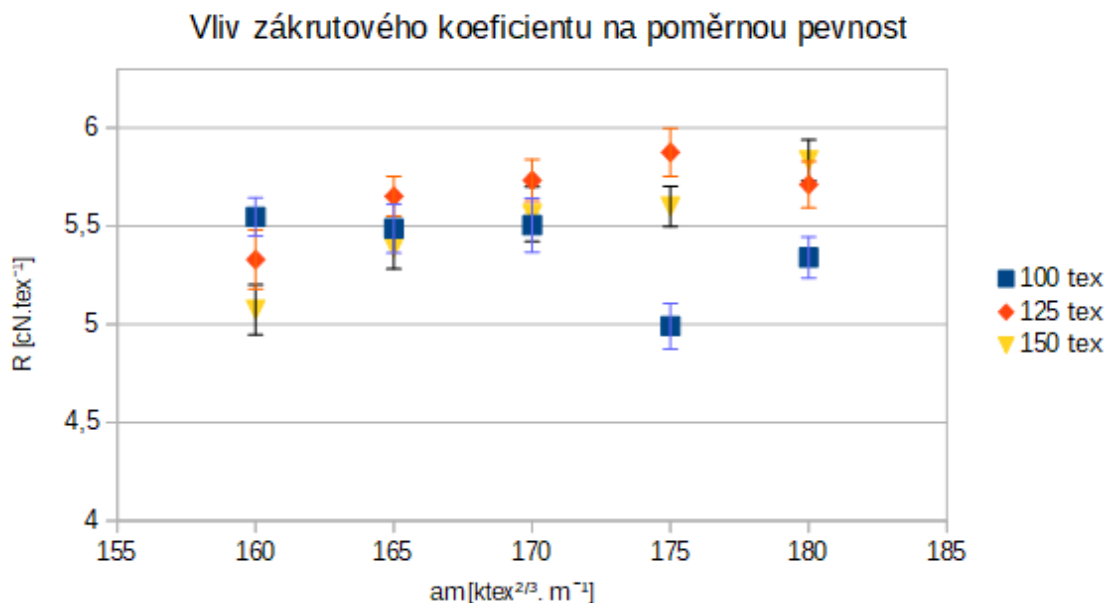
Měření spočívalo v tahovém namáhání lněné příze do přetrhu, která byla upnuta do jedné nepohyblivé čelisti a jedné pohyblivé čelisti. Testování probíhalo při konstantní rychlosti pohybu pohyblivé čelisti. Hodnota rychlosti se odvozovala od podmínky vztahující se na dobu trvání testovací zkoušky jednoho trhu. Čas jednoho trhu byl ± 20 s. Upínací délka příze byla 500 mm. Zkouška byla prováděna bez předpětí. Testovány byly 3 cívky o dané jemnosti a Phrixově zákrutovém koeficientu. Z každé cívky bylo provedeno 35 plnohodnotných trhů. Pro jednu jmenovitou jemnost a daný Phrixův zákrutový koeficient bylo celkově provedeno 105 plnohodnotných trhů.

2.3.1 Poměrná pevnost

Naměřené hodnoty maximální síly byly přepočítány pomocí vztahu 1.18 na hodnoty poměrné pevnosti. Vybrané parametry jsou uvedeny v tabulce 2.3. Grafické znázornění závislosti poměrné pevnosti a Phrixově zákrutovém koeficientu je zobrazeno na obrázku 2.7.

am=160 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125tex	T = 150tex
R [cN/tex]	5,55	5,33	5,08
s [cN/tex]	0,51	0,78	0,66
v[%]	9,19	14,63	12,99
95%IS [cN/tex]	<5,45;5,64>	<5,18;5,48>	<4,94;5,20>
am=165 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125tex	T = 150tex
R [cN/tex]	5,49	5,65	5,39
s [cN/tex]	0,64	0,53	0,56
v[%]	11,66	9,38	10,39
95%IS [cN/tex]	<5,36;5,61>	<5,55;5,75>	<5,28;5,50>
am=170 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125tex	T = 150tex
R [cN/tex]	5,51	5,73	5,56
s [cN/tex]	0,71	0,55	0,74
v[%]	12,89	9,6	12,95
95%IS [cN/tex]	<5,37;5,64>	<5,63;5,84>	<5,42;5,70>
am=175 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
R [cN/tex]	4,99	5,88	5,49
s [cN/tex]	0,60	0,63	0,53
v[%]	12,02	10,71	9,65
95%IS [cN/tex]	<4,88;5,11>	<5,75;6,00>	<5,39;5,59>
am=180 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
R [cN/tex]	5,34	5,71	5,84
s [cN/tex]	0,54	0,61	0,54
v[%]	10,11	10,68	9,25
95%IS [cN/tex]	<5,24;5,41>	<5,59;5,83>	<5,73;5,94>

Tabulka 2.3: Statisticky zpracované výsledky poměrné pevnosti



Obrázek 2.9: Vliv zákrutového koeficientu na střední hodnoty poměrné pevnosti

Diskuze

Dle předpokladů (kapitola 1.6), se zvyšujícím se zákrutovým koeficientem by mělo docházet k zvyšování poměrné pevnosti. Dodáním vyššího počtu zákrutů dojde k většímu sevření vláken a vlivem tahového namáhání dochází k většímu tření mezi vlákny.

Pro příze o jemnostech 100 tex se 95% intervaly spolehlivosti střední hodnoty poměrné pevnosti překrývají pro $am = 160, 165$ a $170 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. To vypovídá o tom, že rozdíly mezi středními hodnotami $R \text{ [cN/tex]}$ v závislosti na $am \text{ [ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}]$ nejsou statisticky významné a tedy nedochází ke změně poměrné pevnosti. Všechny tyto střední hodnoty poměrné pevnosti se vyskytují v blízkosti hodnoty $5,5 \text{ cN/tex}$ a to i střední hodnota odpovídající $am = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ (viz. obrázek 2.7). U střední hodnoty poměrné pevnosti pro $am = 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ dochází k poklesu. Tato střední hodnota vzhledem k ostatním středním hodnotám poměrné pevnosti dané jemnosti vykazuje statisticky významný rozdíl.

Vzhledem k použitému materiálu byly použity vyšší hodnoty Phrixova zákrutového koeficientu. Tyto hodnoty nemusí projevovat změny poměrné pevnosti tak velké vzhledem k charakteru suroviny.

Pro jemnost 125 tex se 95 % intervaly spolehlivosti překrývají pro hodnoty $am = 165-180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Proto zde není patrný statisticky významný rozdíl středních hodnot uvedeného intervalu. Od hodnoty $am = 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ je viditelný pokles poměrné pevnosti. Statisticky významná změna odpovídá střední hodnotě poměrné pevnosti pro $am = 160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Její 95% interval spolehlivosti nedosahuje hodnot ostatních 95% intervalů spolehlivosti. Faktický rozdíl středních hodnot poměrné pevnosti pro $am = 160$ a $165 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ je pouze $0,32 \text{ cN} \cdot \text{tex}^{-1}$,

což je z pohledu použití příze nevýznamná technologická změna vzhledem k variabilitě vstupního materiálu.

Pro příze o jemnosti 125 tex je zřejmý rostoucí trend, který by odpovídal uvedeným předpokladům. Nelze ho však pokládat za statisticky významný.

Pro příze o jemnosti 150 tex je patrný rostoucí trend pro všechny střední hodnoty poměrné pevnosti. 95% interval spolehlivosti hodnoty $a_m = 160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ se nepřekrývá s ostatními intervaly spolehlivosti středních hodnot poměrných pevností, proto se jedná o statisticky významný rozdíl. Intervaly spolehlivosti se překrývají pro příze s $a_m = 165\text{-}180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Proto tyto střední hodnoty poměrné pevnosti nevykazují statisticky významné rozdíly.

Skutečný rozdíl počtu vložených zákrutů do příze pro jednotlivé úrovně zákrutových koeficientů je v rozmezí 18-23 m^{-1} (tabulka 2.1), což je z pohledu počtu zákrutů malý rozdíl.

Dá se předpokládat, že pokud by byly rozdíly počtu zákrutů větší o 50-100 m^{-1} , v grafickém znázornění by byl patrný větší rozdíl mezi jednotlivými středními hodnotami pevnosti.

U většiny jiných materiálů, jako je bavlna nebo směsi bavlny a chemických vláken, je použit $a_m = 80 - 100 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Pro testované příze je nejnižší hodnota $a_m = 160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Tato vysoká hodnota je dána charakterem vláken, která jsou lesklá a hladká. Vlákná tak mají tendenci po sobě klouzat. Pro zajištění dostatečné pevnosti jsou použity vysoké hodnoty Phrixova zákrutového koeficientu. Zvyšováním hodnot a_m [$\text{ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$] již nedochází k významnému nárůstu pevnosti.

Vliv na výsledné střední hodnoty poměrné pevnosti jsou zbytky nerozštěpených elementárních vláken, které můžeme vidět na obrázcích 2.5 a 2.6, označené červeným polem. Zbytky neoddělených elementárních vláken se mohou v přízi chovat jinak, nežli vlákna ojednocená. Lze předpokládat, že vlákna neojednocená, budou ve svazku klást větší odpor vůči zakroucení, což se může negativně projevit snížením pevnosti příze.

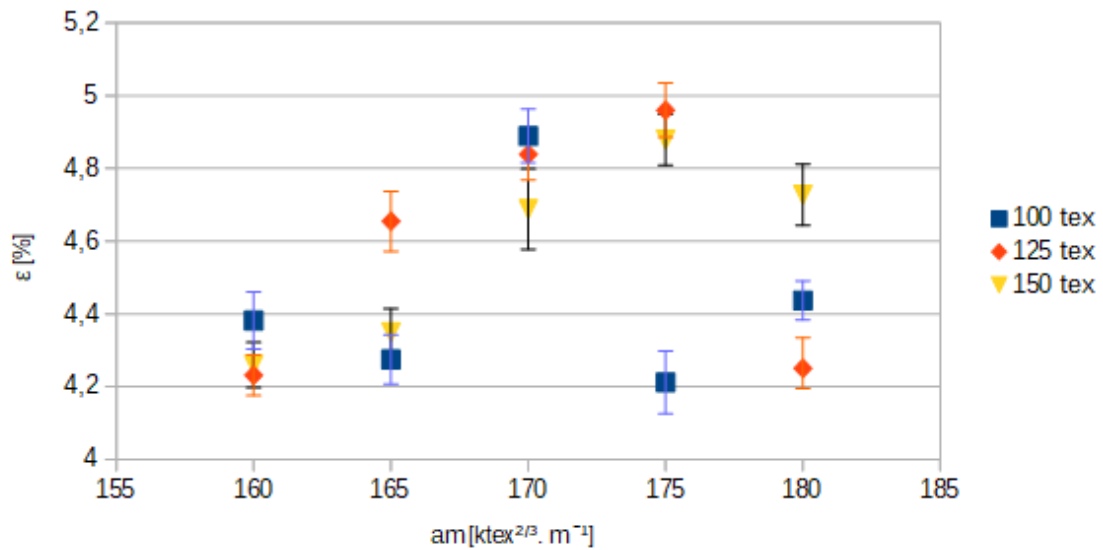
2.3.2 Tažnost

Měření tažnosti probíhalo za stejných podmínek jako měření poměrné pevnosti. Výstupní hodnoty prodloužení při přetrhu byly přepočítány na tažnost (vztahem 1.19). Vybrané parametry jsou uvedeny v tabulce 2.4. V grafickém záznamu je sledován vliv změny tažnosti v závislosti na změně Phrixova zákrutového koeficientu. (obrázek 2.10)

am=160 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
ε[%]	4,38	4,23	4,26
ς[%]	0,41	0,29	0,36
v[%]	9,36	6,86	7,51
95%IS[%]	<4,30;4,46>	<4,18;4,29>	<4,20;4,35>
am=165 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
ε[%]	4,27	4,65	4,35
ς[%]	0,35	0,43	0,38
v[%]	8,2	9,25	7,82
95%IS[%]	<4,21;4,34>	<4,57;4,74>	<4,28;4,41>
am=170 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
ε[%]	4,89	4,84	4,69
ς[%]	0,38	0,37	0,57
v[%]	7,77	7,64	12,15
95%IS[%]	<4,81;4,96>	<4,77;4,91>	<4,58;4,80>
am=175 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
ε[%]	4,21	4,96	4,88
ς[%]	0,45	0,38	0,36
v[%]	10,69	7,66	7,38
95%IS[%]	<4,13;4,30>	<4,89;5,03>	<4,81;4,95>
am=180 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
ε[%]	4,44	4,25	4,73
ς[%]	0,28	0,28	0,44
v[%]	6,31	6,59	9,30
95%IS[%]	<4,38;4,94>	<4,20;4,31>	<4,64;4,81>

Tabulka 2.4: Statisticky zpracované výsledky tažnosti

Vliv zákrutového koeficientu na tažnost



Obrázek 2.10: Vliv zákrutového koeficientu na střední hodnoty tažnosti

Diskuze

Intervaly spolehlivosti středních hodnot tažnosti přízí o jemnosti 100 tex se překrývají pouze pro hodnoty $am = 160, 165$ a $175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. To vypovídá o statisticky nevýznamném rozdílu středních hodnot tažnosti. Interval spolehlivosti střední hodnoty odpovídající $am = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ překrývá pouze interval spolehlivosti střední hodnoty tažnosti pro $am = 160 [\text{ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}]$. Jejich jednotlivé rozdíly středních hodnot nepřesahují 0,23%, což vypovídá o velice malém rozdílu a vzhledem k vysoké variabilitě, která nabývá hodnot kolem 9%, se jedná o zanedbatelné rozdíly. Střední hodnota tažnosti pro $am = 170 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ vykazuje statisticky významný rozdíl, jelikož její interval spolehlivosti se nepřekrývá s jinými intervaly spolehlivosti středních hodnot tažnosti. Rozdíl mezi středními hodnotami s touto střední hodnotou je nejvýše 0,68%. Vzhledem rozsahu měřítka, kde se nachází střední hodnoty tažnosti se nejedná o velký rozdíl střední hodnoty tažnosti pro $am = 170 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ a ostatních středních hodnot. Jelikož se jedná o příze s nejnižší jemností, jsou více ovlivněny nečistotami a neojednocenými elementárními vlákny. Tyto aspekty vykazují odpor proti prodloužení během testování a tím je ovlivněna výsledná tažnost, která v tomto případě vykazuje kolísavý trend středních hodnot.

Střední hodnoty tažnosti přízí o jemnostech 125 tex vykazují rostoucí trend pro střední hodnoty tažnosti s Phrixovými zákrutovými koeficienty $160 - 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Od střední hodnoty tažnosti odpovídající hodnotě $am = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ dochází k poklesu. Střední hodnota tažnosti pro $am = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ je o 0,71 % nižší než střední hodnota tažnosti pro $am = 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Statisticky významný nárůst středních hodnot tažnosti je pro $am = 160, 165$ a $170 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$, jelikož se jejich 95% intervaly spolehlivosti nepřekrývají. Lze tedy uvést, že tažnost pro tyto příze roste. Od střední hodnoty tažnosti pro $am = 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ nedochází k statis-

tický významnému nárůstu tažnosti a pro střední hodnotu tažnosti odpovídající $180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ dochází k poklesu tažnosti.

Střední hodnoty tažnosti přízí o jemnosti 150 tex vykazují rostoucí trend pro hodnoty

$a_m = 160 - 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ a pro hodnotu $a_m = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ je patrný pokles. Statisticky významné rozdíly jsou patrné pro střední hodnoty tažnosti pro příze s $a_m = 165 - 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$.

Pro jmenovité jemnosti 125 tex a 150 tex jsou patrné rostoucí trendy středních hodnot tažnosti pro $a_m = 160 - 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Vzhledem ke statisticky nevýznamným rozdílům mezi určitými středními hodnotami nelze zcela potvrdit stanovený předpoklad. Opět je zde vliv neojednocených elementárních vláken. Neojednocená elementární vlákna se budou chovat jinak nežli vlákna ojednocená. (viz diskuze - poměrná pevnost).

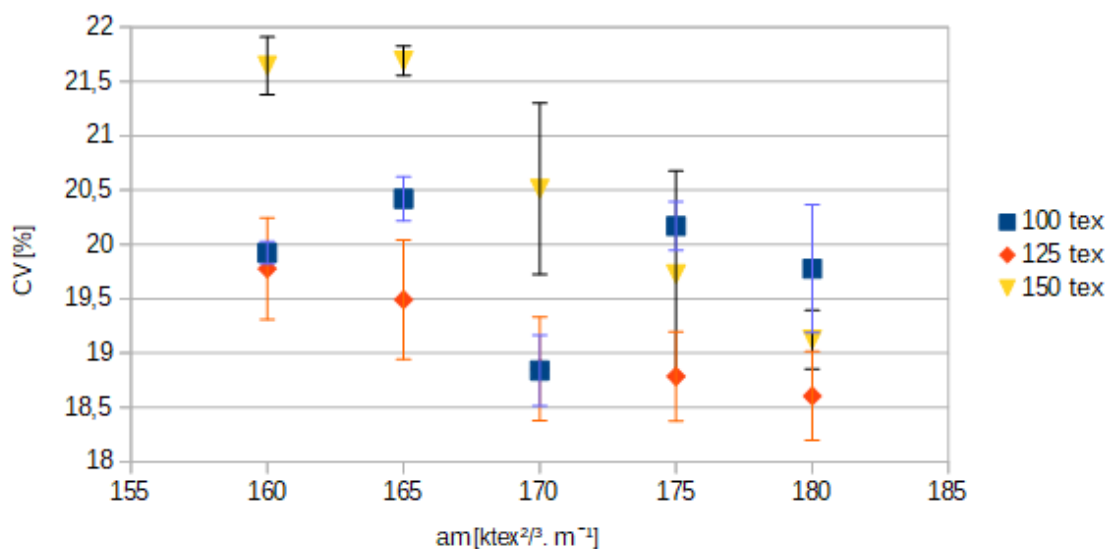
2.4 Hmotná nestejnomyřnost

Měření hmotné nestejnomyřnosti bylo realizováno na testovacím přístroji Uster Tester 4-SX (příloha B) dle normy ČSN 80 0706 - Zjišťování hmotné nestejnomyřnosti pramenů, přástů a nití, pomocí kapacitního čidla, které snímá procházející hmotu příze. Každá cívka byla proměřena třikrát. Rychlost průchodu testované příze byla 400 m/min po dobu 1 min. Statisticky zpracované výsledky hmotné nestejnomyřnosti jsou uvedeny v tabulce 2.5 a závislost hmotné nestejnomyřnosti na Phrixově zákrutovém koeficientu na obrázku 2.11.

am=160 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
CV[%]	19,92	19,78	21,64
s[%]	0,13	0,61	0,29
v[%]	0,65	3,08	1,34
95%IS[%]	<19,82;20,03>	<19,31;20,25>	<21,38;21,91>
am=165 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
CV[%]	20,42	19,49	21,69
s[%]	0,22	0,72	0,18
v[%]	1,08	3,69	0,82
95%IS[%]	<20,22;20,62>	<18,94;20,04>	<21,56;21,30>
am=170 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
CV[%]	18,84	18,86	20,51
s[%]	0,39	0,62	1,02
v[%]	2,07	3,29	4,97
95%IS[%]	<18,51;19,17>	<18,38;19,33>	<19,73;21,30>
am=175 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
CV[%]	20,17	18,79	19,73
s[%]	0,29	0,29	1,24
v[%]	1,44	1,54	6,28
95%IS[%]	<19,95;20,39>	<18,38;19,20>	<18,78;20,68>
am=180 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
CV[%]	19,78	18,61	19,12
s[%]	0,71	0,53	0,32
v[%]	3,59	2,85	1,67
95%IS[%]	<19,19;20,37>	<18,20;19,01>	<18,85;19,39>

Tabulka 2.5: Statisticky zpracovaná data hmotné nestejnomyřnosti

Vliv zákrutového koeficientu na kvadratickou hmotnou nestejnomyňnost



Obrázek 2.11: Vliv zákrutového koeficientu na hmotnou nestejnomyňnost

Diskuze

Dle předpokladů (podkapitola 1.5.5) je hmotná nestejnomyňnost ovlivněna už samotnou vstupní vláknennou surovinou, tj. kvalita vláken, nestejnomyňnost jemnosti vláken, míra znečištění přírodního vlákna. V průběhu zpracovávání je sledováno podávání vláknenné vložky, hmotná nestejnomyňnost pramene vystupujícího z mykacího stroje a následná hmotná nestejnomyňnost družných pramenů, průtah, seřizení průtahového ústrojí a hmotná nestejnomyňnost příze. Dále dle předpokladů uvedených v kapitole 1.6 změna Phrixova zákrutového koeficientu nemá vliv na hmotnou nestejnomyňnost. Ta je ovlivněna pouze faktory uvedenými výše. Vlivem zakrucování by nemělo docházet k zestenomyňňování zakrucovaného vláknenného produktu, jelikož hmotná nestejnomyňnost příze je ovlivněna kolísáním zakrucované hmoty v délce příze a samotnou kvalitou vláken vstupujících do procesu dopřádání.

Z grafického znázornění vyplývá, že pro příze o jemnostech 100 tex se 95% intervaly spolehlivosti překrývají pro $am = 165, 175$ a $180 \text{ kTex}^{2/3} . \text{m}^{-1}$, dále pak pro $am = 160, 175$ a $180 \text{ kTex}^{2/3} . \text{m}^{-1}$. To vykazuje statisticky nevýznamné rozdíly středních hodnot hmotné nestejnomyňnosti. Trend vyplývající z daných hodnot hmotné nestejnomyňnosti pro $T = 100 \text{ tex}$ nemá vzrůstající ani klesající tendenci. Interval spolehlivosti střední hodnoty hmotné nestejnomyňnosti pro $am = 170 \text{ kTex}^{2/3} . \text{m}^{-1}$ se nepřekrývá s žádným intervalem spolehlivosti ostatních středních hodnot hmotné nestejnomyňnosti dané jemnosti, vykazuje tak statisticky významný rozdíl.

Střední hodnoty hmotné nestejnomyňnosti pro jmenovitou jemnost 125 tex vykazují klesající trend. Intervaly spolehlivosti se překrývají pro hodnoty $am = 160-175 \text{ kTex}^{2/3} . \text{m}^{-1}$ a rozdíl mezi hranicemi 95%IS pro hodnoty $am = 160$ a $180 \text{ kTex}^{2/3} . \text{m}^{-1}$ je pouze 0,3%. Ze statistického hlediska se jedná o významný rozdíl, ale z techno-

logického hlediska, vzhledem k velikosti středních hodnot hmotné nestejnomyernosti pohybujících se okolo hodnoty 19% je rozdíl zanedbatelný.

U jemnosti 150 tex je zaznamenán velký rozsah 95% IS středních hodnot hmotné nestejnomyernosti. 95% intervaly spolehlivosti se překrývají pro hodnoty $a_m = 160$ a $165 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$, dále pak pro hodnoty $a_m = 170$ a $175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ a také pro $a_m = 175$ a $180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Z grafického znázornění je jasně patrný klesající trend středních hodnot hmotné nestejnomyernosti pro danou jemnost.

Dle předpokladů, se zvyšováním délkové hmotnosti příze by měla klesat hodnota hmotné nestejnomyernosti. Předpokládáme, že s vyšší hodnotou n , která vyjadřuje střední počet vláken v průřezu délkového vlákenného útvaru, bude růst i hodnota jemnosti. Vzhledem ke vztahu 1.28 tak bude limitní hmotná nestejnomyernost klesat. Porovnání trendu středních hodnot hmotné nestejnomyernosti pro příze o jemnostech 100 tex a 125 tex by byl tento předpoklad potvrzen. Avšak pro jmenovitou jemnost 150 tex jsou střední hodnoty hmotné nestejnomyernosti podstatně vyšší nežli u jemnosti 125 tex a částečně i u jemnosti 100 tex.

Předpokládáme tedy, že výsledné střední hodnoty hmotné nestejnomyernosti vykazující tyto trendy jsou výsledkem nedostatečného vyčesávání vlákenného materiálu vyčesávacím válcem. Se zvyšováním jemnosti příze dochází i k zvyšování rychlosti podávacího válce a tedy i k zvýšení dodávky vlákenného materiálu za konstantních otáček rotorového dopřádacího stroje. Dojde tak k přepřívání vyčesávacího válce a to způsobí nedostatečné ojednocení vláken. Do rotoru tak může přijít vyšší počet shluků vláken a případných nečistot. Což se projeví na zhoršení kvality výsledné délkové textilie.

Dále pak střední hodnoty hmotné nestejnomyernosti vykazují s vyšším zákrutovým koeficientem klesající trendy pro jemnosti 125 tex a 150 tex. Dle předpokladů by se změnou velikosti Phrixova zákrutového koeficientu nemělo docházet ke změně hmotné nestejnomyernosti, která je ovlivněna čištěním, mísením, druzením vlákenného materiálu a druzením samotného pramene. Míra zakroucení vlákenného materiálu by neměla mít vliv na hodnoty hmotné nestejnomyernosti.

Proto klesající trendy patrné z grafického znázornění se dají zdůvodnit pomocí procesu - cyklické druzení (kapitola 1.3.4). Cyklické druzení je proces, ke kterému dochází na sběrném povrchu rotoru dopřádací jednotky. Na sběrném povrchu se vlivem cyklického druzení, způsobené proudem vzduchu vytváří vlákenná stužka.

Vyjádření cyklického druzení pomocí vztahu 1.3 znázorňuje vliv změny zákrutu (v tomto případě Phrixova zákrutového koeficientu) na velikost cyklického druzení. Konstantní veličinou je průměr rotoru, který se se změnou zákrutu nemění. Další zanedbatelnou veličinou je součinitel zkrácení stužky, který nabývá hodnot 0,2-0,5. Z tohoto důvodu nemá velký vliv na výslednou hodnotu. Proto je ze vztahu 1.3 patrný vliv velikosti zákrutu. Ze vztahu vyplývá, že pokud dojde k zvýšení zákrutu, bude i hodnota cyklického druzení vyšší.

Ze vztahu 1.4 je patrné, že na velikost zákrutu má vliv frekvence otáčení rotoru a rychlost odtahového válce, který odvádí přízi. Pokud to umožňuje stroj, s malou změnou zákrutu se nechávají otáčky rotoru konstantní. Veličina ovlivňující počet zákrutů je odtahová rychlost příze. Se snížením této veličiny je docíleno zvýšeného počtu zákrutů.

Velikost odtahové rychlosti příze je přímo úměrná velikosti rychlosti podávacího válce, pro zachování konstantního průtahu (vztah 1.5). Ten je zachován z důvodu neměnné hodnoty jemnosti.

Z těchto závěrů je patrné, že pokud dojde k snížení příváděcí rychlosti materiálu, dojde k vyšší míře propracování materiálu vyčesávacím válcem. Zároveň se snížením příváděcí rychlosti materiálu dojde i k snížení odtahové rychlosti a tím se zvýší počet zákrutů. A jak již bylo zmíněno výše, se zvyšujícím se zákrutem, dochází i k zvýšení hodnoty cyklického družení, což má za následek snížení hmotné nestejnomyšlosti.

2.5 Vady

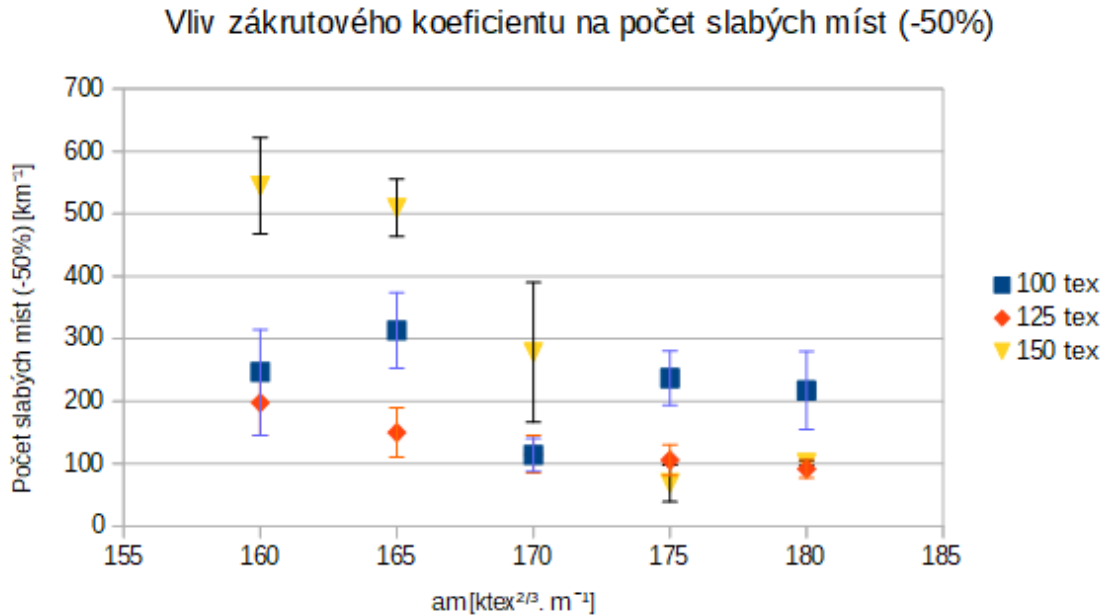
Měření počtu vad probíhalo zároveň s měřením hmotné nestejnomyšnosti a chlupatosti na měřicím přístroji Uster Tester 4-SX. Podmínky měření byly totožné.

2.5.1 Počet slabých míst

Byly sledovány počty slabých míst na kontrolní hranici -50%. Počet slabých míst je udán na délku 1 km.

am=160 ktex ^{2,9} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
-50%[km ⁻¹]	246,88	197,78	544,69
s[km ⁻¹]	48,69	67,82	92,25
v[%]	19,72	34,29	16,94
95%IS [km ⁻¹]	<145,55;314,45>	<145,65;249,91>	<467,57;621,81>
am=165 ktex ^{2,9} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
-50%[km ⁻¹]	313,28	150,00	509,44
s[km ⁻¹]	79,06	47,25	59,83
v[%]	25,24	31,5	11,74
95%IS [km ⁻¹]	<252,51;374,05>	<110,50;189,50>	<463,46;555,43>
am=170 ktex ^{2,9} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
-50%[km ⁻¹]	114,06	115,28	278,33
s[km ⁻¹]	31,28	39,02	145,56
v[%]	27,42	33,84	52,30
95%IS [km ⁻¹]	<87,91;140,21>	<85,28;145,27>	<166,44;390,22>
am=175 ktex ^{2,9} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
-50%[km ⁻¹]	236,94	105,83	68,75
s[km ⁻¹]	56,43	32,26	18,54
v[%]	23,82	30,48	26,98
95%IS [km ⁻¹]	<193,57;280,32>	<81,04;130,63>	<39,25;98,25>
am=180 ktex ^{2,9} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
-50%[km ⁻¹]	217,14	91,67	100,83
s[km ⁻¹]	67,65	18,50	3,76
v[%]	31,16	20,18	3,73
95%IS [km ⁻¹]	<154,58;279,70>	<77,45;105,89>	<96,88;104,78>

Tabulka 2.6: Statisticky zpracované výsledky počtu slabých míst



Obrázek 2.12: Vliv zákrutového koeficientu na počet slabých míst (-50%)

Diskuze

Pro příze o jemnosti 100 tex jsou na obrázku 2.12 patrné překrývající se 95% intervaly spolehlivosti středních hodnot pro $am = 160, 165, 175$ a $180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$, znázorňující statisticky nevýznamný rozdíl středních hodnot počtu slabých míst. Střední hodnota počtu slabých míst v přízi pro $am = 170 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ vzhledem k nepřekrývajícímu se 95%IS s ostatními intervaly spolehlivosti středních hodnot počtu slabých míst, vykazuje statisticky významný rozdíl. Trend středních hodnot pro jemnost 100 tex má kolísavou tendenci.

Pro příze o jemnosti 125 tex se 95% intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají pro hodnoty $am = 165 - 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$, dále pak pro střední hodnoty $am = 170 - 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Na těchto úsecích lze uvažovat o statisticky nevýznamném rozdílu. Střední hodnota pro $am = 160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ nabývá nejvyšší hodnoty počtu slabých míst a to téměř 200 km^{-1} . Opět vlivem velkého rozpětí 95% intervalů spolehlivosti dochází k překrytí 95% IS středních hodnot pro $am = 160$ a $165 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Střední hodnoty počtu slabých míst (-50%) km^{-1} vykazují klesající trend.

Pro jemnost 150 tex se 95% intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají pro hodnoty $am = 160$ a $165 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$, dále pak pro $am = 175$ a $180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. 95% IS střední hodnoty počtu slabých míst v přízi pro $am = 170 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ nedosahuje na 95% IS ostatních středních hodnot počtu slabých míst pro příze dané jemnosti, proto se jedná o statisticky významný rozdíl středních hodnot. Avšak rozpětí všech 95% IS středních hodnot počtu slabých míst přízí o jemnosti 150 tex je široké.

U přízí o jemnosti 100 tex se změnou zákrutového koeficientu dochází k mírnému kolísání středních hodnot počtu slabých míst. To může být způsobeno variabilitou délky vláken a výskytem nerozštěpených svazků elementárních vláken. U přízí s nižší jemností se variabilita materiálu více projevuje.

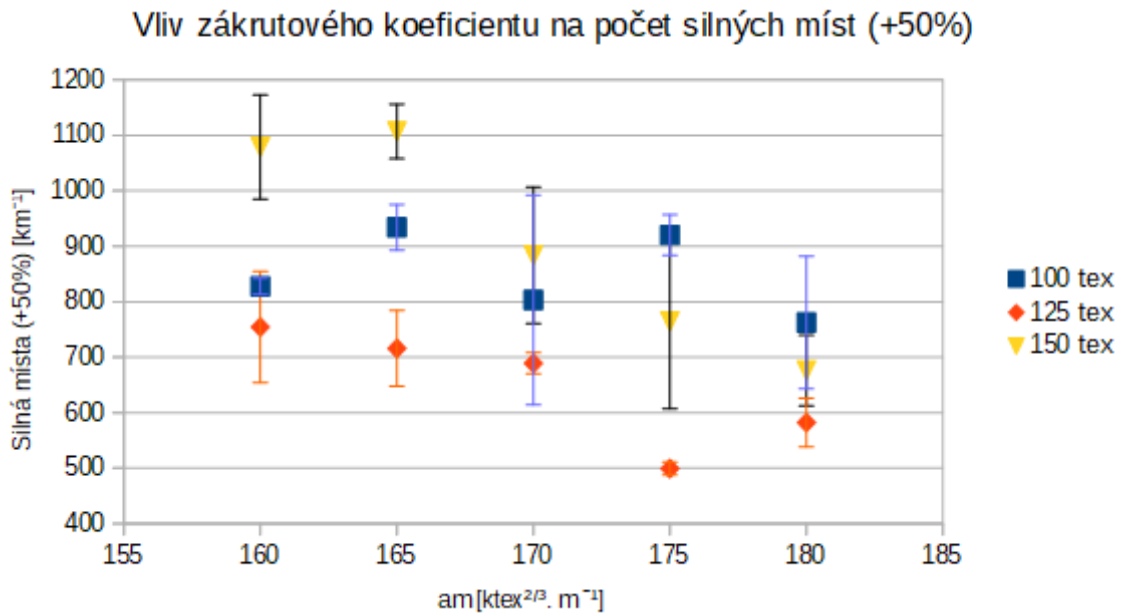
Klesající trendy středních hodnot pro jemnosti 125 a 150 tex jsou pravděpodobně znázorněním vlivu cyklického družení, které má stejný vliv jako u hmotné nestejnoměrnosti. Se zvyšujícím se Phrixovým zákrutovým koeficientem dochází k vyšší míře cyklického družení, které přispívá k vyšší míře ojednocení nerozštěpených elementárních vláken.

2.5.2 Počet silných míst

Výstupem z testovacího přístroje Uster Tester 4-SX jsou hodnoty počtu silných míst, která jsou silnější o 50% nežli průměr příze odpovídající dané jemnosti.

am=160 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
+50%[km ⁻¹]	827,86	754,44	1079,13
s[km ⁻¹]	15,77	130,1	112,33
v[%]	1,90	17,23	10,41
95%IS[km ⁻¹]	<813,26;842,45>	<654,44;854,45>	<985,22;1173,03>
am=165 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
+50%[km ⁻¹]	934,17	715,94	1107,13
s[km ⁻¹]	39,26	81,82	58,61
v[%]	4,20	11,43	5,29
95%IS[km ⁻¹]	<892,96;975,37>	<647,53;784,34>	<1058,17;1156,12>
am=170 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
+50%[km ⁻¹]	803,21	689,17	883,78
s[km ⁻¹]	204,78	17,93	159,98
v[%]	25,50	2,60	18,10
95%IS[km ⁻¹]	<613,82;992,60>	<670,34;707,99>	<760,81;1006,75>
am=175 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
+50%[km ⁻¹]	920,12	499,20	764,72
s[km ⁻¹]	34,94	12,64	205,11
v[%]	3,80	2,53	26,82
95%IS[km ⁻¹]	<883,75;957,09>	<487,59;510,98>	<607,06;922,38>
am=180 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
+50%[km ⁻¹]	762,50	582,19	676,11
s[km ⁻¹]	142,82	52,77	82,69
v[%]	18,73	9,06	12,23
95%IS[km ⁻¹]	<643,10;881,90>	<538,07;628,30>	<612,55;739,67>

Tabulka 2.7: Statisticky zpracovaná data počtu silných míst v přízi (+50%)



Obrázek 2.13: Vliv zákrutového koeficientu na počet silných míst v přízi

Diskuze

Z grafického znázornění na obrázku 2.13 je patrné, že střední hodnoty počtu silných míst mají podobné trendy jako střední hodnoty počtu slabých míst v přízi.

Pro jemnost 100 tex se 95% intervaly spolehlivosti středních hodnot počtu silných míst překrývají pro $am = 165, 170$ a $175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$, díky těmto výsledkům uvažujeme o statisticky nevýznamném rozdílu pro střední hodnoty počtu silných míst v přízi. Široký 95% interval spolehlivosti pro $am = 170 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ je způsoben vysokou variabilitou dat. Z tohoto důvodu by bylo třeba provést více měření. Střední hodnoty počtu silných míst pro jemnost 100 tex vykazují jako u středních hodnot počtu slabých míst pro stejnou jemnost kolísavý trend.

Pro příze o jemnosti 125 tex se 95%IS překrývají pouze pro hodnoty $am = 160 - 170 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Z toho vyplývá statisticky nevýznamný rozdíl, avšak z technologického hlediska se jedná o nevýznamný rozdíl. Důvodem je velký rozsah horních a spodních mezí 95% intervalu spolehlivosti. Tyto hodnoty jsou důsledkem vysoké variability vlákenného materiálu a zakrucováním vláken proudem vzduchu. Statisticky významný rozdíl je patrný pro střední hodnoty počtu silných míst odpovídajících $am = 175$ a $180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Pro střední hodnoty pro $am = 160-175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ je patrný klesající trend.

Pro střední hodnoty počtu silných míst pro příze o jemnosti 150 tex je patrný klesající trend odpovídající $am = 165 - 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Intervaly spolehlivosti středních hodnot počtu silných míst pro $am = 160$ a $165 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$, dále pro $am = 170$ a $175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ a pro $am = 175$ a $180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Díky tomu je mezi nepřekrývajícími se 95% IS patrný statisticky významný rozdíl.

Střední hodnoty počtu silných míst a střední hodnoty počtu slabých míst v přízi

vykazují podobné trendy pro dané jemnosti. Je to způsobeno tím, že charakter materiálu a následný proces zpracování má naprosto totožný vliv na obě tyto testované vlastnosti. Míra zpracování předkládaného materiálu pomocí vyčesávacího válce má stejný účinek pro obě tyto zkoumané vlastnosti. Jak již bylo vysvětleno v kapitole 2.4, pokud je dodán přízi vyšší zákrut, musí být snížena rychlost odváděcího válce (odvádění příze) (vztah 1.4) a tím dojde i k vyšší míře propracování vlákenného materiálu vyčesávacím válcem. Proto střední hodnoty počtu slabých a silných míst pro jemnosti 125 a 150 tex se zvyšujícím se Phrixovým zákrutovým koeficientem vykazují klesající trendy.

Kolísavý trend středních hodnot pro jemnost 100 tex souvisí s nerozštěpenými vlákny. U přízi o nižších jemnostech se silnější místa projeví více nežli u přízi hrubších, tedy o vyšších hodnotách tex.

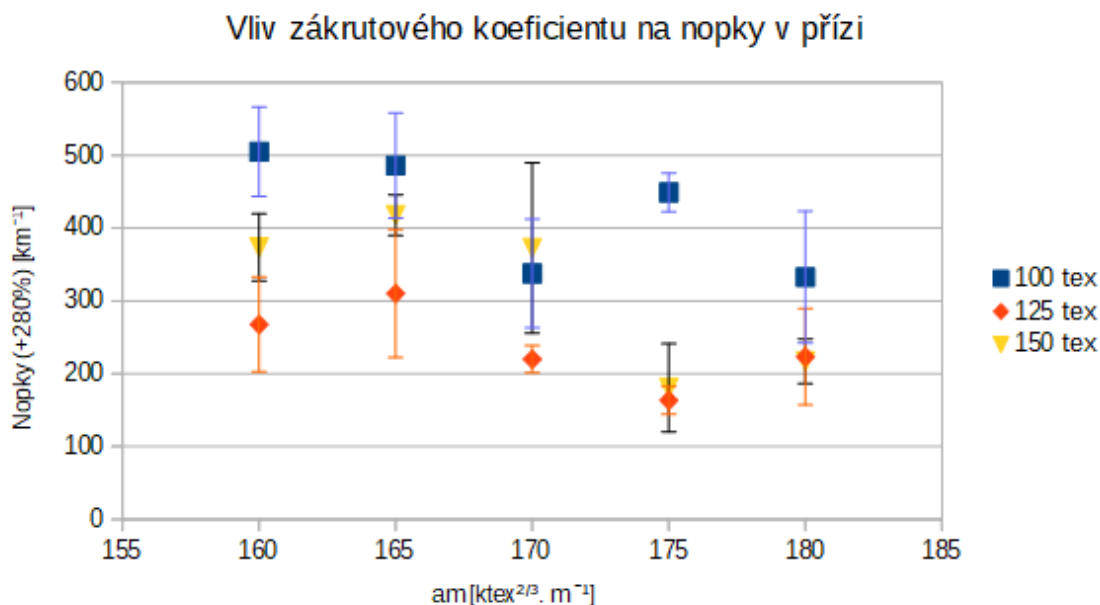
Z porovnání středních hodnot počtu slabých a silných míst je patrné, že střední hodnoty slabých míst se pohybují přibližně v rozmezí 30 - 600 km^{-1} a střední hodnoty silných míst se pohybují přibližně v rozmezí 500-1200 km^{-1} . To vypovídá o tom, že výskyt silných míst (+50%) na km^{-1} je několikanásobně vyšší nežli výskyt slabých míst (-50%) na km^{-1} . Tento jev je pravděpodobně následkem vlastností předkládané vlákenné suroviny. Stále jsou v přízi neojdenocená elementární vlákna, která se stále štěpí. Dále jsou tam zbytky pazdeří a uvolňujících se krátkých vláken. Tyto faktory mají za následek výskyt silných míst oproti slabým místům.

2.5.3 Počet nopků

Výstupem z testovacího přístroje Uster Tester 4-SX jsou hodnoty počtu nopků. Počet nopků na kontrolní hranici +280% je sledován pouze u rotorových přízí.

am=160 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
+280%[km ⁻¹]	505,00	267,78	373,75
s[km ⁻¹]	80,24	84,66	44,10
v[%]	15,89	31,62	11,80
95%IS[km ⁻¹]	<443,31;566,68>	<202,70;332,86>	<327,48;420,02>
am=165 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
+280%[km ⁻¹]	486,11	310,28	417,81
s[km ⁻¹]	93,78	114,46	33,50
v[%]	19,29	36,89	8,02
95%IS[km ⁻¹]	<414,03;558,19>	<222,30;398,26>	<389,81;445,82>
am=170 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
+280%[km ⁻¹]	337,81	220,00	372,78
s[km ⁻¹]	89,47	22,28	152,15
v[%]	26,49	10,13	40,81
95%IS[km ⁻¹]	<263,02;412,61>	<201,37;238,63>	<255,83;489,73>
am=175 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
+280%[km ⁻¹]	449,17	163,44	180,83
s[km ⁻¹]	25,08	23,03	57,68
v[%]	5,58	14,09	31,90
95%IS[km ⁻¹]	<422,84;475,49>	<144,19;182,69>	<120,30;241,36>
am=180 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
+280%[km ⁻¹]	332,81	223,33	217,22
s[km ⁻¹]	108,16	86,06	39,85
v[%]	32,5	38,53	18,35
95%IS[km ⁻¹]	<242,39;423,24>	<157,18;289,48>	<186,59;247,86>

Tabulka 2.8: Statistické zpracování výsledků počtu nopků (+280%)



Obrázek 2.14: Vliv zákrutového koeficientu na počet nopků v přízi

Diskuze

Pro příze o jemnosti 100 tex se 95% intervaly spolehlivosti středních hodnot počtu nopků překrývají pro hodnoty $am = 160, 165$ a $175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Opět střední hodnoty počtu nopků vykazují kolísavý trend. Vysoká variabilita dat je znázorněna širokými 95% intervaly spolehlivosti. Rozdíly mezi středními hodnotami lze ze statistického hlediska považovat za statisticky nevýznamné.

Pro příze o jemnosti 125 tex se 95% IS překrývají pro hodnoty $am = 160, 165, 170$ a $180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. To vypovídá o statisticky nevýznamném rozdílu. Pouze střední hodnota pro $am = 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ má 95% interval spolehlivosti překrývající se s intervalem spolehlivosti odpovídající $am = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Od střední hodnoty odpovídající $am = 160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ je zaznamenán rostoucí trend do střední hodnoty pro $am = 165 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$, poté střední hodnoty vykazují klesající trend do střední hodnoty pro $am = 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Střední hodnota odpovídající $am = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ je větší než střední hodnota pro $am = 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Jedná se tedy kolísavý trend.

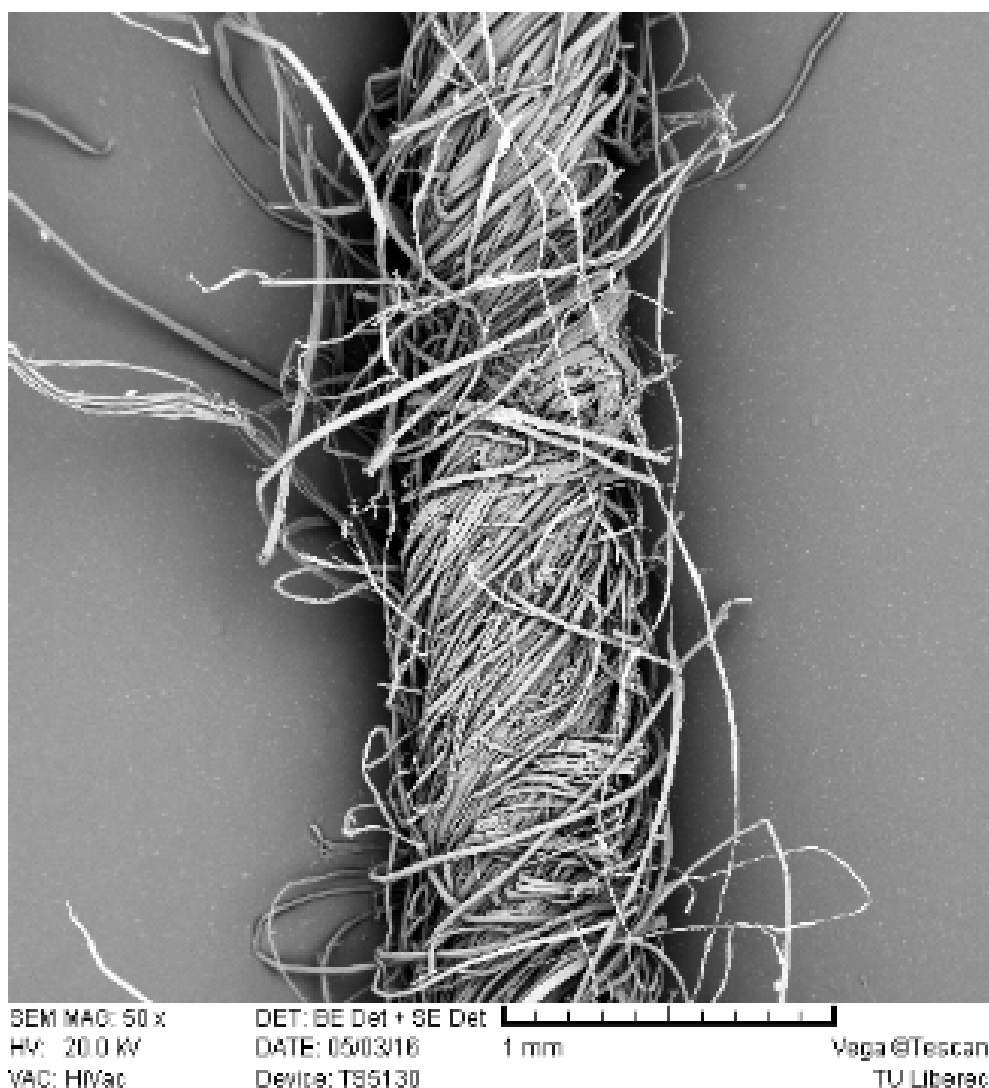
Pro příze o jemnosti 150 tex se 95% IS překrývají pro hodnoty $am = 160 - 170 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$, dále pak pro $am = 175$ a $180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Statisticky významný rozdíl je patrný pro hodnoty odpovídající $am = 170$ a $175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$, kde došlo ke skokovému poklesu. Trend středních hodnot odpovídající jemnostem přízí 150 tex kopíruje trend středních hodnot pro jemnost 125 tex.

Dle tabulky 2.8 je patrné, že rozmezí 95% intervalů spolehlivosti, kde se nachází všechny střední hodnoty počtu nopků (+280%) je přibližně $150 - 600 \text{ km}^{-1}$. Z čehož vyplývá, že rozmezí hodnot je podobné jako rozmezí počtu slabých míst (-50%) km^{-1} . Naměřené hodnoty počtu nopků nejsou tak vysoké, jako hodnoty počtu silných míst, ale vzhledem k tomu, že se jedná o rušivou vadu lze předpokládat, že

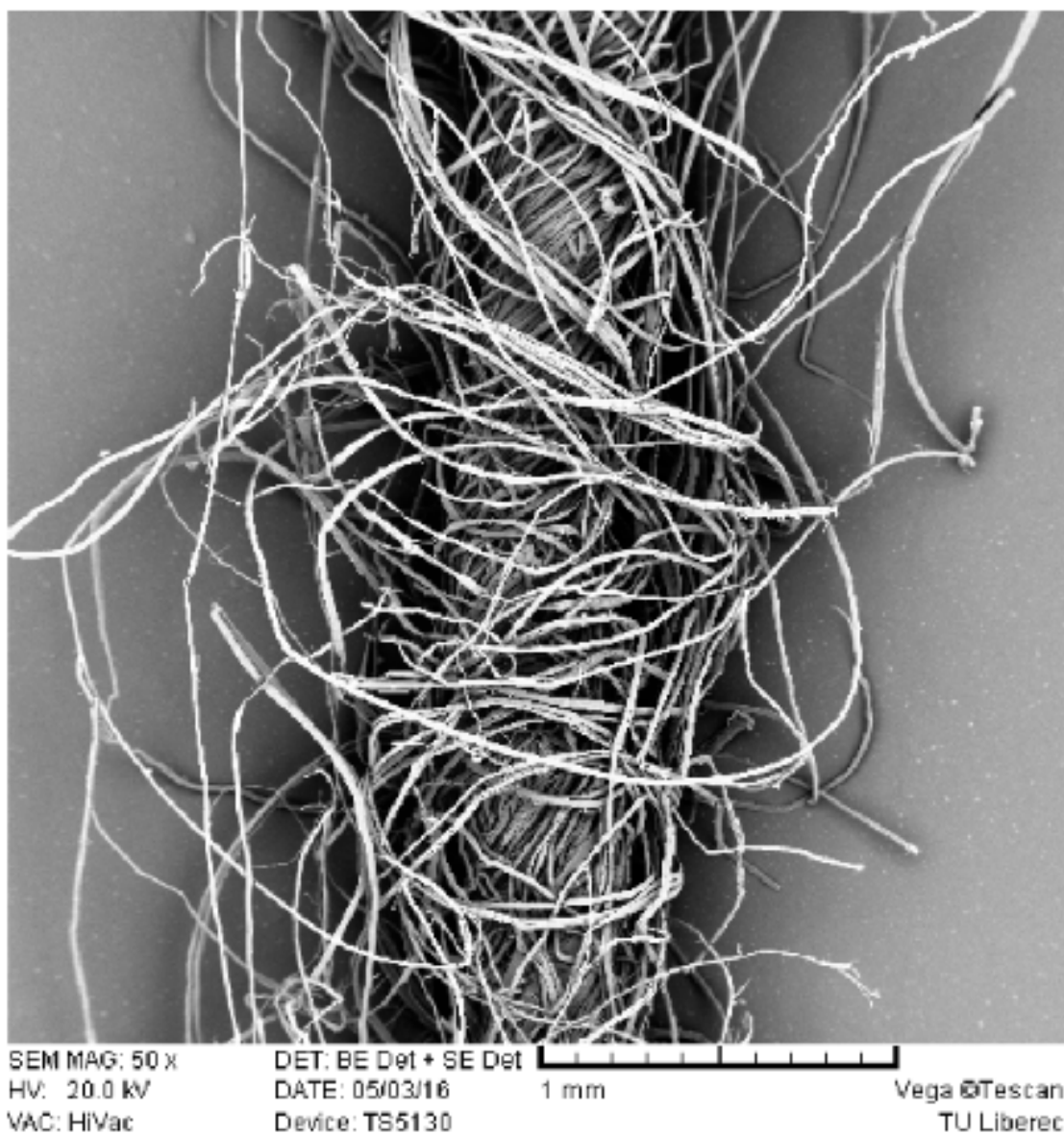
to má estetický i zpracovatelský dopad na dané příze. Avšak vzhledem k použitému materiálu nejsou výsledné hodnoty překvapivé.

2.6 Chlupatost

Chlupatost byla měřena dvěma testovacími přístroji. První testování chlupatosti bylo provedeno na přístroji Uster Tester 4-SX (ukázka protokolu - příloha B). Měření probíhalo současně s měřením hmotné nestejnomyšnosti a měřením počtu vad v přízi. Podmínky a průběh testování jsou uvedeny v kapitole 2.4. Druhé testování chlupatosti bylo provedeno na přístroji Zweigle G567 (ukázka protokolu - příloha D). Na přístroji Zweigle bylo provedeno 5 měření z každé cívky o určité jemnosti a daném zákrutovém koeficientu. Délka proměřené příze odpovídala 100 m, rychlost testu činila $50 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.



Obrázek 2.15: Podélný pohled na strukturu příze o $T = 150 \text{ tex}$ a $a_m = 160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$



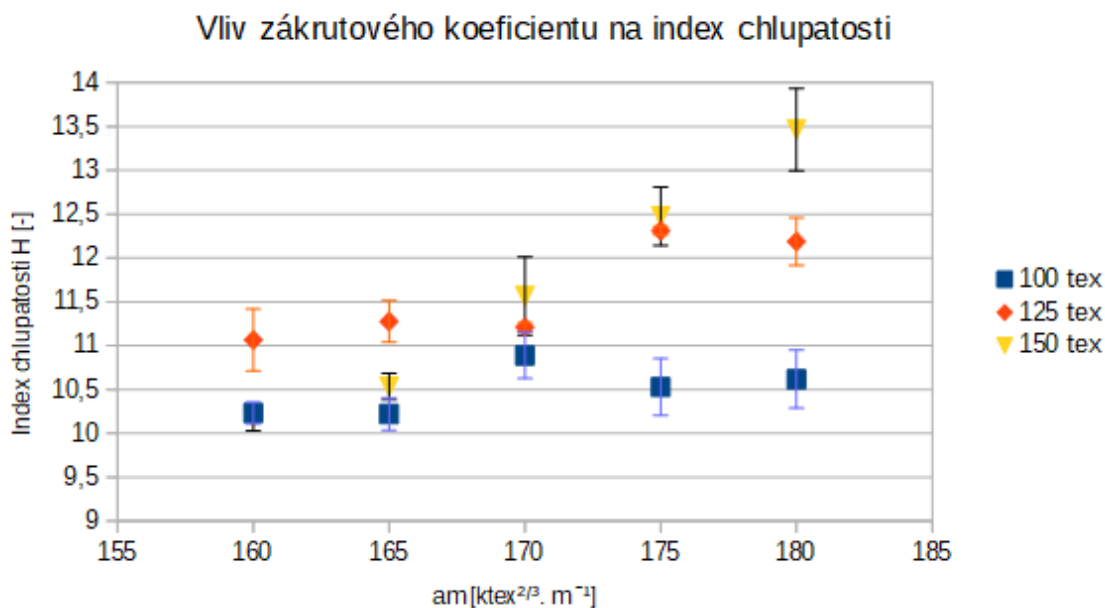
Obrázek 2.16: Podélný pohled na strukturu příze o $T = 150 \text{ tex}$ a $a_m = 180 k \text{ tex}^{2/3} \cdot m^{-1}$

2.6.1 Chlupatost - Uster Tester 4- SX

Hodnota poskytnutá měřícím přístrojem Uster Tester 4-SX je index chlupatosti (H [-]). Jedná se o sumární délku všech odstávajících vláken [cm] na 1 cm délky příze. Statisticky zpracované hodnoty jsou graficky znázorněny na obrázku 2.17.

am=160 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100tex	T = 125 tex	T = 150 tex
H[-]	10,23	11,06	10,18
s[-]	1,16	0,46	0,14
v[%]	11,34	4,16	1,38
95%IS[-]	<10,11;10,35>	<10,71;11,41>	<10,03;10,32>
am=165 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100tex	T = 125 tex	T = 150 tex
H[-]	10,22	11,28	10,53
s[-]	0,24	0,26	0,14
v[%]	2,35	2,30	1,33
95%IS[-]	<10,04;10,40>	<11,04;11,51>	<10,38;10,68>
am=170 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100tex	T = 125 tex	T = 150 tex
H[-]	10,89	11,21	11,57
s[-]	0,34	0,05	0,58
v[%]	3,12	0,45	5,01
95%IS[-]	<10,63;11,15>	<11,16;11,26>	<11,12;12,01>
am=175 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100tex	T = 125 tex	T = 150 tex
H[-]	10,52	12,31	12,47
s[-]	0,42	0,06	0,43
v[%]	3,99	0,49	3,45
95%IS[-]	<10,20;10,85>	<12,26;12,36>	<12,14;12,81>
am=180 ktex ^{2,8} .m ⁻¹	T = 100tex	T = 125 tex	T = 150 tex
H[-]	10,61	12,19	13,47
s[-]	0,43	0,35	0,61
v[%]	4,05	2,87	4,53
95%IS[-]	<10,29;10,95>	<11,92;12,46>	<13,00;13,93>

Tabulka 2.9: Statisticky zpracované výsledky indexu chlupatosti - Uster Tester



Obrázek 2.17: Vliv zákrutového koeficientu na index chlupatosti

Diskuze

Pro příze o jemnosti 100 tex se 95% intervaly spolehlivosti středních hodnot indexu chlupatosti překrývají pro hodnoty $am = 160, 165, 175$ a $180 \text{ k tex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Toto chování středních hodnot má statisticky nevýznamné rozdíly. Pouze střední hodnota indexu chlupatosti náležící $am = 170 \text{ k tex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ vykazuje statisticky významný rozdíl. Střední hodnoty indexu chlupatosti pro jemnost 100 tex se nachází v rozmezí hodnot 10,22 - 10,89. V grafickém znázornění jsou střední hodnoty téměř neměnné. Pro příze o jemnosti 125 tex se 95%IS překrývají pro $am = 160, 165$ a $170 \text{ k tex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Od hodnoty $am = 175 \text{ k tex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ dochází k nárůstu středních hodnot indexu chlupatosti. Mezi střední hodnotou pro $am = 170$ a $175 \text{ k tex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ je vzhledem k nepřekrývajícím se 95%IS zaznamenán statisticky významný rozdíl. Dále pak dochází opět k překrytí 95% intervalů spolehlivosti středních hodnot indexu chlupatosti pro $am = 175$ a $180 \text{ k tex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Trend středních hodnot indexu chlupatosti pro jemnost 125 tex se jeví jako mírně rostoucí.

Pro příze o jemnosti 150 tex je patrný rostoucí trend středních hodnot chlupatosti se zvyšujícím se Phrixovým zákrutovým koeficientem. Lépe než z grafického znázornění je patrné z numerických hodnot v tabulce 2.9, že 95% IS středních hodnot indexu chlupatosti se nepřekrývají pro žádnou střední hodnotu indexu chlupatosti. Jedná se tedy o statisticky významné rozdíly.

Dle předpokladů (viz kapitola 1.6) lze předpokládat, že se zvyšující se jemností budou hodnoty chlupatosti vyšší, díky většímu počtu odstávajících konců vláken.

Dále dle předpokladů (kapitola 1.6) by se vzrůstajícím zákrutovým koeficientem mělo docházet k semknutější struktuře příze a tedy i k přimknutí vláken na povrchu příze.

Pro příze o nejnižší jemnosti jsou střední hodnoty indexu chlupatosti téměř neměnné

a z toho vyplývající zanedbatelný vliv změny zákrutu.

Pro příze o jemnosti 125 tex mají rostoucí tendenci střední hodnoty indexu chlupatosti pro $a_m = 170 - 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$.

Všechny střední hodnoty indexu chlupatosti pro příze o jemnosti 150 tex vykazují rostoucí trend, který uvedený předpoklad nepotvrzuje, ba naopak ho vyvrací.

Výsledky dokumentují snímky 2.15 a 2.16, na kterých je patrné, že příze o jemnosti 150 tex a $a_m = 160 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ zobrazuje méně odstávajících vláken nežli příze o stejné jemnosti a $a_m = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$.

Vzrůstající trend středních hodnot pro jemnost 150 tex je možné vysvětlit operací vyčesávání (podkapitola 1.3.4 Rotorové dopřádání). Vyčesávacímu válci je vlivem výroby přízí o vysoké jemnosti, dodáváno větší množství materiálu a tím je pravděpodobně zanesen jeho povlak. To zapříčiní nedostatečné dodatečné ojednocení všech vláken. Tyto svazky elementárních vláken, jak je můžeme vidět na obrázku 2.16, způsobují vzhledem ke své nepoddajnosti a tedy odporu proti zakroucení, značnou chlupatost.

Vzhledem k zvětšování průměru příze u vyšších jemností může docházet k zanášení odtahových cest nečistotami.

2.6.2 Chlupatost - Zweigle G567

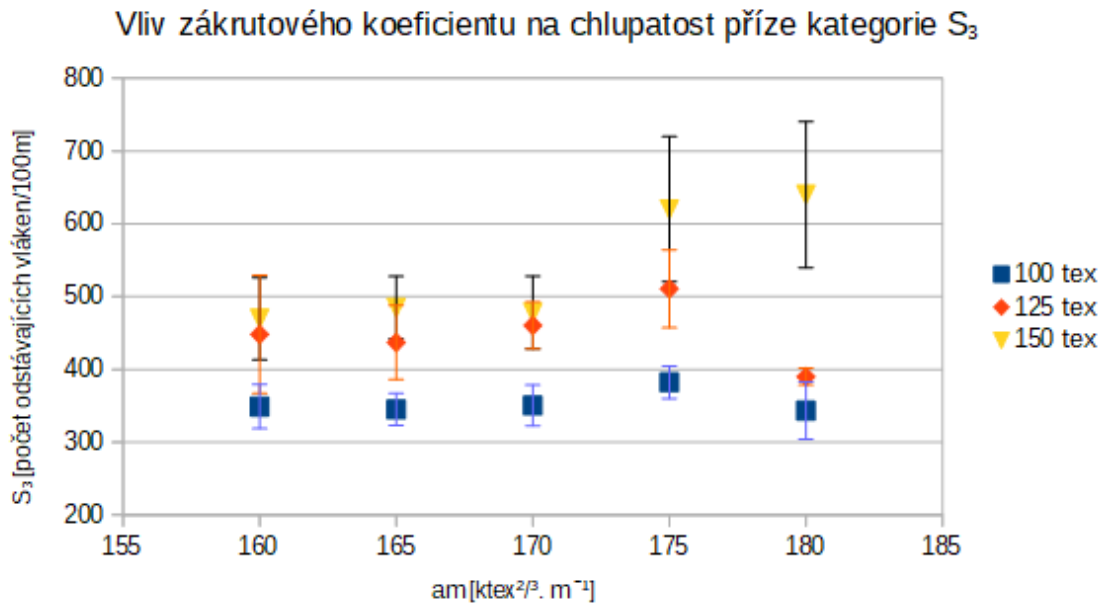
Výstupem z měřicího přístroje Zweigle je protokol, ve kterém jsou uvedeny počty odstávajících vláken v určitých délkových kategoriích. V této práci byla sledována chlupatost v součtových kategoriích S_{12} a S_3 . S_{12} je součtové kritérium, které udává celkovou sumu počtu všech odstávajících vláken o délce 1 nebo 2 mm vztažený na 100 m příze. Součtové kritérium S_3 udává celkovou sumu počtu všech odstávajících vláken od těla příze přesahující délku 3 mm vztažený na 100 m příze.

Chlupatost - S_3

Jedná se o tzv. řídkou chlupatost, která je nežádoucí u příze a výsledné plošné textilie. Má za následek zhoršení vzhledu.

$am=160 \text{ ktex}^{2,3} \cdot \text{m}^{-1}$	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
$S_3[n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}]$	349,07	448,20	469,7
$s[n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}]$	54,72	113,63	78,99
$v[\%]$	15,68	25,35	16,82
95%IS [$n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}$]	<318,76;379,37>	<366,91;529,49>	<413,19;526,21>
$am=165 \text{ ktex}^{2,3} \cdot \text{m}^{-1}$	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
$S_3 [n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}]$	345,13	437,00	484,90
$s[n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}]$	39,92	75,47	60,12
$v[\%]$	11,57	17,27	12,40
95%IS [$n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}$]	<323,03;367,24>	<386,30;487,7>	<441,90;527,90>
$am=170 \text{ ktex}^{2,3} \cdot \text{m}^{-1}$	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
$S_3 [n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}]$	350,53	460,46	478,00
$s[n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}]$	50,73	53,58	69,93
$v[\%]$	14,47	11,64	14,63
95%IS [$n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}$]	<322,44;378,63>	<428,08;492,84>	<427,97;528,03>
$am=175 \text{ ktex}^{2,3} \cdot \text{m}^{-1}$	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
$S_3 [n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}]$	382,38	510,75	620,06
$s[n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}]$	26,68	84,33	180,04
$v[\%]$	6,98	16,51	29,04
95%IS [$n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}$]	<360,07;404,68>	<457,17;564,33>	<520,36;719,77>
$am=180 \text{ ktex}^{2,3} \cdot \text{m}^{-1}$	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
$S_3 [n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}]$	343,33	390,00	640,00
$s[n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}]$	70,91	16,07	80,64
$v[\%]$	20,65	4,12	12,6
95%IS [$n_{\text{abs.vl}}/100\text{m}$]	<304,07;382,60>	<378,80;401,50>	<539,87;740,13>

Tabulka 2.10: Statistické zpracování výsledků měření chlupatosti S_3 - Zweigle



Obrázek 2.18: Vliv zákrutového koeficientu na řídkou chlupatost

Diskuze

95% intervaly spolehlivosti středních hodnot chlupatosti pro příze o jemnosti 100 tex se ve všech případech překrývají. Střední hodnoty nevykazují statisticky významné rozdíly a jsou téměř neměnné.

Pro příze o jemnosti 125 tex se 95% IS středních hodnot chlupatosti překrývají pro $am = 160 - 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$. Interval spolehlivosti střední hodnoty S_3 pro $am = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$ se překrývá s 95% intervaly spolehlivosti středních hodnot S_3 pro Phrixovy zákrutové koeficienty odpovídající hodnotám 160 a 165 $ktex^{2/3} \cdot m^{-1}$. Díky těmto výsledkům lze předpokládat, že z technologického hlediska se nejedná o významný rozdíl díky změně rostoucího Phrixova koeficientu.

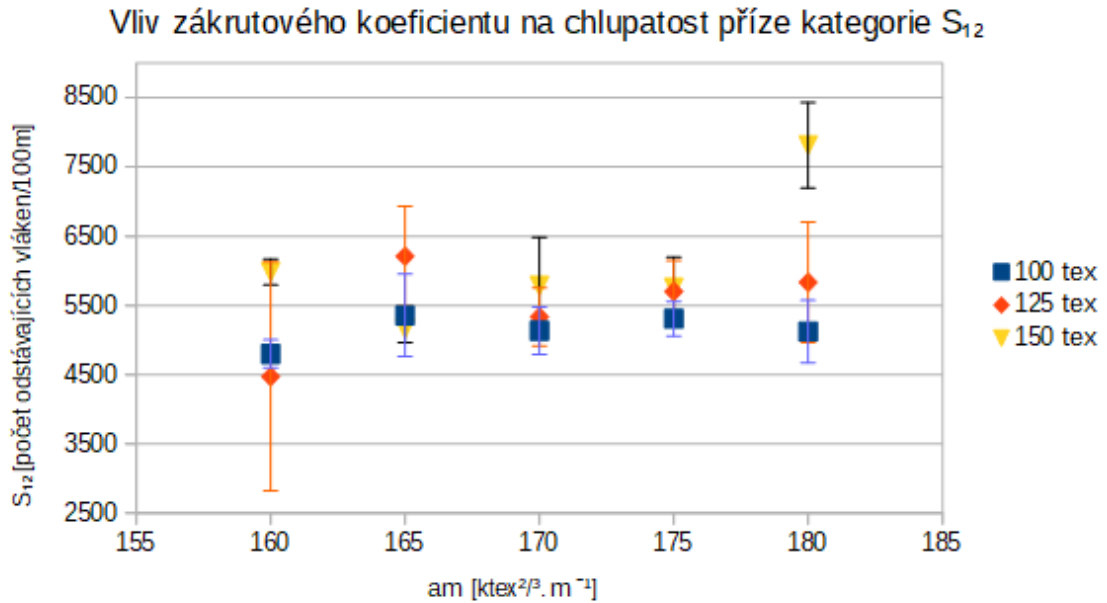
Pro příze o jemnosti 150 tex se 95% IS překrývají pro hodnoty $am = 160 - 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$. Střední hodnota chlupatosti odpovídající $am = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$ se překrývá 95% IS střední hodnoty S_3 odpovídající $am = 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$. Vzhledem k širokému 95% IS lze uvažovat o nevýznamném rozdílu z technologického hlediska, jelikož rozdíl je v řádech jednotek v porovnání se středními hodnotami pohybujícími se v řádech stovek. Trend středních hodnot S_3 pro jemnost 150 tex vykazuje rostoucí tendenci jako u Indexu chlupatosti.

Chlupatost - S_{12}

Jedná se o tzv. hustou chlupatost, která je často vítána u finálních plošných textilií. Tato chlupatost zajišťuje příjemný omak a teplý efekt. Zvyšuje komfort dané textilie.

am=160 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100tex	T = 125 tex	T = 150 tex
$S_{12}[n_{\text{odšvl}}/100\text{m}]$	4798,43	4471,25	5983,40
$s[n_{\text{odšvl}}/100\text{m}]$	350,09	2603,87	263,19
v[%]	7,30	58,24	4,40
95%IS[n _{odšvl} /100m]	<4596,29;5000,56>	<2816,83;6125,67>	<5795,12;6171,68>
am=165 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
$S_{12}[n_{\text{odšvl}}/100\text{m}]$	5355,00	6210,18	5160,67
$s[n_{\text{odšvl}}/100\text{m}]$	1076,73	1071,49	254,64
v[%]	20,11	17,25	4,93
95%IS[n _{odšvl} /100m]	<4759,52;5952,07>	<5490,34;6930,02>	<4964,93;5356,40>
am=170 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
$S_{12}[n_{\text{odšvl}}/100\text{m}]$	5133,87	5334,08	5782,20
$s[n_{\text{odšvl}}/100\text{m}]$	622,78	693,37	981,55
v[%]	12,13	13,00	16,98
95%IS[n _{odšvl} /100m]	<4788,98;5478,75>	<4915,08;5753,08>	<5080,04;6484,36>
am=175 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
$S_{12}[n_{\text{odšvl}}/100\text{m}]$	5307,00	5700,54	5753,60
$s[n_{\text{odšvl}}/100\text{m}]$	349,47	737,02	799,40
v[%]	6,59	12,93	13,90
95%IS[n _{odšvl} /100m]	<5057,01;5556,99>	<5255,16;6145,91>	<5310,91;6196,29>
am=180 ktex ^{2,3} .m ⁻¹	T = 100 tex	T = 125 tex	T = 150 tex
$S_{12}[n_{\text{odšvl}}/100\text{m}]$	5122,27	5833,00	7813,60
$s[n_{\text{odšvl}}/100\text{m}]$	815,84	1437,91	497,38
v[%]	15,93	24,65	6,37
95%IS[n _{odšvl} /100m]	<4670,47;5574,07>	<4964,08;6701,92>	<7196,02;8431,18>

Tabulka 2.11: Statistické zpracování výsledků měření chlupatosti S_{12} - Zweigle



Obrázek 2.19: Vliv zvyšujícího se zákrutového koeficientu na chlupatost příze S_{12}

Diskuze

Střední hodnoty husté chlupatosti pro jemnosti 100 a 125 tex vykazují statisticky nevýznamné rozdíly, jelikož se 95% IS středních hodnot v obou případech překrývají. Na obrázku 2.19 jsou zobrazeny střední hodnoty chlupatosti S_{12} pro příze o jemnosti 100 tex, které nabývají hodnot od 4798,43 - 5355. Rozdíl rozdíl těchto středních hodnot se rovná 556,57 odstávajících vláken/100 m. Tato hodnota je vzhledem k středním hodnotám chlupatosti S_{12} zanedbatelná. Trend pro střední hodnoty chlupatosti S_{12} pro jemnost 125 tex má kolísavý charakter.

95% intervaly spolehlivosti středních hodnot pro příze o jemnostech 150 tex se překrývají pro $am = 160 - 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Statisticky významný rozdíl vykazuje střední hodnota chlupatosti pro $am = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$, jelikož se její 95% IS nepřekrývá s žádným 95% IS. Došlo zde ke skokovému růstu střední hodnoty.

Neuspořádaná struktura příze je způsobena dopřádáním s volným koncem. Dojde tak k náhodnému uspořádání vláken ojednocených a neojednocených na povrchu nebo v jádru příze. To má vliv na výslednou přízi. Kolísavé trendy středních hodnot chlupatosti

Chlupatost - srovnání trendů Uster tester a Zweigle

Nelze navzájem porovnávat hodnoty z obou testovacích aparatur. Chlupatost je vyjádřena z obou aparatur jinými veličinami.

Je možné porovnat průběh trendů středních hodnot chlupatosti pro každou jemnost zvlášť. Vzhledem k obrázkům 2.17 a 2.18 mají podobné trendy všechny střední hodnoty Indexu chlupatosti a S3.

Pro jemnost 100 tex jsou trendy středních hodnot pro všechny principy měření chlupatosti téměř neměnné. Jejich 95% intervaly spolehlivosti jsou vzhledem k ostatním jemnostem úzké.

Pro jemnost 125 tex jsou střední hodnoty Indexu chlupatosti a S3 se téměř nemění pro $am = 160 - 170 \text{ ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$. Poté dochází k nárůstu střední hodnoty odpovídající $am = 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$. Pro střední hodnoty pro $am = 180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$ je viditelný pokles (viz. obr. 2.17 a 2.18).

Pro příze o jemnosti 150 tex dochází k nárůstu středních hodnot pro všechny principy měření odpovídající $am = 175$ a $180 \text{ ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$. Pro jemnost 150 tex jsou střední hodnoty s nejširšími 95% intervaly spolehlivosti.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zaměřit se na problematiku vlivu Phrixova zákrutového koeficientu na pevnost, tažnost, hmotnou nestejnomyěrnost, vady v přízi a chlupatost 100% lněné příze. Uvedené vlastnosti jsou definované v rešeršní části a zároveň je popsán i jejich postup testování.

Testované vzorky přízí byly vyrobeny v podniku VÚB a. s. Ústí nad Orlicí. Porovnány byly 3 skupiny přízí s jemnostmi 100, 125 a 150 tex. Každá tato skupina obsahovala příze s 5 Phrixovými zákrutovými koeficienty.

Experimentální část této práce je zaměřená na testování a hodnocení jednotlivých vlastností testovaných rotorových přízí. Pomocí programu QC Expert byly naměřené hodnoty statisticky zpracovány. Zpracované výsledky byly vyhodnoceny a porovnány s předpoklady z hlediska změny jemnosti a zákrutového koeficientu.

Jako primární parametr přízí byla ověřována jemnost. Střední hodnoty naměřené jemnosti vykazovaly odchylku od jmenovité jemnosti udané výrobcem. Tato odchylka je však z technologického hlediska zanedbatelná. Rozdíl mezi naměřenými a jmenovitými jemnostmi byl nejspíše způsoben uvolňováním vlákněného odpadu. Dále to mohlo být způsobeno převodovými možnostmi stroje. Dalším faktorem ovlivňující naměřené hodnoty jemnosti mohl být zanesený povlak vyčesávacího válce, což mohlo způsobit špatné ojednocení vláken při vstupu do rotoru.

Jednou z testovaných vlastností byla pevnost příze. Naměřené hodnoty napětí při přetrhu byly přepočítány na poměrnou pevnost příze. Dále byl sledován vliv změny Phrixova zákrutového koeficientu an poměrnou pevnost. Poměrná pevnost rostla u přízí o jemnostech 125 a 150 tex pro hodnoty Phrixova zákrutového koeficientu 160 - 175 $ktex^{2/3}.m^{-1}$. Rostoucí trendy těchto středních hodnot vykazují potvrzení uvedených předpokladů, avšak ze statistického a technologického hlediska se to nejeví, jako významné, jelikož 95% intervaly spolehlivosti se ve většině případů překrývají. U středních hodnot poměrné pevnosti pro jemnosti 125 a 150 tex a $a_m = 180 ktex^{2/3}.m^{-1}$ došlo k poklesu. Kolísavé střední hodnoty pevnosti pro jemnost 100 tex mohou být způsobené vadami v přízi, větším počtem nerozštěpených elementárních vláken a výskytem prachu. Předpoklady uvedené v rešeršní části nelze jednoznačně potvrdit. K přesnějším výsledkům by bylo třeba více měření a větší rozsah zákrutových koeficientů.

S pevností byla testována také tažnost přízí. Rostoucí trendy středních hodnot tažnosti jsou opět pro stejné hodnoty jemnosti i zákrutvého koeficientu, tedy pro 125 a 150 tex o $\Delta m = 160 - 175 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$. Předpoklady ze statistického hlediska nelze jednoznačně potvrdit. Dalším faktorem ovlivňující tažnost příže je samotný materiál. Nejednocená elementární vlákna mohou vykazovat odpor proti prodloužení. Kolísavé střední hodnoty pro jemnost 100 tex jsou nejspíše způsobené nízkým počtem vláken v průřezu a náchylností na projev nerozštěpených svazků elementárních vláken, která vykazují odpor proti prodloužení.

Další sledovanou vlastností je hmotná nestejnomylnost. Dle předpokladů by se změnou zákrutvého koeficientu nemělo docházet k změně hmotné nestejnomylnosti. Vzhledem k velkému rozsahu 95% intervalů spolehlivosti by byl tento předpoklad potvrzen, avšak trendy středních hodnot hmotné nestejnomylnosti pro jemnosti 125 a 150 tex vykazují pokles se vzrůstajícím zákrutovým koeficientem. Přesto, že z technologického hlediska se jedná o nevýznamný jev, je tento průběh středních hodnot nejspíše důsledkem cyklického druzení. Cyklické druzení snižuje hmotnou nestejnomylnost se zvyšujícím se zákrutem (zákrutovým koeficientem) díky vyšší míře ojednocení vláken a zbavení nečistot vlivem snížení rychlosti podávacího válce. Dojde tak vyšší míře propracování vlákenného materiálu vyčesávacím válcem. Kolísání hodnot nestejnomylnosti pro jemnost 100 tex může být způsobeno nerozštěpenými vlákny, nečistotami a hmotnou nestejnomylností předkládaného pramene.

Současně s hmotnou nestejnomylností byl měřen počet slabých míst na kontrolní hranici -50%, silných míst sledovaných na kontrolní hranici +50 a počet nopků sledovaných na kontrolní hranici +280%. Pro jemnost 100 tex mají střední hodnoty kolísavý průběh. Pro jemnosti 125 tex a 150 tex s rostoucím zákrutovým koeficientem střední hodnoty vykazují klesající trend. Z technologického hlediska se nejedná o významné rozdíly a nelze tedy uvažovat o potvrzení předpokladů, avšak opět je pravděpodobné, že je zde vliv cyklického druzení. Dojde k lepšímu propracování materiálu a tedy k lepšímu ojednocení vláken a to ovlivňuje míru výskytu slabých a silných míst. Vzhledem k použitému materiálu je častější výskyt silných míst nežli slabých. Opět to ovlivňuje shluky nerozštěpených elementárních vláken. Počet nopků je řádově nižší nežli počet silných míst. Jedná se však o rušivou vadu a lze předpokládat, že to bude mít estetický i zpracovatelský vliv na dané příže.

Poslední sledovanou vlastností je chlupatost příže. Daná vlastnost byla testována dvěma měřícími přístroji - Uster Tester 4-SX a Zweigle Hairiness tester.

Na přístroji Uster Tester byl měřen Index chlupatosti H, který vyjadřuje sumu délek všech odstávajících vláken od těla příže v cm vztažené na 1 cm délky příže.

Pro jemnost 100 tex jsou střední hodnoty indexu chlupatosti vzhledem ke změně zákrutvého koeficientu téměř nezměněny. S rostoucím Phrixovým zákrutovým koeficientem dochází k růstu středních hodnot indexu chlupatosti pro jemnost 150 tex. Což vyvrací uvedený předpoklad v rešeršní části, který udává, že s rostoucím zákrutovým koeficientem bude klesat chlupatost příže vlivem vyšší míry přikroucení vláken k tělu příže. Opět je zde vliv shluků nejednocených vláken, které jsou

pravděpodobně u vyšších jemností přízí častější a tedy zde dochází k většímu odporu těchto skupinek vláken proti zakroucení.

Na přístroji Zweigle Hairiness byla testována chlupatost ve dvou kategoriích - S3 a S12. Kategorie S3 zahrnuje odstávající vlákna od těla příze o délce 3 mm a delší. Kategorie S12 obsahuje vlákna odstávající od těla příze o délce 1-2 mm.

Trendy středních hodnot kategorie S3 se podobají trendům středních hodnot Indexu chlupatosti i přesto, že se jedná o odlišné testovací metody a tedy i výstupní veličiny. Pro kategorii S12 mají střední hodnoty kolísavý charakter. Nelze uvést, že výsledné hodnoty potvrzují uvedené předpoklady.

Závěrem je nutné uvést, že střední hodnoty testovaných vlastností pro příze o jemnosti 100 tex a zákrutovém koeficientu $170 \text{ ktex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}$ vykazovala, ve většině případů, vzhledem k nepřekrývajícím se 95%IS s ostatními 95%IS středních hodnot vlastností pro příze o stejné jemnosti ale jiném Phrixově zákrutovém koeficientu statisticky významné rozdíly. Pokud se jedná o cívku se závadnou testovanou přízí, zásadně to ovlivnilo výsledné závěry.

Dále v průběhu testování docházelo k rozdílným naměřeným hodnotám mezi jednotlivými cívkami o stejných jmenovitých vstupních parametrech, což je nejspíše způsobené charakterem materiálu.

Dále lze říci, že vliv Phrixova zákrutového koeficientu se u testovaných přízí příliš neprojevil. Nejvíce se změny projevíly u poměrné pevnosti, kde trendy středních hodnot vykazovaly systematický nárůst se zvyšujícím se zákrutovým koeficientem. Pokud by byly k dispozici příze s větším rozpětím zákrutových koeficientů, dalo by se předpokládat, že by byly zaznamenány výraznější změny.

Dále lze předpokládat, že trendy středních hodnot hmotné nestejnomyěrnosti vykazují vliv cyklického družení, který vyvrací původní vyřčený předpoklad.

Vysoká variabilita dat a vysoké naměřené střední hodnoty hmotné nestejnomyěrnosti, počtu vad v přízi a chlupatosti jsou důkazem velice specifického materiálu. Pomocí snímků z elektronového mikroskopu lze uvést, že se v přízích vyskytuje velké množství neojednocených elementárních vláken. Takto k sobě spojená elementární vlákna se chovají jako tlusté vlákno a to má vliv na testování jednotlivých vlastností.

Velké množství neojednocených vláken ovlivňují již samotný proces zpracovávání daného materiálu. Díky velkému množství nečistot dochází k častějšímu zanášení povlaků a odtahových cest. Důkazem jsou ověřené jemnosti testovaných přízí, které vykazují vysokou variabilitu středních hodnot.

Pro získání přesnějších hodnot daných vlastností by bylo třeba provést větší počet měření.

Literatura

- [1] MOJŽÍŠ, Bohumír. *Len, jeho historie, pěstování, zpracování a užití*. Brno, závod 3, Český Těšín: SNTL- nakladatelství technické literatury, Praha, ve Středisku interních publikací, 1988.
- [2] URSÍNY, Petr. *Předení I a II*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2001. ISBN 80-7083-481-1.
- [3] NECKÁŘ, Bohuslav. *Příze : tvorba, struktura, vlastnosti*. Praha: SNTL, 1990.
- [4] POLOŠČUKOVÁ, Lucie. *Vlastnosti lnářských rotorových přízí*. Liberec, 2015. Bakalářská. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Ing. Eva Moučková, Ph. D.
- [5] VYŠANSKÁ, Monika. *Úvod do mechaniky textilií*. Technická univerzita v Liberci.
- [6] JIRÁSKOVÁ, Petra. *Speciální výroby délkových textilií: Sprádkání lýkových vláken - Len*. Technická univerzita v Liberci, 2005.
- [7] MELOUN, Milan a Jiří MILITKÝ. *Statistické zpracování experimentálních dat*. Praha: Plus, 1994.
- [8] KRUPINCOVÁ, Gabriela. *Chlupatost přízí*. Liberec, 2012 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/document/556>
- [9] MOUČKOVÁ, Eva. *Předení*. FT TUL, 2011.
- [10] *Blended Rotor-Spun Yarns with a High Proportion of Flax*. IBRES & TEXTILES in Eastern Europe [online]. Łódź, Poland, 2006, , 4 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: http://www.fibtex.lodz.pl/59_21_80.pdf
- [11] *Interval spolehlivosti*. In: Wikisofia [online]. 2013 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: https://wikisofia.cz/wiki/Interval_spolehlivosti

- [12] *Zákrut příže*. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1krut_p%C5%99%C3%ADze
- [13] ČSN EN ISO 2062 (80 0700) *Textilie. Nitě na návinech - Zjišťování pevnosti a tažnosti jednot. nití při přetrhu*
Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007.
- [14] ČSN 80 0061 *Klimatizování textilních surovin, polotovarů a výrobků*.
Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007.
- [15] ČSN-EN-ISO- 2060 (80 0702) *Textilie - Nitě na návinech - Zjišťování jemnosti (délkové hmotnosti) pásmovou metodou*.
Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007.

Seznam obrázků

1.1	Podélné pohledy na technická vlákna s kolénky, vrcholy technických vláken a příčné řezy elementárních vláken [1]	15
1.2	Příčný řez přízi ($T = 100\text{tex}$ a $am = 160\text{ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$)	15
1.3	Technologické schéma výroby lněné rotorové příze	17
1.4	Schéma průchodu vláken spřádací jednotkou (A) a tvorba příze v rotoru(B) [9]	21
1.5	Podélný pohled - rotorová příze	24
1.6	Uspořádání vláken ve směru šroubovice [3]	26
1.7	Zákruty Z a S [12]	27
1.8	Tahová křivka [5]	29
1.9	Spektrogram	30
1.10	Grafické znázornění střední lineární nestejnomyšnosti [2]	31
1.11	Kritický zákrut	35
1.12	Vliv zákrutového koeficientu na relativní pevnost [5]	36
1.13	Krabicový graf	38
2.1	Podélný pohled na přízi o $T = 100\text{ tex}$ a $am = 160\text{ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$	42
2.2	Podélný pohled na přízi o $T = 100\text{ tex}$ a $am = 180\text{ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$	43
2.3	Podélný pohled na přízi o $T = 150\text{ tex}$ a $am = 160\text{ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$	43
2.4	Podélný pohled na přízi o $T = 150\text{ tex}$ a $am = 180\text{ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$	44
2.5	Detailní podélný pohled na strukturu příze o $T = 150\text{ tex}$ a $am = 160\text{ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$	44
2.6	Detailní podélný pohled na strukturu příze, $T = 100\text{ tex}$ a $am = 160\text{ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$	45
2.7	Příčný řez přízi o $T = 100\text{ tex}$ a $am = 160\text{ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$	46
2.8	Příčný řez přízi o $T = 150\text{ tex}$ a $am = 160\text{ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$	46
2.9	Vliv zákrutového koeficientu na střední hodnoty poměrné pevnosti	50
2.10	Vliv zákrutového koeficientu na střední hodnoty tažnosti	53
2.11	Vliv zákrutového koeficientu na hmotnou nestejnomyšnost	56
2.12	Vliv zákrutového koeficientu na počet slabých míst (-50%)	60
2.13	Vliv zákrutového koeficientu na počet silných míst v přízi	63
2.14	Vliv zákrutového koeficientu na počet nopků v přízi	66
2.15	Podélný pohled na strukturu příze o $T = 150\text{ tex}$ a $am = 160\text{ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$	68
2.16	Podélný pohled na strukturu příze o $T = 150\text{ tex}$ a $am = 180\text{ktex}^{2/3} \cdot m^{-1}$	69
2.17	Vliv zákrutového koeficientu na index chlupatosti	71

2.18	Vliv zákrutového koeficientu na řídkou chlupatost	74
2.19	Vliv zvyšujícího se zákrutového koeficientu na chlupatost příze S_{12} . . .	76

Seznam tabulek

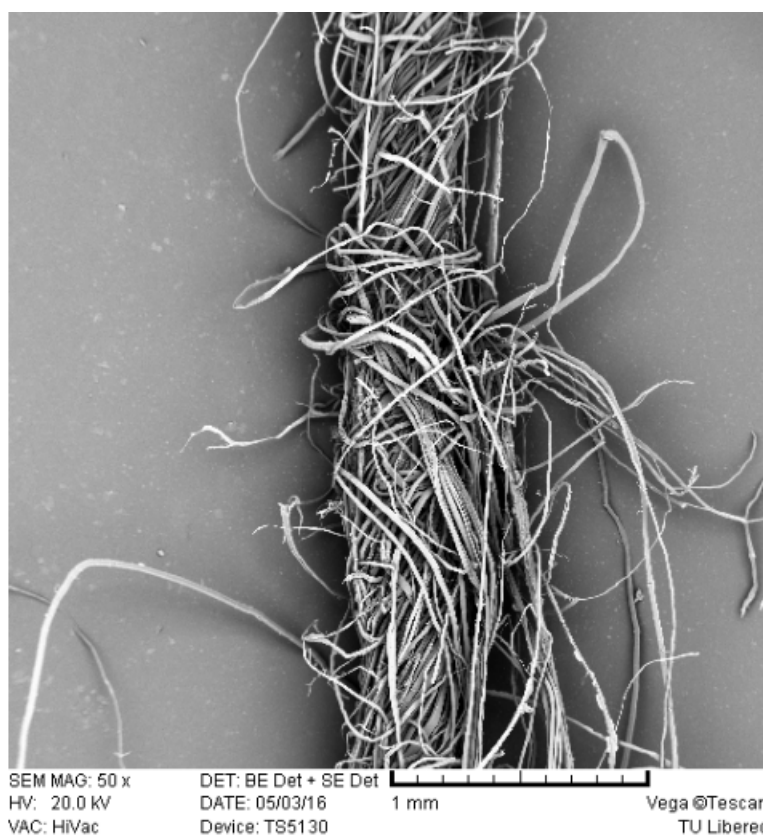
2.1	Přepočet zákrutových koeficientů na zákruty	41
2.2	Statisticky zpracované výsledky jemnosti	47
2.3	Statisticky zpracované výsledky poměrné pevnosti	49
2.4	Statisticky zpracované výsledky tažnosti	52
2.5	Statisticky zpracovaná data hmotné nestejnoměrnosti	55
2.6	Statisticky zpracované výsledky počtu slabých míst	59
2.7	Statisticky zpracovaná data počtu silných míst v přízi (+50%)	62
2.8	Statistické zpracování výsledků počtu nopků (+280%)	65
2.9	Statisticky zpracované výsledky indexu chlupatosti - Uster Tester . . .	70
2.10	Statistické zpracování výsledků měření chlupatosti S_3 - Zweigle	73
2.11	Statistické zpracování výsledků měření chlupatosti S_{12} - Zweigle	75

Seznam příloh

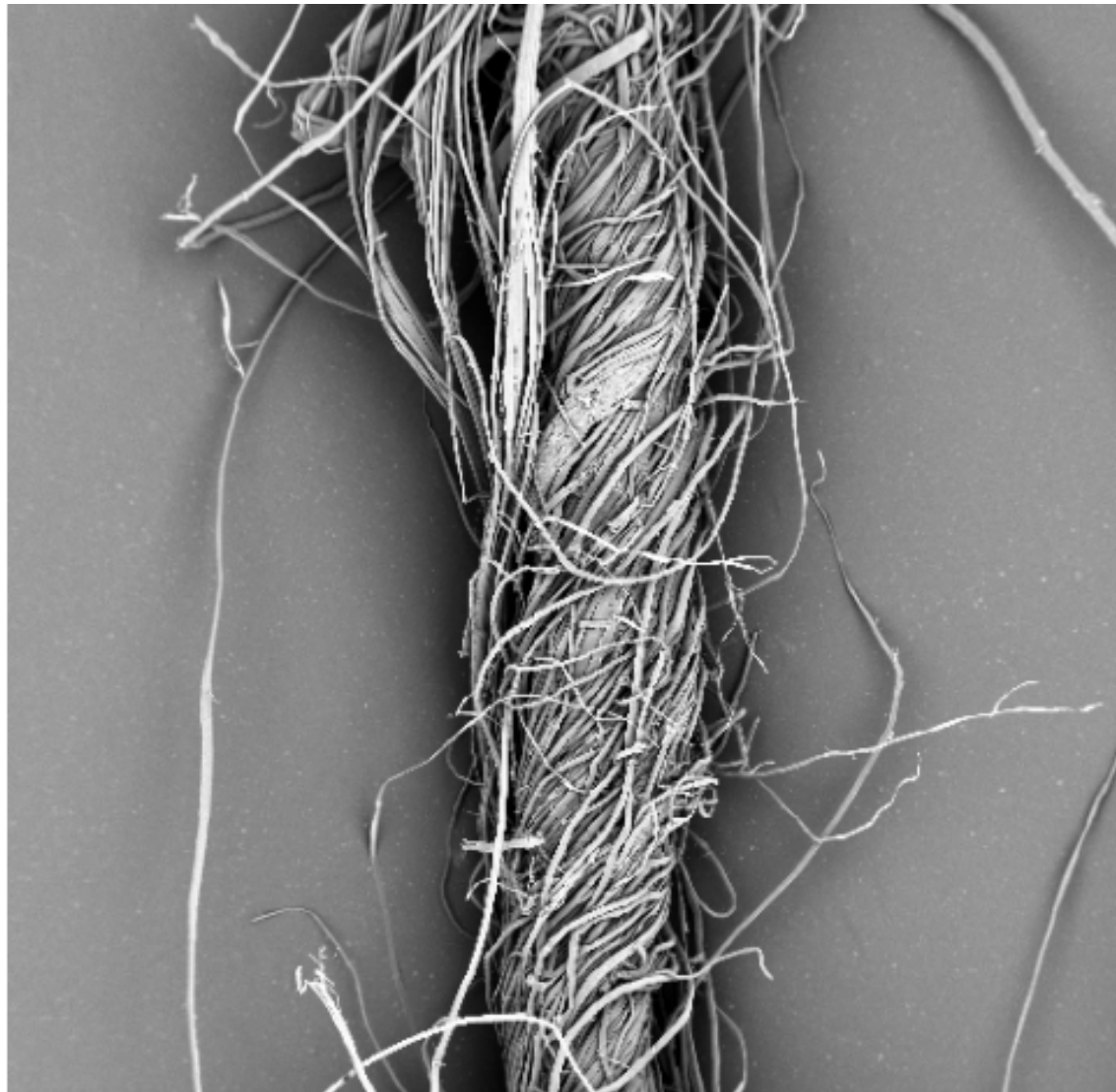
1	A Podélné pohledy a příčné řezy lněných přízí	85
2	B Výstupní protokol z přístroje Uster Tester	89
3	C Výstupní protokol z přístroje Instron	90
4	D Výstupní protokol z přístroje Zweigle	92

Přílohy

A Podélné pohledy a příčné řezy lněných přízí



Podélný pohled - příze ($T=100 \text{ tex}$, $am=160[k\text{tex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}]$)



SEM MAG: 50 x
HV: 20.0 kV
VAC: HiVac

DET: BE Det + SE Det
DATE: 05/03/16
Device: TS5130

1 mm

Vega ©Tescan
TU Liberec

Podélný pohled - příze ($T=150 \text{ tex}$, $am=180[k\text{tex}^{2/3} \cdot \text{m}^{-1}]$)



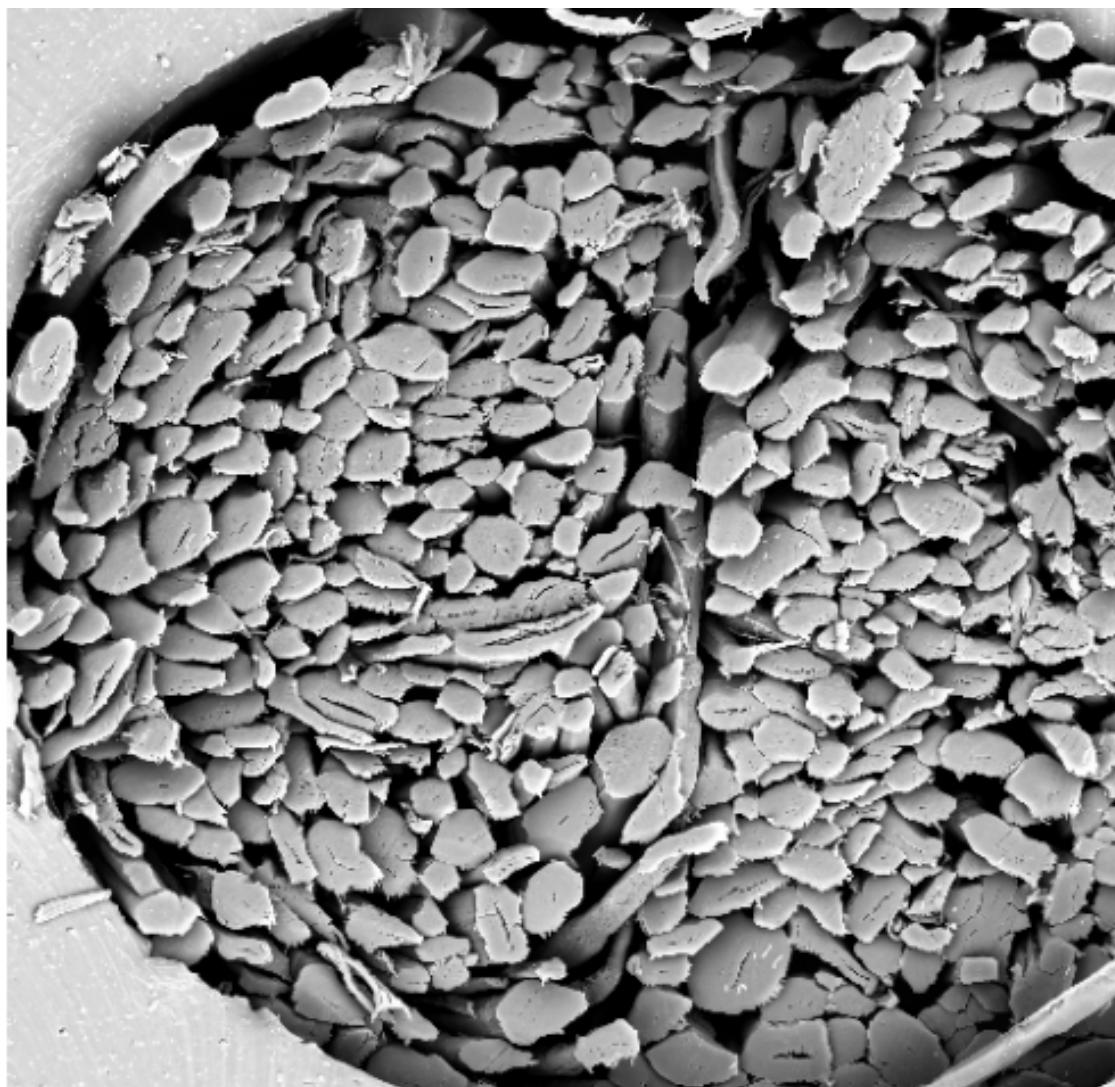
SEM MAG: 350 x
HV: 20.0 kV
VAC: HiVac

DET: BE Det + SE Det
DATE: 04/28/16
Device: TS5130

200 μ m

Vega ©Tescan
TU Liberec

Příčný řez - příze ($T=100$ tex, $am=160[ktex^{2/3}.m^{-1}]$)



SEM MAG: 350 x
HV: 20.0 kV
VAC: HiVac

DET: BE Det + SE Det
DATE: 05/03/16
Device: TS5130

200 um

Vega ©Tescan
TU Liberec

Příčný řez - příze ($T=100 \text{ tex}$, $am=160[k\text{tex}^{2/3}.m^{-1}]$)

B Výstupní protokol z přístroje Uster Tester

USTER TESTER 4 - SX R 1.8 Mon 02/15/16 11:38 Operator
Technická univerzita v Liberci Fakulta textilní Halkova 6, 461 17 Liberec

Page 1

Style 100%len Sample ID 42186 Nom. count 125 tex Nom. twist 160 T/m
Tests 9 / 1 v= 400 m/min t= 1 min Meas. slot 3 Short staple

Article Material class Yarn Mach. Nr.
Uster Statistics
Fiber
cívka 1-3, 4-6, 7-9

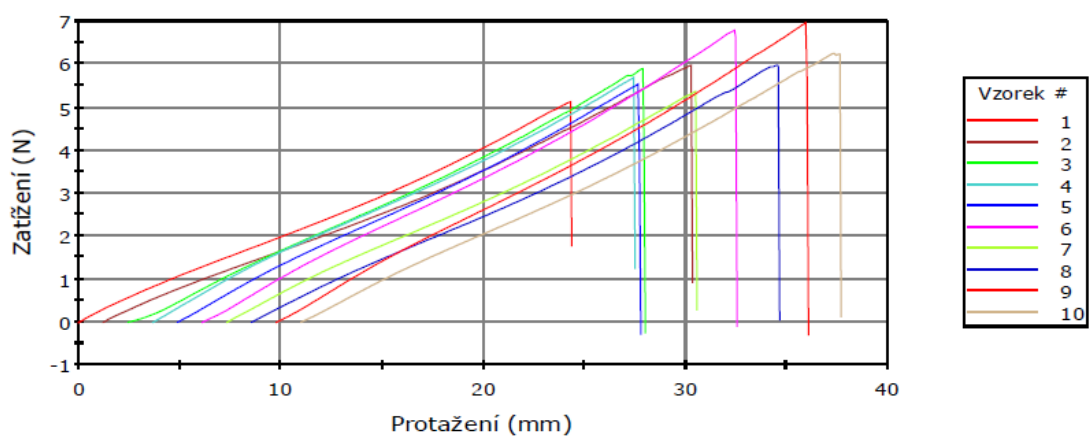
Nr	U%	U inert	U hi	CVm	CVm 1m	CVm 3m	CVm 10m	CVm 50m	CVm 100m	CVm inert	CVm hi	Thin -30%	Thin -40%
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	/km	/km
1	15.00	3.35	3.63	19.06	6.85	5.25	4.29			4.18	4.53	6365	1173
2	15.16	3.06	3.33	19.23	6.60	4.85	3.88			3.82	4.16	6760	1478
3	14.91	2.18	2.81	18.90	6.32	4.19	3.20			2.73	3.51	6505	1360
4	16.19	3.67	3.80	20.54	7.18	5.41	4.60			4.59	4.74	8250	2300
5	15.71	2.29	2.86	19.85	6.37	4.59	3.30			2.86	3.58	7650	1898
6	15.72	4.09	4.35	19.98	7.35	5.90	5.28			5.12	5.44	7245	1878
7	16.00	4.09	4.24	20.41	7.21	5.73	5.13			5.12	5.30	7870	2023
8	15.98	2.73	3.16	20.36	6.55	4.80	3.67			3.41	3.94	8203	2138
9	15.37	2.23	2.60	19.67	6.04	4.02	3.12			2.79	3.25	7695	1868
Mean	15.56	3.08	3.42	19.78	6.72	4.97	4.05			3.85	4.27	7394	1790
CV	3.0	25.0	18.4	3.1	6.8	13.1	20.2			25.0	18.4	9.6	20.9
Q95	0.36	0.59	0.48	0.47	0.35	0.50	0.63			0.74	0.60	546	288
Max	16.19	4.09	4.35	20.54	7.35	5.90	5.28			5.12	5.44	8250	2300
Min	14.91	2.18	2.60	18.90	6.04	4.02	3.12			2.73	3.25	6365	1173

Nr	Thin -50%	Thin -60%	Thick +35%	Thick +50%	Thick +70%	Thick +100%	Neps +140%	Neps +200%	Neps +280%	Neps +400%	H	sh	2DØ
	/km	/km	/km	/km	/km	/km	/km	/km	/km	/km			mm
1	80.0	0.0	2325	625.0	72.5	2.5	6415	1493	170.0	5.0	11.27	3.12	0.648
2	117.5	2.5	2343	630.0	87.5	2.5	6830	1665	245.0	5.0	11.61	3.25	0.666
3	92.5	2.5	2283	537.5	45.0	0.0	6613	1530	175.0	0.0	11.60	3.24	0.659
4	317.5	7.5	2773	765.0	115.0	2.5	8738	2210	277.5	5.0	10.48	2.94	0.623
5	195.0	2.5	2623	795.0	115.0	10.0	8135	2198	310.0	20.0	10.63	3.06	0.631
6	207.5	7.5	2533	795.0	95.0	5.0	7670	2005	267.5	10.0	10.38	3.05	0.628
7	232.5	5.0	2813	927.5	162.5	5.0	8673	2485	385.0	15.0	11.24	3.04	0.641
8	272.5	12.5	2878	885.0	150.0	15.0	9048	2638	432.5	22.5	11.13	3.07	0.637
9	162.5	5.0	2745	830.0	142.5	2.5	8145	2218	395.0	22.5	11.24	3.10	0.642
Mean	186.4	5.0	2590	754.4	109.4	5.0	7807	2049	295.3	11.7	11.06	3.10	0.642
CV	43.5	75.0	8.8	17.2	35.1	93.5	12.6	20.0	31.9	73.5	4.2	3.1	2.2
Q95	62.4	2.9	176	100.0	29.5	3.6	755	315	72.3	6.6	0.35	0.07	0.011
Max	317.5	12.5	2878	927.5	162.5	15.0	9048	2638	432.5	22.5	11.61	3.25	0.666
Min	80.0	0.0	2283	537.5	45.0	0.0	6415	1493	170.0	0.0	10.38	2.94	0.623

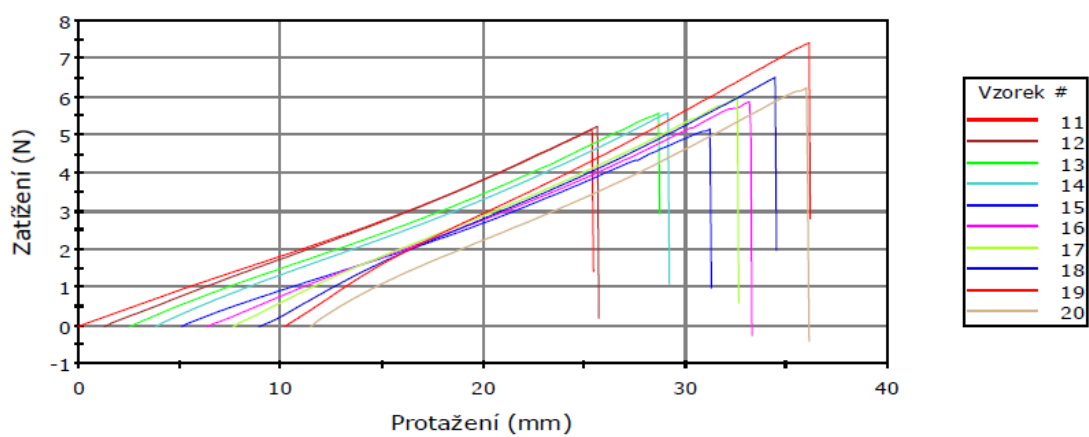
Výstupní protokol z přístroje Uster Tester - příze ($T=125 \text{ tex}$, $am=160 [ktex^{2/3} \cdot m^{-1}]$)

C Výstupní protokol z přístroje Instron

Vzorek 1 až 10



Vzorek 11 až 20



	Maximální Protažení (mm)	Max Sila (N)	Energiepři Maximál ní Tahové napětí (mJ)	Modul (Automatický Youngův modul pružnosti) (gf/tex)	Časpři Maximální Tahové napětí (sec)
15	26.17	5.15	64.32	117.028	19.600
16	26.90	5.87	75.81	127.407	20.100
17	24.97	5.99	73.93	131.328	18.700
18	25.57	6.51	82.21	144.567	19.150
19	25.97	7.41	97.86	178.167	19.450
20	24.64	6.23	77.14	138.792	18.400
21	24.11	5.03	58.70	122.980	18.050
22	25.70	5.22	64.20	119.640	19.250
23	26.37	5.46	67.42	124.532	19.700
24	24.10	4.79	53.30	124.961	17.800
25	26.44	6.61	84.29	146.199	19.800
26	24.24	5.97	71.14	141.624	18.100
27	23.70	6.05	71.29	139.026	17.750
28	27.03	5.02	62.14	118.191	20.250
29	27.64	6.01	78.57	129.116	20.650
30	26.70	5.83	75.00	125.676	19.900
31	27.50	6.12	79.26	139.676	20.550
32	27.18	6.09	81.06	129.082	20.300
33	24.24	5.95	71.17	141.972	18.150
34	24.10	6.31	75.60	156.134	18.000
35	26.10	6.77	86.57	146.787	19.550

Výstupní protokol z přístroje Instron - příze ($T=125 \text{ tex}$, $a_m=180[k\text{tex}^{2/3} \cdot m^{-1}]$)

D Výstupní protokol z přístroje Zweigle

CLUTEX - Klastř technické textilie

U Jezu 525/4

460 02 Liberec
Tšechoslovenská Republika



G 567

INDIVIDUAL RESULTS
2/23/2016 PAGE 1 (1)

DESIGN. : 125_2171251

DATE	2/17/2016	BOBBINS	3
TIME	12:51:19 PM	TESTS	5
MATERIAL	100%len	LENGTH	100 m
FINENESS	170	SPEED	50 m/min
PRETENSION	5 cN		

BOBBIN	TEST	1mm	2mm	3mm	4mm	6mm	8mm	10mm	12mm	15mm	S3
1	1	4984	704	212	139	55	20	13	30	14	483
1	2	4806	649	192	182	30	12	6	68	8	498
1	3	4793	651	201	132	50	46	43	11	24	507
1	4	5025	656	203	107	60	22	26	103	18	539
1	5	4583	640	151	137	122	31	25	16	20	502
2	1	24446	5386	1790	969	218	63	49	41	49	3179
2	2	24438	5309	1740	951	215	54	13	22	33	3028
2	3	24799	5573	1643	1032	220	50	23	46	9	3023
2	4	24627	5219	1544	968	215	41	12	32	19	2831
2	5	24528	5238	1586	920	156	39	25	27	8	2761
3	1	4529	663	152	116	63	17	42	10	16	416
3	2	3974	574	146	111	47	15	28	21	35	403
3	3	4067	565	176	120	58	17	7	24	5	407
3	4	3948	485	162	158	59	16	25	11	23	454
3	5	3782	534	200	105	37	21	11	23	19	416

OVERALL

MEAN	11155.27	2189.73	673.20	409.80	107.00	30.93	23.20	32.33	20.00	1296.47
MEAN/100m	11155.27	2189.73	673.20	409.80	107.00	30.93	23.20	32.33	20.00	1296.47
S	9824.26	2311.35	725.08	409.62	75.72	16.56	13.34	24.83	11.81	1224.74
CV%	88.07	105.55	107.71	99.96	70.77	53.53	57.51	76.78	59.04	94.47
MAX	24799.00	5573.00	1790.00	1032.00	220.00	63.00	49.00	103.00	49.00	3179.00
MIN	3782.00	485.00	146.00	105.00	30.00	12.00	6.00	10.00	5.00	403.00
F	15237.32	4398.76	940.41	1234.55	52.32	15.35	0.03	1.74	0.38	1079.85

Výstupní protokol z přístroje Zweigle - příze ($T=125 \text{ tex}$, $am=170[k\text{tex}^{2/3} \cdot m^{-1}]$)