



Analýza vlivu zákrutu na vybrané vlastnosti skané bělené příze

Diplomová práce

Studijní program: N3106 – Textilní inženýrství
Studijní obor: 3106T017 – Oděvní a textilní technologie
Autor práce: **Bc. Tereza Pocová**
Vedoucí práce: Ing. Eva Moučková, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Analysis of twist influence on selected properties of plied bleached yarn

Master thesis

Study programme: N3106 – Textile Engineering
Study branch: 3106T017 – Clothing and Textile Engineering
Author: **Bc. Tereza Pocová**
Supervisor: Ing. Eva Moučková, Ph.D.





Zadání diplomové práce

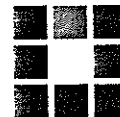
Analýza vlivu zákrutu na vybrané vlastnosti skané bělené příze

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza Pocová**
Osobní číslo: T17000022
Studijní program: N3106 Textilní inženýrství
Studijní obor: Oděvní a textilní technologie
Zadávací katedra: Katedra technologií a struktur
Akademický rok: **2017/2018**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši na téma vliv počtu zákrutů (resp. velikosti zákrutového koeficientu) na mechanicko-fyzikální a strukturální vlastnosti přízí. Zaměřte se na příze skané.
2. Vhodně vyberte nejdůležitější kvalitativní vlastnosti příze, které mohou být ovlivněny úrovní zákrutu skané příze.
3. Na souboru dvojmo skaných bělených přízí s různou úrovní zákrutu proveďte měření vámi vybraných vlastností příze.
4. Analyzujte vliv zákrutu na sledované vlastnosti skaných přízí.
5. Na vybraném souboru skaných přízí aplikujte geometrický model pro výpočet zákrutů v jednoduché přízi po skaní v závislosti na počtu zákrutů skané příze. Výsledky diskutujte.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická



Seznam odborné literatury:

- [1] MORTON, W. E., HEARLE, J.W.S. *Physical Properties of Textile Fibres*. Fourth edition. Cambridge: Woodhead Publishing, 2008. ISBN 1 870812 41 7.
- [2] NECKÁŘ, B. *Příze – tvorba, struktura, vlastnosti*. Praha: SNTL, 1990. ISBN 80-03-00213-3.
- [3] URSÍNY, P. *Stroje a technologie dopřádání II*. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1984.
- [4] SCHWABE, B. *Derhungen in textilen Faserbandern und Garnen*. Chemnitz: Cetex, 2009. ISBN 978-3-9812554-2-3.
- [5] Interní norma č. 42-102-01/01 *Vyhodnocení chlupatosti přízí*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Výzkumné centrum Textil, 2009.
- [6] Interní norma č. 32-102-01/01 *Příčné rozměry dvojmo skané příze a průměr jednoduché příze. Podélné pohledy*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Výzkumné centrum Textil, 2009.
- [7] DEMBICKÝ, J. *Zušlechťování textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. ISBN 978-80-7372-321-7.
- [8] SAVILLE, B. P. *Physical testing of textiles*. Boca Raton: Woodhead publishing, 1999.
- [9] Příslušné normy ČSN EN ISO.

Vedoucí práce: Ing. Eva Moučková, Ph.D.
Katedra technologií a struktur

Konzultanti práce: Ing. Iva Mertová
Katedra technologií a struktur

Ing. Petra Jirásková
Katedra technologií a struktur

Ing. Monika Vyšanská, Ph.D.
Katedra technologií a struktur

Datum zadání práce: 14. března 2018

Předpokládaný termín odevzdání: 18. dubna 2019


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

V Liberci 16. dubna 2018




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

Prohlášení

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

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

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

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

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

14. 4. 2019

Bc. Tereza Pocová

Analýza vlivu zákrutu na vybrané vlastnosti skané bělené příze

Anotace

Diplomová práce se prioritně zaměřuje na vliv počtu zákrutů na vybrané vlastnosti bělených bavlněných dvojmo skaných přízí. Výjimečností práce je odlišná konstrukce dvojmo skaných přízí s opačnými zákruty obou jednoduchých přízí v přízi skané a vysoký počet skacích zákrutů. Jelikož se jedná o bělené příze, je doplňující část práce věnována vlivu bělení na jednoduché příze.

Rešeršní část se zabývá charakteristikou použitého materiálu a základními vlastnostmi přízí, které jsou ovlivněny skáním a úrovní skacího zákrutu. Pozornost je věnována především pevnosti, tažnosti, chlupatosti a nestejnomyšnosti. Rovněž je prezentován geometrický model počtu zákrutů po skání v přízi jednoduché.

Experimentální část obsahuje výsledky měření, popis použité metodiky, výpočty a porovnání s předpoklady. (Zkoumané jednoduché příze slouží pro porovnání vlastností přízí před skáním a po skání.) Doplňující částí je analýza vlivu bělení na textilní bavlněnou přízi, kde jsou porovnávány příze bělené a rezné. Práce je zakončena závěrem shrnujícím dosažená poznání.

Analysis of twist influence on selected properties of twisted yarn

Annotation

Diploma thesis is focused primarily on the influence of the number of twists on selected properties of bleached cotton yarns. The thesis is unique in the different construction of two-ply yarns with opposite twists of both single yarns in double-ply yarn and a high number of twists. As these are bleached yarns, the supplementary part of the thesis is devoted to the effect of bleaching on single yarns.

The search section deals with the characteristics of used material and with the basic yarn properties, which are influenced by the twisting and the twist level. Attention is paid especially to the breaking strength and breaking elongation, hairiness and mass irregularity. A geometric model of twist number in single yarn after plying is also presented.

The experimental part contains the measurements themselves, a description of the used methodology, calculations and comparison of measurements with predicted results. (The examined single yarns are used as a means of comparison of yarn properties before and after plying.) A complementary part consists of an analysis of bleaching effect on cotton yarns, where the properties of bleached and gray yarns are compared. The thesis ends with a conclusion summarizing the achieved knowledge.

Klíčová slova - Keywords

Zákrut – Twist

Jemnost - Finesses

Jednoduchá příze - Single yarn

Skaná příze – Twisted yarn (two-ply yarn)

Seskání - Twist take-up

Mechanicko - fyzikální vlastnosti – Mechanical-physical properties

Úhel sklonu – Angle of inclination

Pevnost – Breaking strength

Tažnost – Breaking elongation

Chlupatost – Hairiness

Hmotová nestejnomyšnost – Mass irregularity

Bělení – Bleaching

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala své vedoucí diplomové práce Ing. Evě Moučkové, Ph.D., nejen za ochotu a trpělivost, ale také za čas strávený při konzultacích a cenné rady. Za materiál pro tuto práci vděčím internímu projektu SGS 21249: kompresní zdravotnická obinadla. Dále děkuji katedře textilních technologií v Liberci a hlavně vedoucí laboratoře, paní Šárce Řezníčkové, za její asistenci při měření, a Ing. Bc. Monice Vyšanské, Ph.D. za pomoc s obrazovou analýzou. Velký dík patří mé rodině a přátelům, kteří mě podporovali a motivovali během celého studia.

Obsah

Seznam symbolů a zkratek	7
Úvod	11
1 Rešeršní část.....	12
1.1 Skaní	13
1.2 Zákrut	14
1.2.1 Šroubovicový model	15
1.2.2 Seskání.....	16
1.2.3 Geometrický model pro stanovení počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní.....	18
1.3 Vliv skacího zákrutu na vybrané vlastnosti skaných přízí.....	23
1.3.1 Jemnost přízí	23
1.3.2 Průměr a zaplnění skané příze	24
1.3.3 Chlupatost	26
1.3.4 Hmotová nestejnomyěrnost	28
1.3.5 Pevnost a tažnost	29
1.4 Bavlna a její vlastnosti	32
1.4.1 Struktura a chemické složení.....	34
1.5 Bělení a jeho vliv na vlastnosti bavlněné příze.....	35
1.5.1 Vliv chemických činidel na bavlnu	36
1.6 Statistické zpracování naměřených dat	38
1.6.1 Aritmetický průměr \bar{x}	38
1.6.2 Směrodatná odchylka s	38
1.6.3 Variační koeficient v	39
1.6.4 Interval spolehlivosti IS střední hodnoty.....	39
1.6.5 Homogenita a normalita dat	39
1.6.6 Dvoutfaktorová analýza rozptylu ANOVA.....	40
Experimentální část.....	41
2 Část A - analýza skaných přízí.....	42
2.1 Materiál	42
2.2 Ověření jemnosti přízí	43
2.3 Ověření počtu zákrutů.....	45
2.4 Seskání příze.....	46
2.5 Pevnost a tažnost	49
2.5.1 Poměrná pevnost	49

2.5.2	Tažnost	53
2.6	Hmotová nestejněměrnost	55
2.7	Chlupatost	57
2.7.1	Měření na přístroji Uster Tester.....	57
2.7.2	Měření na přístroji Zweigle Hairiness Tester	59
2.8	Průměr přízí.....	62
2.9	Aplikace geometrického modelu pro stanovení počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní 64	
2.9.1	Příčné rozměry skané příze	64
3	Část B – analýza vlivu bělení na vlastnosti jednoduchých přízí.....	70
3.1	Materiál.....	70
3.1.1	Vliv bělení na jemnost a zákrut příze	71
3.1.2	Vliv bělení na pevnost a tažnost.....	72
3.1.3	Vliv bělení na hmotovou nestejněměrnost, průměr a chlupatost.....	75
	Závěr.....	81
	Zdroje a použitá literatura	86
	Seznam obrázků	89
	Seznam tabulek	91
	Seznam příloh.....	92
	Přílohy	93

Seznam symbolů a zkratk

α	$[ktex^{1/2}m^{-1}]$	...	<i>Köchlinův zákrutový koeficient</i>
α_s	$[ktex^{1/2}m^{-1}]$	...	<i>Köchlinův koeficient skacího zákrutu</i>
a_m	$[ktex^{2/3}m^{-1}]$	...	<i>Phrixův zákrutový koeficient</i>
β_D	$[^\circ]$...	<i>úhel sklonu vláken k ose skané příze</i>
β_h	$[^\circ]$...	<i>úhel sklonu vláken k ose jednoduché příze</i>
β_s	$[^\circ]$...	<i>úhel sklonu osy jednoduché příze vůči ose skané příze</i>
CV	$[\%]$...	<i>střední kvadratická nestejnomyěrnost</i>
CV_j	$[\%]$...	<i>kvadratická hmotová nestejnomyěrnost jednoduché příze</i>
CV_{lim}, U_{lim}	$[\%]$...	<i>limitní hmotná nestejnomyěrnost</i>
CV_{sk}	$[\%]$...	<i>kvadratická hmotová nestejnomyěrnost skané příze</i>
D	$[mm]$	...	<i>průměr</i>
$D1$	$[\mu m]$	...	<i>průměr válce, do kterého se příze vejde</i>
$2D$	$[mm]$	...	<i>průměr přízí z Uster Testeru</i>
d_e	$[mm]$	...	<i>ekvivalentní průměr</i>
d_s	$[m]$	...	<i>vzdálenost mezi osami jednoduchých přízí v přízi skané</i>
D_s	$[mm]$	...	<i>substanční průměr</i>
δ	$[\%]$...	<i>seskání</i>
$\delta(\Delta Z_{ps})$	$[\%]$	...	<i>poměrná změna délky jednoduché příze vlivem změny počtu zákrutů v jednoduché přízi v důsledku skaní</i>
e_{ijk}	-	...	<i>náhodná chyba</i>

ε_a	[%]	...	<i>poměrné prodloužení svazku vláken</i>
ε_l	[%]	...	<i>poměrné prodloužení vláken</i>
ε	[%]	...	<i>poměrné prodloužení při maximální tahové síle</i>
ε_{ps}	[%]	...	<i>poměrné protažení jednoduché příze ve struktuře skané příze</i>
ε_r	[%]	...	<i>poměrné „prodloužení“ poloměru svazku sláken</i>
ε_s	[%]	...	<i>představuje poměrné protažení skané příze</i>
F	[N]	...	<i>pevnost</i>
H	[-]	...	<i>index chlupatosti z Uster Testeru</i>
h_s	[m]	...	<i>výška stoupání šroubovice jednoduché příze ve skané přízi</i>
IS	[-]	...	<i>interval spolehlivosti středních hodnot</i>
k	[m]	...	<i>redukováná výška závitu (velikost posunutí bodu při otočení o 1 radián)</i>
κ	[-]	...	<i>intenzita zákrutu</i>
L	[m]	...	<i>délka integrovaného úseku</i>
l	[km]	...	<i>délka příze</i>
l_0	[m]	...	<i>délka jednoduché příze před skaním</i>
lm	[m.min ⁻¹]	...	<i>dodávka materiálu ke krutnému orgánu</i>
L_o	[mm]	...	<i>délka vzorku v upínacích čelistech při upnutí</i>
L_p	[mm]	...	<i>délka vzorku příze v okamžiku přetržení</i>
l_s	[m]	...	<i>délka jednoho ovinu jednoduché příze tvaru šroubovice v přízi skané</i>
l_{sk}	[m]	...	<i>délka skané příze</i>
m	[g]	...	<i>hmotnost</i>

\bar{m}	[g]	...	<i>střední hodnota hmotnosti</i>
$m(l)$	[g]	...	<i>okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku přádelnického produktu</i>
$MAXs$	[μm]	...	<i>nejdelší kolmá vzdálenost mezi hranicemi příze</i>
μ	[-]	...	<i>zaplnění</i>
μ_{ij}	-	...	<i>skutečná „teoretická“ hodnota výsledku</i>
$MINs$	[μm]	...	<i>nejkratší kolmá vzdálenost mezi tzv. hranicemi příze</i>
n	[-]	...	<i>počet</i>
η	[-]	...	<i>Poissonův koeficient příčné kontrakce</i>
π	[-]	...	<i>konstanta</i>
r_s	[m]	...	<i>poloměr válcové plochy, po které se jednoduchá příze otáčí</i>
ρ	[$kg \cdot m^{-3}$]	...	<i>hustota vlákenného materiálu</i>
s	[-]	...	<i>směrodatná odchylka</i>
S_{12}	[-]	...	<i>počet odstávajících vláken v kategorii 1- 2 mm</i>
S_3	[-]	...	<i>počet odstávajících vláken v kategorii 3 – 15 mm</i>
σ	[N/tex]	...	<i>poměrná pevnost v tahu</i>
T	[tex]	...	<i>jemnost v jednotkách tex</i>
T_j	[tex]	...	<i>jemnost jmenovitá</i>
T_s	[tex]	...	<i>skutečná jemnost příze</i>
T_{sk}	[tex]	...	<i>jemnost seskané příze</i>
τ	[m^{-1}]	...	<i>torze šroubovice</i>
τ^*	[$rad \cdot m^{-1}$]	...	<i>torze šroubovice</i>
V	[m^3]	...	<i>objem (vláken)</i>

v	$[\%]$...	<i>variační koeficient</i>
V_c	$[m^3]$	...	<i>celkový objem</i>
\bar{x}	-	...	<i>střední hodnota</i>
y_{ijk}	-	...	<i>očekávaný výsledek</i>
Z_P	$[m^{-1}]$	...	<i>počet zákrutů jednoduché příze</i>
$\Delta Z_{PS_{max}}$	$[m^{-1}]$	...	<i>maximální změna zákrutu jednoduché příze po skani</i>
Z_{PS}	$[m^{-1}]$	...	<i>počet zákrutů v jednoduché přízi po skani</i>
ΔZ_{PS}	$[m^{-1}]$	...	<i>změna počtu zákrutů v jednoduché přízi po skani</i>
Z_s	$[m^{-1}]$	...	<i>skutečný zákrut příze</i>
Z_{sk}	$[m^{-1}]$	...	<i>skací zákrut</i>
$Z_{sk}(\Delta Z_{PS_{max}})$	$[m^{-1}]$	...	<i>velikost skacího zákrutu, při kterém nastává maximální změna zákrutu v přízi jednoduché po skani</i>
Z_{st}	$[m^{-1}]$	...	<i>zákrut strojový</i>
<hr/>			
H_2O_2	-	...	<i>peroxid vodíku</i>
$NaClO$	-	...	<i>chlornan sodný</i>
$NaClO_2$	-	...	<i>chloritan sodný</i>
$NaOH$	-	...	<i>hydroxid sodný</i>
pH	-	...	<i>kyselost (potencial of hydrogen)</i>
PES	-	...	<i>polyester</i>
PA	-	...	<i>polyamid</i>
PAN	-	...	<i>polykrylonitril</i>
$SS-Z$	-	...	<i>konstrukce příze: přádní zákruty směru S, skací zákrut Z</i>
$SZ-Z$	-	...	<i>konstrukce příze: přádní zákruty S a Z, skací zákrut Z</i>
$ZZ-S$	-	...	<i>konstrukce příze: přádní zákruty směru Z, skací zákrut S</i>

Úvod

Diplomová práce studuje vliv počtu zákrutů na vybrané vlastnosti skané bělené bavlněné příze. Zaměřuje se na rozbor zákrutové struktury při skaní a jejího vlivu na vlastnosti přízí. Vzhledem k tomu, že bělení je důležitým procesem v textilním průmyslu, neměli bychom jeho vliv na příze a jejich další zpracování opomíjet. V případě, kdy bělení působí negativně na vlastnosti délkové textilie, můžeme očekávat, že se projeví i na kvalitě výsledného textilního výrobku. Proto se práce okrajově zabývá i vlivem bělení na některé vybrané charakteristiky materiálu.

Skané příze jsou vstupním produktem pro další textilní operace. Stávají se tedy určujícím parametrem pro jejich další využití, proto je nezbytné sledovat jejich vlastnosti (jak mechanicko-fyzikální, tak i strukturální). Pokud vyrobíme přízi s nevhodnými vlastnostmi pro konečný účel, není možné ji dostatečně upravit žádným z následujících technologických zpracování.

V textilní praxi jsou velmi často sledované mechanicko-fyzikální vlastnosti ve vláknu nebo v přízi, které bývají definovány jako odezva na vnější působení sil a při jejich měření nám jde většinou o zjištění mezí pevnosti. Během zkoušky dochází k deformaci (např. změně délky) materiálu. Některé zkoušky jsou ultimativní, tj. příze je namáhána do přetrhu. Základními charakteristikami všech typů vláken i přízí jsou pevnost a tažnost.

Samotná práce je rozdělena na část rešeršní a experimentální. V rešerši jsou definovány vybrané vlastnosti, které souvisejí s tématem práce a zároveň prezentována metodika jejich měření. S využitím odborné literatury je diskutován vliv počtu zákrutů na tyto vybrané vlastnosti vstupního materiálu korelující s řešenou problematikou. Součástí práce je aplikace geometrického modelu pro výpočet zákrutů jednoduché příze po skaní v přízi skané.

Experimentální část práce je rozdělena do dvou částí (A a B). Hlavní náplní experimentální části (část A) je měření a ověřování vlivu zákrutů na vybrané vlastnosti skaných přízí. Použity k tomu byly tři sady 100% bavlněných dvojmo skaných přízí s rozdílnými konstrukcemi a směry zákrutů (SS-Z, SZ-Z a ZZ-S). V rámci práce byly proměřeny i jednoduché příze, ze kterých byly dvojmo skané seskány. Část práce (část B) je věnována i hodnocení vlivu bělení, kdy jsou vybrané vlastnosti příze v rezném stavu porovnávány

s vlastnostmi vybělených přízí. Pro tuto doplňkovou analýzu vlivu bělení na vlastnosti přízí byly k dispozici dvě sady 100% bavlněných přízí, vždy v rezném a vyběleném provedení. Na všech vzorcích byla měřena pevnost, tažnost, hmotová nestejnomyěrnost, chlupatost a průměr. Experimenty byly provedeny na přístroji Uster Tester, Instron a Zweigle Hairiness Tester.

Cílem práce je analyzovat vliv úrovně skacího zákrutu na vybrané vlastnosti přízí, a tak potvrdit nebo vyvrátit stanovené předpoklady týkající se vlivu zákrutů na vybrané vlastnosti přízí. Účelem je také porovnat vlastnosti skaných přízí s různou konstrukcí. Vlastnosti jednoduché příze jsou porovnány s vlastnostmi skané příze. Rovněž je záměrem aplikovat geometrický model pro stanovení počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní; a v doplňující části diskutovat vliv bělení na vlastnosti jednoduché příze.

1 Rešeršní část

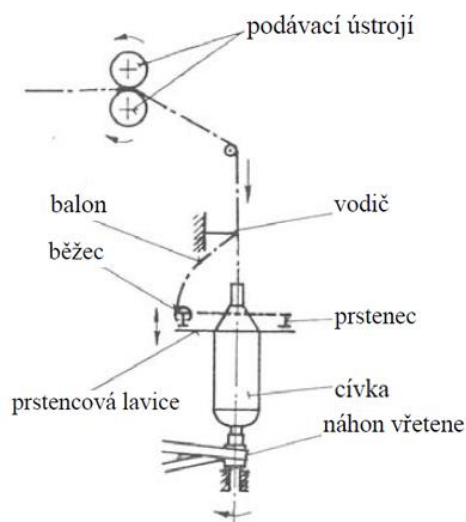
V této části práce jsou uvedeny informace týkající se použitého materiálu - bavlny, vybraných mechanicko-fyzikálních a strukturních vlastností přízí, vlivu počtu zákrutů na tyto vlastnosti a nakonec bělení a jeho dopadu na vybrané vlastnosti příze. V případě vlivu zákrutů je práce zaměřena na příze skané. Dále je prezentován model počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní.

Pokud chceme hodnotit vlastnosti délkové textilie, musíme se kromě použitého materiálu seznámit i s technologií, kterou byla vyrobena. Je rozdíl mezi chováním příze mykané, česané nebo rotorové (zkrácená technologie). Liší se v pevnosti, tažnosti, chlupatosti, způsobu uložení vláken atd. A na druhu materiálu závisí i uspořádání technologických postupů. Důležitá je délka vláken, jemnost i znečištění vstupního materiálu.

V této práci se zabýváme bavlněnou přízí. V části A je použita mykaná prstencová příze, zatímco v části B jsou použity prstencové příze česané. Bavlněná mykaná příze je kyprá, s vyčnívajícími vlákny, objevují se v ní i zbytky rostlinných nečistot a je méně stejnoměrná. To se odráží v hodnotách její pevnosti a tažnosti. [4] Oproti tomu příze česaná prochází složitějšími procesy výroby, kdy jsou odstraněna krátká vlákna, příze je pak méně chlupatá, lesklejší a stejnoměrnější než mykaná. Z toho plyne i její ekonomicky náročnější výroba.

1.1 Skaní

Účelem skaní je spojování dvou a více jednoduchých přízí pomocí vzájemného zakrucování. Skaná příze je pevnější, tažnější a stejnoměrnější než jednoduchá. Skát můžeme se souhlasným i opačným zákrutem, jako je zákrut jednoduchých přízí. Směr zákrutu má vliv na vzhled i výslednou pevnost příze. Nejčastěji se volí opačný skací zákrut, než je zákrut přádní. Skaní může být hladké nebo efektní (barevný, tvarový efekt). Příze pro tuto práci byly skány na prstencovém skacím stroji, proto je jeho popis uveden níže.



Obrázek 1 Princip prstencového skacího systému [45]

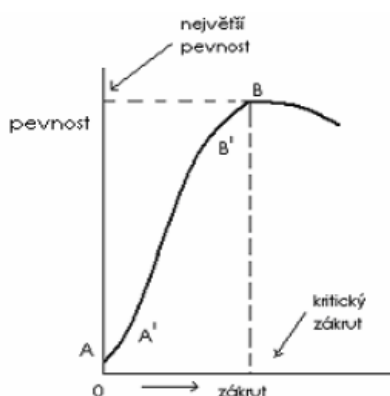
Předloha (jednoduchá, sdužená nit) je vedena k podávacímu ústrojí. Přes vodič je příze vedena pod běžec, který obíhá po prstenci. Prstenec je umístěn v prstencové lavici. Skaná nit je navíjena na cívku (potáč). Mezi podávacími válečky a běžcem, který je po prstenci unášen tahem příze navíjené na potáč, dochází k vlastnímu zakrucování příze. Vlivem tření se běžec, vzhledem k otáčkám cívky, pohybuje se zpožděním a tím dochází k navíjení příze. Na směru otáčení vřetene závisí směr zákrutu skané příze. [45]

V důsledku skaní dochází k přenosu krutného momentu na jednoduché příze, které se částečně rozkrotí. Počet skacích zákrutů ovlivňuje výsledné seskání příze.

1.2 Zákrut

Zákrutem myslíme počet otáček, které vkládá pracovní zakrucovací orgán (rotor, vřeteno) do rovnoměrného vlákenného svazku, na 1 m délky. Jinými slovy jím myslíme stočení vláken ve směru šroubovice kolem osy příze nebo přástu. Je důležitou charakteristikou především pro pevnost příze.

Na obrázku 2 je vidět, že i svazek nezakroucených vláken má určitou pevnost, i když velmi malou. Ta je dána přirozenou soudržností a třením ve vlákenném materiálu. Zakrucováním dochází k přitlačení vláken více k sobě, tím roste počet kontaktních míst mezi vlákny v přízi a zvyšuje se i tření mezi vlákny, čímž se délková textilie stává pevnější. (viz obr. 2, úsek AB). Rostoucí zákrut způsobuje i růst sklonu vláken k ose příze, tím se mění rozklad sil ve vláknech. Ta pak nepřenašejí tahovou sílu a růst pevnosti se proto zpomaluje. [11]



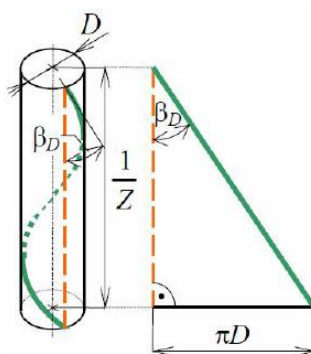
Obrázek 2 Závislost mezi pevností a zákrutem příze [11]

Zpevňování zákrutem je tedy omezeno tzv. kritickým zákrutem. Při jeho dosažení nabývá pevnost nejvyšších hodnot. Ovšem po překročení kritického zákrutu se pevnost již nezděšuje, naopak začne klesat. Z tohoto poznání plyne skutečnost, že ovlivňovat pevnost zákrutem lze jen v určitém rozmezí. Pokud překročíme hranici maximálního zákrutu, dojde podle Neckáře [11] v důsledku vzpěrného namáhání vnitřních vrstev vlákna ke vzniku zákrutu druhého řádu. Jeho vznik je zapříčiněn nesprávným nastavením předpětí při procesu zakrucování. Dalšími vlastnosti, které lze ovlivnit počtem otáček vložených na 1m délky je např. průměr, chlupatost, měkkost, zaplnění...[9].

Podle směru se rozlišuje zákrut pravý – značí se Z, a levý – značí se S (závisí na směru uložení vláken ve šroubovici) [7].

1.2.1 Šroubovicový model

Dokonalý popis struktury příze z hlediska uspořádání vláken by byl velice složitý. Z tohoto důvodu využíváme tzv. ideální šroubovicový model. Ten vychází z několika předpokladů. Předpokládáme, že přízi tvoří válec o průměru D [mm], osy vláken na povrchu příze tvoří soustavu koaxiálních šroubovic, vlákna jsou válcová s kruhovým průřezem o ekvivalentním průměru d_e [mm] a ploše příčného řezu S [mm²]. Jeden závit šroubovice je $1/Z$ (výška stoupání). Vztah mezi úhlem stoupání šroubovice β_D [°] a zákrutem Z [m⁻¹] vyplývá ze znázornění (obr. 3) a z něj odvozeného vztahu (1).



Obrázek 3 Šroubovicový model [14]

$$\tan\beta_D = \pi D Z = \frac{\pi D}{1/Z} = \kappa \quad (1)[15]$$

Rozvinutím pláště válce vznikne trojúhelník (obr. 3), z něhož plyne vztah (1) pro intenzitu zákrutu κ [-] [15].

Pro vyjádření skacího zákrutu pro přásky a skané příze se používá výpočet podle Köchlina. Zde rozlišujeme výpočty zákrutů pro jednoduché a skané produkty.

Pro jednoduché útvary

$$Z = \alpha \frac{31,623}{\sqrt{T}} \quad (2)$$

Kde Z je počet zákrutů [m⁻¹], α je Köchlinův zákrutový koeficient [ktex^{1/2}m⁻¹], a T představuje jemnost příze [tex].

Pro skané příze

$$Z_{sk} = \alpha_s \frac{31,623}{\sqrt{nT_i}} \quad (3)$$

Z_{sk} představuje počet zákrutů ve skané přízi [m^{-1}], α_s je Köchlinův součinitel skacího zákrutu, n vyjadřuje počet přízí, které jsou seskávány a T_i je jemnost jednoduché příze [tex].

Pro jemnější produkty a jednoduché příze se používá Phrixův vztah.

$$Z = a_m \frac{100}{\sqrt[3]{T^2}} \quad (4)$$

Kde Z je počet zákrutů [m^{-1}], a_m představuje Phrixův zákrutový koeficient [$ktex^{2/3}m^{-1}$] a T je jemnost příze [tex] [7].

Strojový zákrut se vyjadřuje z počtu zákrutů, které udělí krutný orgán délkové textilii na jednotku délky. Stanoví se z parametrů stroje a můžeme jej vypočítat:

$$Z_{st} = \frac{n}{lm} \quad (5)$$

Kde Z_{st} představuje strojový zákrut [m^{-1}], n je počet otáček krutného orgánu, např. vřetene nebo křídla [min^{-1}]. lm značí dodávku materiálu ke krutnému orgánu, neboli rychlost dodávky podávacího ústrojí [$m.min^{-1}$] [7].

1.2.2 Seskání

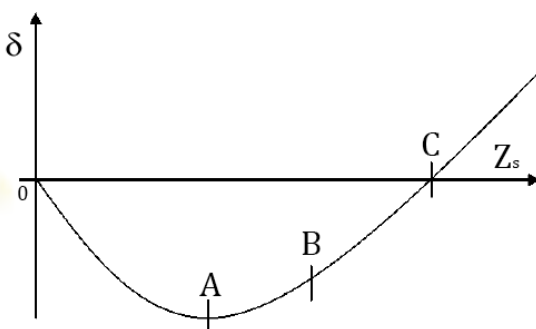
Během procesu skaní dochází ke zpevnování délkových textilií pomocí zákrutu. Na druhou stranu musíme počítat i se zkrácením původní délky jednoduchých přízí tím, jak se kolem sebe omotávají. Tomuto zkrácení délky příze říkáme seskání. Vyjadřuje se v procentech a spočítat ho lze podle vztahu (6):

$$\delta = \frac{l_0 - l_{sk}}{l_0} 100 \quad (6)$$

Kde δ [%] představuje seskání, l_0 [m] vyjadřuje délku jednoduché příze před skáním a l_{sk} [m] je délka příze po skaní.

Seskání je důležitým parametrem. Jeho velikost je ovlivněna jemností a zákrutem jednoduché příze, a počtem skacích zákrutů. V praxi dochází nejčastěji ke skaní s opačnými skacími zákruty, než jsou přádní. Průběh seskání v závislosti na počtu skacích zákrutů můžeme rozdělit do dvou fází (obr. 4). V první dochází k rozkrucování jednoduchých přízí, protože mají opačný směr zákrutu, než je směr skaní. Zaznamenáváme prodloužení jejich délky – seskání vychází záporné. V druhé fázi je efekt rozkrucování

jednoduchých přízí menší, než zkrácení skané příze. V krajním případě může dojít k úplnému rozkroucení jednoduchých přízí a následně změně zákrutů jednoduchých přízí na směr opačný.



Obrázek 4 Křivka znázorňující průběh seskání u příze s opačným skacím zákrutem než je zákrut jejich jednoduchých přízí, převzato z [16]

Na obrázku 4 je zjednodušeně naznačen průběh seskání příze s opačným skacím zákrutem, než je zákrut přízí obou jednoduchých přízí. V úseku od 0 do bodu A probíhá rozkroucování jednoduchých nití. Projevuje se větší vliv prodlužování jednoduchých nití, než zkracování skané nitě vlivem přibývajících ovinů. Zhruba v bodě A je délka dvojmo skané nitě maximální. V bodě B se, podle zdroje [16], jednoduché nitě přestávají rozkroucovat a jsou zakrucovány se souhlasným skacím zákrutem. V bodě C je seskání nulové a dále od bodu C se s přibývajícím zákrutem nit opět zkracuje a seskání je kladné [37].

Výše zmíněné se vztahuje ke konstrukcím přízí s opačným skacím zákrutem, než jsou jejich zákruty přízí. Seskání skané příze, složené z jednoduchých přízí různého směru zákrutu (SZ-Z) nebylo v literatuře zkoumáno.

1.2.2.1 Predikce vlivu zákrutů na seskání

Obdobným problémem se již zabývala práce Jazudekové [16] a především Haasové [39]. Obě analyzovaly vliv zákrutů na bavlněné dvojmo skané příze s opačnými skacími zákruty vzhledem k zákrutu přízí, který byl u obou přízí stejný. Stejně jako v těchto pracích i my předpokládáme, že s rostoucí úrovní zákrutu skaných přízí se bude zvětšovat hodnota jemnosti a procento seskání. Tedy, čím více bude skaná příze zakroucená, tím více se při rozkroucování prodlouží. U Haasové došlo vlivem skaní k tomu, že se hodnoty seskání pohybovaly nejprve v záporných hodnotách. Tuto skutečnost autorka, stejně jako zdroj

[37], vysvětluje rozkrucováním zákrutu jednoduché příze, který má opačný směr, než je směr skaní, tím dochází k částečnému prodlužování nitě během procesu skaní obou jednoduchých nití. Jelikož autorka měla skací zákruty odstupňované 50 - 1940 m⁻¹ a seskání skaných přízí bylo záporné do úrovně skacích zákrutu cca 700 m⁻¹, a protože tato práce se zabývá skacími zákruty v rozmezí 600 - 2200 m⁻¹ (intervaly se částečně překrývají), je velice pravděpodobné, že podobný trend v oblasti dolní hranice sledovaných zákrutů se objeví i u zjišťování seskání v této práci.

1.2.3 Geometrický model pro stanovení počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní

Vlivem skaní se krutný moment přenáší na jednoduché příze, které se tak částečně rozkrucují. Pro tuto problematiku navrhl B. Schwabe [36] model, který byl následně použit i Ursínym v [13]. Schwabeho model byl konstruován pro dvojmo skané příze, tvořené jednoduchými přízemi stejného předního zákrutu. Model vychází z úvahy, že jednoduchá příze představuje stužku vláken a skáním dochází ke vzájemnému zakrucování těchto dvou stužek. Při tom je předpokládáno, že každý ovin stužky (jednoduché příze) v přízi skané tvoří šroubovici (obr. 5). Uložení stužky vláken do šroubovicového tvaru vzniká ve stužce vláken torze τ^* . Vlivem torze dochází ve stužce ke změně počtu zákrutů jednoduché příze vlivem skaní. Dále předpokládáme, že vlákna jednoduchých přízí nemigrují, a mají ideální kruhový průřez, který se vlivem skaní nemění. Příze mají stejný počet vláken a při vzájemném seskávání dvou jednoduchých nití do šroubovice má tato šroubovice konstantní průměr i úhel stoupání. Tření mezi vlákny a jednoduchými přízemi zanedbáváme [15], [11].

Torzi šroubovice τ^* [rad m⁻¹] můžeme vyjádřit obecně dle vztahu (7) [6]:

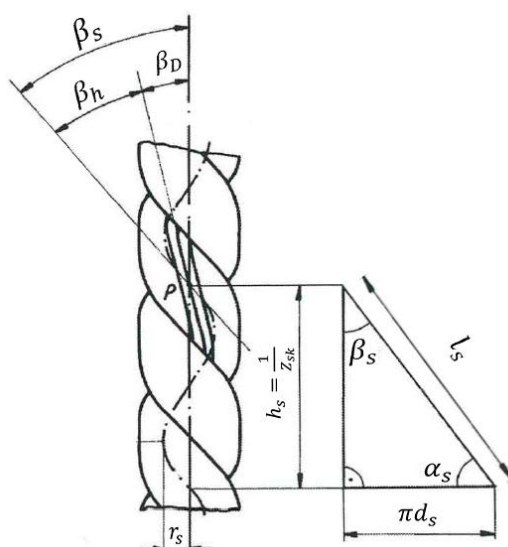
$$\tau^* = \frac{k}{r_s^2 + k^2} \quad (7)$$

Kde k [m] je redukovaná výška závitu (posunutí bodu při otočení o 1 radián). Poloměr válcové plochy, po které se šroubovice (v našem případě osa jednoduché příze) otáčí, značíme r_s [m].

Pro redukovanou výšku závitu šroubovice (tj. zákrutu skané příze) platí:

$$k = \frac{h_s}{2\pi} \quad (8)$$

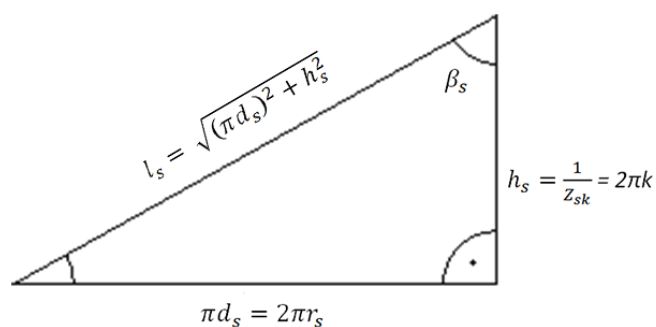
Kde h_s [m] je stoupání šroubovice.



Obrázek 5 Schéma geometrické struktury zakroucení ve skané přízi, převzato z [36]

Kde β_D je úhel sklonu vláken k ose skané příze, β_h je úhel sklonu vláken k ose jednoduché příze a β_s je úhel osy jednoduché příze k ose skané příze.

Rozvinutím šroubovice vznikne trojúhelník, obr. 6.



Obrázek6 Trojúhelník vzniklý rozvinutím šroubovice

Kde h_s [m] je stoupání šroubovice, l_s [m] délka jednoho ovinu jednoduché příze tvaru šroubovice, a r_s [m] poloměr válcové plochy, po které se šroubovice otáčí. Průměr této válcové plochy d_s pak v případě skané příze představuje vzdálenost mezi osami jednoduchých přízí v přízi skané. Z_{sk} [m^{-1}] vyjadřuje skací zákrut.

Dosazením vztahu (8) do vztahu (7) a využitím výše zmíněného trojúhelníku byl získán výraz:

$$\tau^* = \frac{\frac{h_s}{2\pi}}{r_s^2 + \left(\frac{h_s}{2\pi}\right)^2} = \frac{h_s}{2\pi} * \frac{4\pi^2}{\frac{4\pi^2 r_s^2 + h_s^2}{l_s^2}} = \frac{h_s 2\pi}{l_s^2} \quad (9)$$

Vydělením výrazu $\frac{h_s 2\pi}{l_s^2}$ ze vztahu (9) hodnotou 2π se získáme vztah:

$$\tau = \frac{h_s}{l_s^2} \quad [\text{m}^{-1}] \quad (10)$$

Změnu zákrutu v jednoduché přízi po skaní ΔZ_{PS} [m^{-1}] lze vyjádřit pomocí torze šroubovice (tj. torze osy jednoduché příze vlivem skaní).

$$\tau = \Delta Z_{PS} = \frac{h_s}{h_s^2 + (\pi^2 d_s^2)} \quad (11)$$

Kde τ [m^{-1}] představuje torzi šroubovice.

$$\text{Z obrázku 6 je patrné, že } h_s = \frac{1}{Z_{sk}} \quad (12)$$

a dosazením tohoto vztahu do vztahu (11) a vhodnou úpravou vyjde vztah:

$$\Delta Z_{PS} = \frac{Z_{sk}}{1 + \pi^2 d_s^2 Z_{sk}^2} \quad (13)$$

Jiným vyjádřením vztahu (13), vycházejícím z obrázku 6, získáme výraz:

$$\Delta Z_{PS} = Z_{sk} \cos^2 \beta_S, \quad (14)$$

a to takto, pomocí funkce kosinus a Pythagorovy věty:

$$\cos \beta_S = \frac{h_s}{\sqrt{h_s^2 + \pi^2 d_s^2}} \quad (15)$$

β_S [$^\circ$] značí úhel sklonu osy jednoduché příze vůči ose skané příze.

Pak umocněním celého výrazu a dosazením $\frac{1}{Z_{sk}}$ za h_s dostaneme výraz:

$$\cos^2 \beta_S = \frac{1}{1 + \pi^2 d_s^2 Z_{sk}^2} \quad (16)$$

Ze vztahů (13) a (16) získáme již zmíněný vztah (14).

Počet zákrutů jednoduché příze po skaní, získáme jako součet, příp. rozdíl zákrutů jednoduché příze Z_P (na 1 metr délky jednoduché příze) a změnu zákrutů v jednoduché přízi vlivem skaní ΔZ_{PS} . Zda budeme hodnotu ΔZ_{PS} přičítat nebo odečítat (resp. zda bude

kladná nebo záporná) záleží na směru zákrutu ΔZ_{PS} a Z_P . Například směr Z se znaménkem „+“ a směr S se znaménkem „-“.

$$Z_{PS} = Z_P \pm \frac{Z_{Sk}}{1 + \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2} \quad (17)$$

Odvozený vztah (17) je totožný se vztahem Schwabeho (18):

$$Z_{PS} = \frac{Z_P}{1 + \frac{\delta(\Delta Z_{PS})}{100}} \pm \Delta Z_{PS} \quad (18)$$

Kde $\delta(\Delta Z_{PS})$ [%] je poměrná změna délky jednoduché příze vlivem změny počtu zákrutu v jednoduché přízi v důsledku skaní. Schwabe nadále uvádí, že velikost této poměrné změny délky $\delta(\Delta Z_{PS})$ závisí na změně počtu zákrutů ΔZ_{PS} . Ve většině praktických případů velikost této veličiny činí 1 – 3 %, takže na velikost výsledného zákrutu skané příze nemá rozhodující vliv a můžeme jej zanedbat.

Maximální hodnotu změny počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní můžeme stanovit pomocí derivace výrazu (13), kterou položíme rovnu nule, čímž nalezneme extrém funkce $\Delta Z_{PS} = f(Z_{Sk})$ a tím pádem i maximální změnu zákrutů.

$$\frac{d(\Delta Z_{PS})}{d Z_{Sk}} = 0$$

$$\frac{d\left(\frac{Z_{Sk}}{1 + \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2}\right)}{d Z_{Sk}} = \frac{1 + \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2 - Z_{Sk} \cdot 2 \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}}{(1 + \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2)^2} = 0$$

$$\frac{(1 + \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2)}{(1 + \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2)^2} - \frac{2 \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2}{(1 + \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2)^2} = 0$$

$$\frac{1}{1 + \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2} = \frac{2 \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2}{(1 + \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2)^2}$$

$$1 = \frac{2 \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2}{1 + \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2}$$

$$1 + \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2 = 2 \pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2$$

$$\frac{1}{\pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2} + 1 = 2$$

$$\pi^2 d_s^2 Z_{Sk}^2 = 1$$

$$Z_{Sk} \pi d_s = 1$$

S respektováním jednotek zavedených v práci k jednotlivým veličinám pak lze na základě výše uvedeného stanovit velikost skacího zákrutu, při kterém nastává maximální změna zákrutu v přízi jednoduché po skaní $Z_{sk}(\Delta Z_{PSmax})$:

$$Z_{sk}(\Delta Z_{PSmax}) = \frac{1000}{\pi d_s} \quad (19)$$

Z rozvinuté šroubovice (obr. 6) můžeme odvodit:

$$Z_{sk} \pi d_s = \tan \beta_S \quad (20)$$

Tedy, že (vzhledem k výše uvedenému):

$$\tan \beta_S = 1$$

$$\beta_S = \frac{\pi}{4} = 45^\circ \quad (21)$$

Nyní můžeme dosadit do vztahu (14) který byl odvozen výše:

$$\Delta Z_{PS} = Z_{sk} \cos^2 \beta_S$$

Z čehož plyne:

$$\Delta Z_{PSmax} = Z_{sk}(\Delta Z_{PSmax}) \cos^2 45^\circ = Z_{sk}(\Delta Z_{PSmax}) 0,5 \quad (22)$$

Kde ΔZ_{PSmax} [m^{-1}] je maximální změna zákrutu jednoduché příze vlivem skaní.

Z uvedeného vyplývá, že k maximální změně zákrutů jednoduché příze v přízi skané dojde při skacím zákrutu, který je roven $1000/(\pi d_s)$. Při tomto skacím zákrutu se počet zákrutů v jednoduché přízi změní o $\frac{1}{2}$ uvedeného počtu skacích zákrutů. Tato maximální změna zákrutu nastává při velikosti úhlu $\beta_S = 45^\circ$, kdy mají příze nejlepší podmínky pro rozklad sil při tahovém namáhání a tedy i největší pevnost.

Z odvozených vztahů též vyplývá, že pokud bude úhel β_S větší než 45° , hodnota ΔZ_{PS} začne s přibývajícím zákrutem klesat (stoupání h_s se snižuje rychleji, než se délka jednoho ovinu l_s zkracuje). Pro dosažení maximální tahové odolnosti se v praxi volí úhel asi 30° , přičemž hodnoty změny zákrutu nedosahují úrovně ΔZ_{PSmax} [36].

Skáním se tedy mění úhel sklonu osy příze jednoduché k ose skané a současně s tím, že se jednoduché příze při skaní částečně rozkrucují, mění se úhel jejich sklonu vzhledem k ose skané příze. To má vliv na pevnost a tažnost přízí.

1.3 Vliv skacího zákrutu na vybrané vlastnosti skaných přízí

Obecně délkové vlákenné útvary můžeme zkoumat z různých pohledů. Jedním z nich je popis pomocí mechanicko-fyzikálních vlastností, které jsou ovlivňovány mnoha dalšími faktory, jako je chemické složení vláken, technologie výroby, jemnost a zákrut [5].

Mechanicko-fyzikální vlastnosti definují, jak je materiál schopný měnit svůj objem, resp. tvar, v závislosti na působení vnějších sil, během čehož dochází k deformaci materiálu. Tato deformace je závislá na velikosti zatížení, rychlosti namáhání, a také na čase, po který je materiál zatěžován. Nejčastěji namáháme tahem, tlakem, ohybem nebo krutem. Podle působení vnějších sil dochází u materiálu k deformaci nebo přímo destrukci [5].

V práci byla z mechanicko-fyzikálních vlastností hodnocena pevnost (resp. poměrná pevnost) a tažnost. Dalšími vybranými a sledovanými vlastnostmi byly hmotová nestejnomyšlnost, průměr a chlupatost, proto jsou tyto vlastnosti blíže popsány níže.

1.3.1 Jemnost přízí

Jemnost neboli délkovou hmotnost, můžeme popsat jako vztah mezi hmotností m a délkou vlákenného útvaru l . V praxi se můžeme setkat s různými způsoby vyjádření délkové hmotnosti. V této práci se pro jemnost využívá hmotnostní způsob vyjádření v jednotkách tex (a jejich násobcích), tedy jako hmotnost ku délce - vztah (23). Dalším způsobem je vyjádření v jednotkách Titr deniér Td [den], nebo pro délkové vyjádření jemnosti číslo metrické Nm nebo číslo anglické Ne .

$$T = \frac{m}{l} \quad (23)$$

T je jemnost příze [tex], m je hmotnost příze [g] a l délka příze [km] [7].

1.3.1.1 Jemnost skané příze

Během operace skaní se minimálně dvě příze sdružují a následně spojují pomocí zákrutu. Při tom dochází ke zkrácení délky přízí vlivem zakrucování - *seskání* δ [%]. Proto jej musíme zahrnout do výpočtu výsledné jemnosti skaných přízí [7]. V situaci, kdy seskáváme příze stejných jemností a seskání, platí vztah:

$$T_{sk} = nT \frac{100}{100-\delta} \quad (24)$$

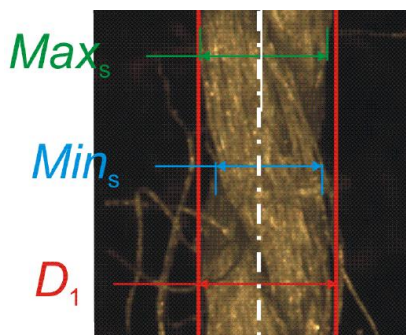
Kde T_{sk} je jemnost skané příze, n vyjadřuje počet seskávaných přízí, T jemnost jedné předkládané příze v [tex] a δ seskání jednoduché příze v [%].

1.3.2 Průměr a zaplnění skané příze

K veličinám popisujícím přízi patří vedle jemnosti T a zákrutu Z také průměr příze D . Ten však není jednoznačně definován, neboť uspořádání vláken v přízi není homogenní. Útvar tak nelze považovat za symetrický a přesné určení průměru proto není snadné. Směrem od středu k okraji příze roste množství vzduchových mezer a hustota vláken se mění v chluhatost. Pro zjednodušení uvažujeme průměr příze jako průměr pomyslného válce, který obsahuje všechna, nebo alespoň majoritní část vláken [11].

Kdybychom z příze odstranili veškerý vzduch a mezi jednotlivými vlákny nezbyl žádný volný prostor, získali bychom substanční průměr D_s . Z toho lze vyvodit, že D_s je vždy menší než D . Souvislost průměru se zaplněním příze vyplývá ze vztahu (25) níže.

Průměr příze lze stanovit různými způsoby. V rámci této práce jsou využívány metody měření průměru pomocí přístroje Uster Tester a také pomocí obrazové analýzy NIS Elements a metody, kterou detailně popisuje interní norma Příčné rozměry dvojmo skané příze a průměr jednoduchých přízí - podélné pohledy [26], umožňuje měření geometrických parametrů délkových textilií a tedy i jejich průměru. Pomocí mikroskopu s kamerou jsou pořízeny snímky přízí. S využitím softwaru NIS Elements a programu MatLab je možné získat datový výstup. Klíčovými parametry jsou zde plošné rozměry jednoduché nebo dvojmo skané příze MINs, MAXs a prostorový rozměr D1. MINs představuje nejkratší kolmou vzdálenost mezi tzv. hranicemi příze, znázorněno modrými čarami na obrázku 7. Opakem je MAXs, tedy nejdelší kolmá vzdálenost mezi hranicemi příze, znázorněno zeleně. A nakonec rozměr D1, jenž představuje průměr válce, do kterého se příze vejde, a který je na obrázku červeně ohraničen.



Obrázek 7 Snímek dvojmo skané příze s vyznačenými rozměry Min_s , Max_s a D_1 , převzato z [26]

Princip měření Uster Testeru je založen na prosvěcování chlupů odstávajících od těla příze na 1 cm délky nitě, pomocí konstantního monochromatického infračerveného záření, které je schopno eliminovat vliv barvy materiálu. Světlo je rozptylováno odstávajícími vlákny a detekováno přes soustavu čoček optickým senzorem [29].

Zaplnění je podle Neckáře [11] veličina představující podíl celkového prostoru textilního útvaru, zaplněný určitým objemem vláken. Jedná se o bezrozměrnou veličinu, jejíž hodnoty se pohybují v intervalu 0 až 1. Je možné ji vyjádřit pomocí objemu jako podíl souhrnného objemu vláken V ku celkovému objemu prostoru vláken V_c .

$$\mu = \frac{V}{V_c} = \frac{D_s^2}{D^2} = \frac{4S}{\pi D^2} = \frac{4T}{\pi D^2 \rho} \quad (25)$$

Kde μ [%] představuje zaplnění, D [mm] symbolizuje průměr a D_s [mm] substanční průměr. S [mm²] je plocha příčného řezu, T [tex] jemnost a ρ [kg.m⁻³] značí hustotu.

1.3.2.1 Predikce vlivu zákrutů na průměr příze

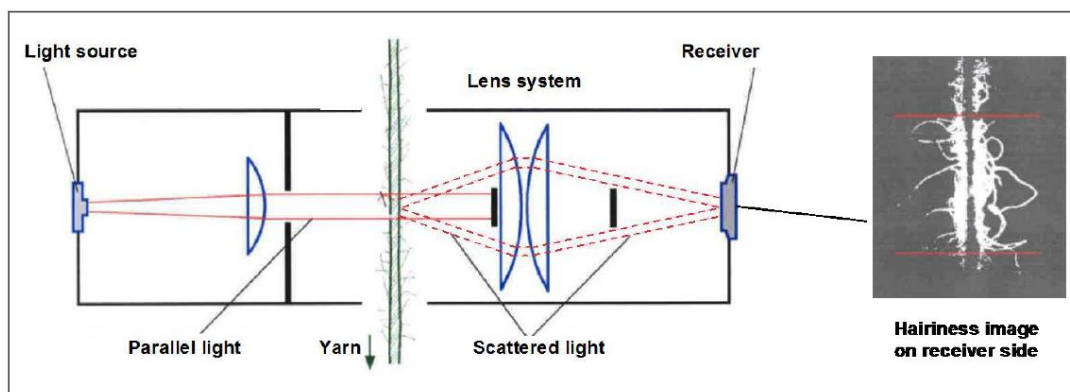
U vyššího počtu zákrutů vložených do příze krutným orgánem se předpokládá, že se zmenší průměr délkové textilie. To je způsobeno tím, že se vlákna ještě více přitisknou k sobě a zmenší se vzduchové póry mezi nimi. Jak uvádí Neckář [11], mezi vlákny se vyskytuje množství mezer a hustota vláken není v průřezu stejnoměrná, ale směrem od středu řídne a mění se v chlupatost. Bylo uvedeno, že průměr souvisí se zaplněním, a to podle vztahu (25), ze kterého tedy vyplývá, že čím budou vlákna více tisknuta k sobě, tím menší bude průměr D a zaplnění μ bude nabývat větších hodnot.

Analýzu příze s opačnými přádními zákruty jednoduchých nití, která byla analyzována v této práci, se, bohužel, nikde v literatuře najít nepodařilo.

1.3.3 Chlupatost

Chlupatost je typický jev, se kterým se setkáváme u staplových přízí. Je možné ji charakterizovat jako množství volně pohyblivých konců vláken. Posuzujeme ji dle počtu a vzdálenosti vystupujících vláken od těla příze na jednotku délky příze. Je ovlivňována technologií výroby, délkou vláken i geometrií příze. Nadměrná chlupatost může působit problémy při dalším zpracování – pletení a tkaní.

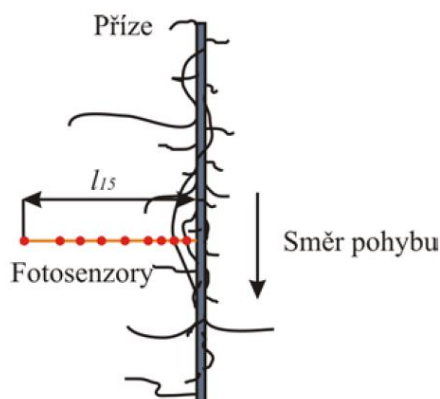
Existují různé způsoby a metodiky měření chlupatosti. V experimentální části této práce se zabýváme měřením chlupatosti na přístroji Uster Tester 4 a Zweigle Hairiness Tester G 567. Uster Tester je opatřen přídavným optickým čidly, jedno měří chlupatost, druhé měří průměr příze. Konstantní monochromatický zdroj světla prochází odstávajícími vlákny (ta se jeví světlá, kdežto tělo příze je tmavé, protože jím světlo neprojde) a paralelní rozptýlené světlo projde systémem čoček a je detekováno optickým senzorem. Elektrický signál ze senzoru je následně převeden na digitální a vyhodnocen software přístroje Uster Tester. Pokud přístroj nezaznamená v měřicím poli žádnou přízi, na snímač nedopadá žádné světlo a tím pádem nevzniká ani elektrický signál. Uster Tester měří celkovou délku vláken [cm], která odstávají z těla příze na 1 cm délky příze vyjádřenou indexem chlupatosti H [29].



Obrázek 8 Princip měření chlupatosti pomocí přídavného čidla přístroje Uster-Tester [29]

Princip měření chlupatosti přístrojem Zweigle Hairiness Tester G567 je založen na zaznamenávání a vyhodnocení změny průtoku snímaného světla, při čemž procházející vlákna narušují tok tohoto světla. To vyvolá odezvu fototranzistorů. Přístroj zapisuje tzv. sumační (součtová) kritéria. Kritérium S_{12} zahrnuje první S_1 a druhou S_2 délkovou kategorii odstávajících vláken k , které jsou definovány jako kolmé vzdálenosti od povrchu příze, v tomto případě 1 mm a 2 mm. S_3 zahrnuje počet odstávajících vláken delších než 3 mm (kategorie 3 mm až 15 mm). Podle toho tedy můžeme rozdělit vlákna do dvou typů –

krátká (do 3 mm) a dlouhá (nad 3 mm). Celkově je Zweigle schopen zaznamenávat chlupatost do délky 15 mm kolmo od příze [25].



Obrázek 9 Princip měření chlupatosti na přístroji Zweigle [25]

Výpočet v práci sledovaných sumačních kritérií je dán vztahy: (26 a 27)

$$S_{12} = \sum_{i=1}^{i=2} n_i \quad (26)$$

$$S_3 = \sum_{i=3}^k n_i \quad (27)$$

Kde n_i je počet konců odstávajících vláken, a k je počet délkových kategorií.

Dalším způsobem měřící chlupatost je například CTT – systém YAS, tedy další optický způsob měření, nebo zjišťování chlupatosti pomocí obrazové analýzy (metodika vyvinuta na TUL prof. Neckářem a spol.) [21].

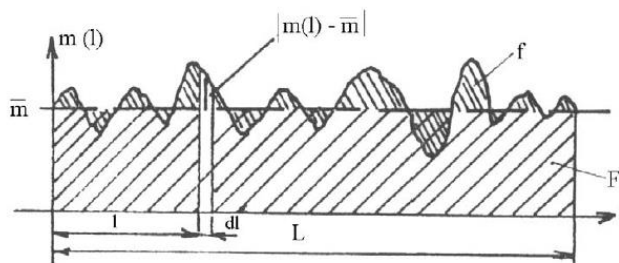
1.3.3.1 Predikce vlivu zákrutů na chlupatost příze

Ověření vlivu vybraných faktorů na chlupatost přízí je předmětem analýzy u Mazurkiewiczové [38]. Z jejích závěrů vyplývá, že chlupatost úzce souvisí s mírou zakroucení přízí. V její práci byla provedena měření na třech přístrojích (Uster Tester, Zweigle Hairiness Tester a Lawson-Hemphill), ze kterých shodně vychází, že chlupatost nabývá s rostoucím zákrutem klesající tendence. Lze tedy předpokládat, že počet odstávajících a volně se pohybujících konců vláken z příze, se bude s tím, jak budou vlákna více tisknuta k sobě, snižovat. Čím jsou odstávající vlákna delší, tím je větší pravděpodobnost, že skaním dojde k jejich přilnutí k tělu příze. V disertační práci [21] Krupincová dochází k závěrům, že chlupatost přízí úzce souvisí s kvalitou, typem, délkou (...) použitých vláken, a v případě bavlny i s čistotou vstupní suroviny. To vše by se mělo výrazněji projevit u jemnějších délkových útvarů. Dále jsou důležitým parametrem,

ovlivňujícím výsledky, použitý přístroj a zejména podmínky, za kterých byl materiál testován. Vzhledem k tomu, že v rámci této práce byly příze testovány na dvou rozdílných přístrojích, bylo nutné výsledky také vzájemně porovnat.

1.3.4 Hmotová nestejnomyěrnost

Hmotová nestejnomyěrnost je definována jako střední kvadratická odchylka od střední hodnoty hmotnosti a lze ji vyjádřit vztahem (28). Jedná se o další významnou charakteristiku, která má zásadní vliv na vlastnosti délkových a vzhled plošných textilií. Dokonce s ní souvisí i variabilita pevnosti a tažnosti. Je způsobena jak náhodným rozložením vláken v přízi, tak nedokonalostí přádelnické výroby.



Obrázek 10 Grafické znázornění lineární nestejnomyěrnosti U, převzato z [17]

$$CV = \frac{100}{\bar{m}} \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L (m(l) - \bar{m})^2 dl} \quad (28)$$

Kde CV [%] je střední kvadratická hmotová nestejnomyěrnost, \bar{m} [g] představuje střední hodnotu hmotnosti, $m(l)$ [g] je okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku přádelnického produktu a L [m] je délka integrovaného úseku.

Vzhledem k tomu, že vlákna jsou v průřezu příze náhodně rozložena, nelze vyrobit dokonale stejnoměrnou přízi [17]. Minimální možná nestejnomyěrnost se nazývá limitní CV_{lim} a lze ji stanovit dle vztahu (Martindaelův vztah):

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \quad (29)$$

Kde n je počet vláken v příčném řezu.

Kvadratickou hmotovou nestejnomyěrnost skané příze lze vyjádřit vztahem:

$$CV_{sk} = \frac{CV_j}{\sqrt{n}} \quad (30)$$

Kde CV_{sk} [%] je kvadratická hmotová nestejnomyěrnost skané příze, CV_j [%] je kvadratická hmotová nestejnomyěrnost jednoduché příze a n [-] je počet seskáványých přízí.

V praxi se pro vyjádření nestejnomyěrnosti používá především kvadratická hmotová nestejnomyěrnost CV [%]. Lineární hmotovou nestejnomyěrností U [%] vyjadřujeme střední lineární odchylkou od střední hodnoty hmotnosti vlákného útvaru o určité délce [17].

Kvadratická hmotová nestejnomyěrnost CV [%] vyjadřuje variabilitu mezi úseky a můžeme ztotožnit s variačním koeficientem. Měření hmotové nestejnomyěrnosti se provádí nejčastěji pomocí přístrojů s kapacitním čidlem.

1.3.4.1 Predikce vlivu zákrutu na hmotovou nestejnomyěrnost

Téma hmotové nestejnomyěrnosti bylo rozebíráno například v práci Lyerové [46], která se zabývala ověřením platnosti zákona družení přízí. V závěru své práce potvrdila zestejnomyěrňující efekt procesu skaní přízí ze stejných jednoduchých přízí. Že hmotová nestejnomyěrnost skányých přízí je nižší, než přízí jednoduchých je probíráno i u Ursínyho [45]. V práci Jezudekové [16] vyšel vliv zákrutu jako nevýznamný pro hmotovou nestejnomyěrnost skányých přízí. Naopak s rostoucí hodnotou jemnosti se nestejnomyěrnost snižovala, což autorka připisuje většímu počtu vláken v průřezu hrubších přízí.

1.3.5 Pevnost a tažnost

Pevnost a tažnost patří k nejdůležitějším vlastnostem at' už vláken, pramene, jednoduché nebo skané příze. Zkoušky pevnosti a tažnosti probíhají současně a jsou prováděny na dynamometru, dle normy ČSN EN ISO 2062 [18], kde je materiál namáhán tahem do přetrhu. Jedná se (nejčastěji) o jednoosé namáhání. Absolutní pevnost, která je definována jako síla potřebná k přetrhu příze, se vyjadřuje v jednotkách [N]. V praxi se využívá spíš její přepočet na poměrnou pevnost v [N/tex][8]. Je ovlivňována mnoha faktory, zejména počtem zákrutů, resp. zákrutovým koeficientem, stupněm napřímení vláken, migrací vláken atd [17], [8].

Vztah pro přepočítání absolutní pevnosti na pevnost poměrnou:

$$\sigma = \frac{F}{T} \quad (31)$$

Kde σ je poměrná pevnost v tahu [N/tex], F je absolutní pevnost v okamžiku přetrhu [N], a T vyjadřuje jemnost příze [tex].

Podle Neckáře [11] existují v mechanickém chování jednotlivých vláken individuální rozdíly náhodného charakteru (způsobené zeslabenými místy, poruchami atd.), a proto dochází při trhání vláknenného svazku k přetrhům jednotlivých vláken při různých hodnotách jejich poměrného prodloužení. V napínaném svazku tedy existují vlákna ve třech stavech: nejprve jsou to ta, která se dosud nenarovnala a nepřenášejí zatím žádnou sílu. Pak jsou tu vlákna, která jsou v různé míře napjatá a nějakou tahovou sílu přenášejí. A do třetice jsou ve svazku vlákna, která taktéž nepřenášejí žádnou sílu, neboť jsou již přetržená.

Pevnost i tažnost považujeme za náhodné proměnné a jejich hodnoty se pohybují v intervalu $\langle 0; \infty \rangle$.

Tažností rozumíme poměrné prodloužení při maximální tahové síle a můžeme ji tedy vyjádřit vztahem (32):

$$\varepsilon = \frac{L_p - L_0}{L_0} 100 \quad (32)$$

Ve vztahu ε představuje tažnost – poměrné prodloužení při maximální tahové síle [%], L_p je délka vzorku příze v okamžiku přetržení [mm] a L_0 je počáteční délka vzorku při upnutí do čelistí [mm] [17].

1.3.5.1 Predikce vlivu zákrutů na pevnost a tažnost

Jak bylo uvedeno v kapitole o zákrutu příze, zakroucením se vlákna více přitlačí k sobě, zvyšuje se počet třecích míst a příze se stává pevnější. To ovšem platí, jen dokud nedojde k překročení kritického zákrutu. Souvislostí mezi pevností a zákrutem se zabýval i Neckář [11], který mimo jiné uvádí, že i svazek vláken, která nejsou nijak zakroucená, vykazuje určitou pevnost, způsobenou přirozeným třením mezi vlákny. S tím, jak tomuto svazku udělujeme zákrut, zvýší se tření mezi vlákny a jeho pevnost začne růst. V určitém bodě dosáhne příze své maximální pevnosti. Je tomu tak v oblasti tzv. kritického zákrutu.

Obečným předpokladem je, že po jeho dosažení se začne pevnost opět zmenšovat, neboť zároveň vzroste i sklon vláken k ose příze. Větší sklon způsobí zhoršení poměru rozkladu sil. Délková textilie pak není schopna přenášet tahovou sílu a nastává rychlá destrukce.

Dále pak v případě skaných přízí Ursíny [6] uvádí, že pevnost skané příze závisí na velikosti a směru přádního i skacího zákrutu. Rovněž závisí na počtu seskávaných jednoduchých přízí, a jejich jemnosti. Ursíny také popisuje, že průběh pevnosti skané příze v závislosti na zákrutovém koeficientu je možné vysvětlit pomocí "vnitřního tlaku", který je ve skané přízi vytvářen dvěma složkami. První složkou je vnitřní tlak způsobený zákrutem přádním a druhou složkou je vnitřní tlak způsobený zákrutem skacím. Zakrucováním vzniká napětí ve vláknech vnějších vrstev příze. Toto napětí směrem k ose klesá. Důsledkem je vznik normálových sil, které stlačují jádro příze, a tím se soudržnost vláken zvyšuje. Vnitřní tlak v jednoduchých přízích roste se zvětšujícím se přádním zákrutem. Výše zmíněné platí jen do zákrutu kritického [6].

Můžeme předpokládat, že příze konstrukce SS-Z a ZZ-S se budou chovat podobně, zatímco příze SZ-Z by mohla dosahovat zákrutu kritického při nižších skacích zákrutech. Při skaní se jednoduchá příze se zákrutem ve směru S bude pravděpodobně částečně rozkrucovat, zatímco příze ve směru Z se bude stále zakrucovat, z čeho lze usuzovat, že k destrukci skané příze dojde při nižší úrovni skacího zákrutu.

Modelováním pevnosti a tažnosti příze se zabývala také například práce Hidhiko Kayuma a spol. [19], ve které byly zkoumány dvojmo skané příze s opačným skacím zákrutem, než byl zákrut jednoduchých přízí. Dochází ke stejným závěrům jako Ursíny [6]. Vliv skacího a přádního zákrutu na pevnost a tažnost analyzovali i autoři Ömeroglu [28] a Palaniswamy s Mohamedem [42]. Všichni se shodují, že pevnost skané příze závisí na velikosti a směru přádního i skacího zákrutu. Ovšem nikdo se nezabýval zákruty nad 1200 m^{-1} .

K tomuto závěru došla i Zimová [40], která se v predikci a výpočtech opírá o Neckáře [11].

V textilní praxi se většinou usiluje o co nejlepší využití pevnosti. Ta u přízí se zákruty nad kritickou hranicí klesá. Na druhou stranu vykazují tyto příze vysokou pružnost, které je vhodná pro výrobu kompresních obinadel, nebo rovněž efektních přízí. Přesto je problematika vysokých zákrutů poměrně málo probádaná.

V případě tažnosti je predikován její růst se zvyšujícím se zákrutem. Opět se vychází z ideálního šroubovicového modelu. Neckář [47] uvádí odvození vztahu pro predikci tažnosti pomocí Poissonova poměru příčné kontrakce η , který je roven zápornému podílu poměrného „prodloužení“ poloměru ε_r a poměrného prodloužení svazku ε_a (vztah 33).

$$\eta = -\frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_a} \quad (33)$$

Dále uvádí vztah mezi poměrným prodloužením svazku ε_a a poměrným prodloužením vláken ε_l (vztah 34).

$$(1 + \varepsilon_l)^2 = 1 + 2\varepsilon_a(\cos^2\beta_D - \eta\sin^2\beta_D) + \varepsilon_a^2(\cos^2\beta_D + \eta^2\sin^2\beta_D) \quad (34)$$

Gegauff zavedl zjednodušující předpoklad malých deformací zakrouceného svazku, tzn. malého přírůstku prodloužení zakrouceného svazku vláken ε_a a poměrného prodloužení vláken ε_l . Pokud se tedy $\varepsilon_a^2 \rightarrow 0$, $\varepsilon_l^2 \rightarrow 0$ a $\eta = 0$, pak dochází Gegauff ke vztahu (35).

$$\varepsilon_l = \varepsilon_a \cos^2\beta_D \quad (35)$$

Kde β_D [°] je úhel sklonu vlákna k ose svazku. [47] V aplikaci pro skanou přízi by pak platilo [45]:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{ps}}{\cos^2\beta_s} \quad (36)$$

Kde ε_s [%] představuje poměrné protažení skané příze, ε_{ps} [%] je poměrné protažení jednoduché příze ve struktuře skané příze, a β_s [°] je úhel sklonu osy jednoduché příze k ose skané příze.

1.4 Bavlna a její vlastnosti

Základním „stavebním kamenem“ všech rostlin je celulóza. Bavlna patří stejně jako len, konopí nebo sisal atd., mezi celulózová přírodní vlákna. Je nejčistším zdrojem celulózy a z hlediska objemu výroby se jedná o nejběžnější a nejvýznamnější textilní surovinu. Velký význam má bavlna i ve směsích s vlákny syntetickými, např. PES, PA nebo PAN. Samotný bavlník (Gossipium), čeled' slézovitá, zahrnuje více než 40 zástupců a podléhá neustále dalšímu šlechtění kvůli své barvě, pevnosti, jemnosti i délce vláken. K jeho

zástupcům patří především bavlník černosemenný a bavlník zelenosemenný a hlavní kultivované druhy jsou například bavlník srstnatý, bavlník stromový a bavlník bylinný.

K jejím výhodám patří příjemný omak, měkkost, pružnost a dobrá afinita k barvivům. Bavlna je schopna snášet i vyšší teploty a alkalické prostředí, což je důležité pro praní (výrobci však často doporučují nízké teploty praní kvůli barvivům). Nevýhodami jsou naopak mačkavost, srážlivost a nízká odolnost vůči plísním. Vlivem slunečního záření materiál ztrácí pevnost a žloutne [5].

Tabulka 1 Základní vlastnosti bavlněných vláken [10]

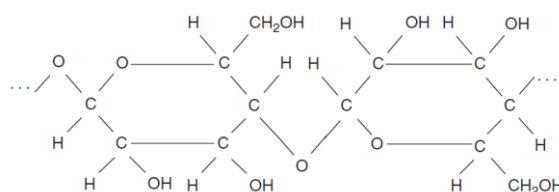
Relativní pevnost	za sucha 2–5 cN/tex, za mokra 100-120% pevnosti za sucha
Tažnost	za sucha 6-10%, za mokra 7-11%
Hustota	1500-1540 kg/m ³
Délka	kladený stapl, liší se dle druhu bavlníku, přibližně 10-60 mm
Jemnost	1-4 dtex
Vzhled	přirozená barva je krémová až hnědá se žlutavým nádechem
Elastické zotavení	při 2% protažení je 74%, při 4% protažení je 45%
Navlhavost	7,5 - 8,5% při 65% vlhkosti vzduchu (standardní podmínky)
Zralost	vlákna se dělí na zralá, nezralá, mrtvá
Účinek tepla	žloutne při 120°C, 150°C hnědne, po delším působení hoří
Účinek stáří	prakticky nestárne
Používaná barviva	kypová, indigosolová, reaktivní, přímá, sirná...

Když se bavlna zbaví tuků a vosků, například vyvářkou, ze svého povrchu, stává se hydrofilní díky volným hydroxylovým skupinám (-OH) v amorfních oblastech, které mají schopnost vázat vodu pomocí vodíkových můstků. Tato schopnost je však omezená, a to tak, že nedochází k rozpadu celulózy, ale jen k jejímu bobtnání.

1.4.1 Struktura a chemické složení

Z hlediska vnitřní struktury je každé vlákno samostatnou buňkou. Uvnitř tobolky bývá kolem 75 semen, která obrůstá cca 150 000 vláken. Ta jsou dlouhá, zploštělá, nepravidelná a stočená do šroubovice podél své podélné osy. Dle Mortona a Hearlea [4] je úhel šroubovice téměř konstantní (20 - 23°, ve vnějších vrstvách až 35°) a nezávislý na druhu bavlny. Poté, co zralá tobolka praskne, se začne vlákno vysušovat a tvoří se silné vodíkové můstky, které jsou dále neporušitelné. Následkem toho dochází ke zborcení stěny vlákna a zakrucování vlákně stužky. Tomuto jevu se říká konvoluce. Primární vrstva – kutikula, je pokryta ochrannou vrstvou z vosků, tuků a pektinů. Její tloušťka je přibližně 0,1 - 0,2 μm. Pod ní se nachází vrstva sekundární, která představuje většinu hmoty vlákna (až 95%) a jejíž jednotlivé stěny jsou tvořeny mikrofibrilami. Vlákno má ledvinovitý tvar průřezu a směrem ke špičce se zužuje. Vnitřek vlákna tvoří dutina – lumen, který se táhne celou délkou vlákna [5], [12].

Molekula bavlny [12]:



Obrázek 11 Molekula bavlny, převzato z Handbook of fibre rope technology [12]



Obrázek 12 Konvoluce bavlny a ukázka jejího lumenu [12]

- Složení bavlny: 88 – 96% celulóza, obsažená především v sekundární stěně
0,9 – 1,2% pektiny v primární stěně
1,1 – 1,9% proteiny, většinu odstraní vyvářka
0,3 – 1% tuky a vosky na povrchu a v primární stěně

Dále pak organické kyseliny, minerální soli (hlavně v lumenu), cukry, vitamíny a pigmenty. Přesnější složení a kvalita se liší podle druhu, zralosti, půdních podmínek a zpracování plodiny [5].

1.5 Bělení a jeho vliv na vlastnosti bavlněné příze

Cílem textilních předúprav je zlepšení kvality předlohy z hlediska užitných a zpracovatelských vlastností (bělost, savost, lesk, afinita k barvivům,...), které jsou nezbytné pro další zušlechťovací operace. Bez těchto zušlechťovacích kroků by textilní produkty byly dále jen obtížně zpracovatelné, nevhledné a jejich užité vlastnosti by byly nevyhovující.

Bělení je chemická úprava, která usiluje o dosažení požadované bělosti. Jeho hlavním úkolem je odstranění všech barevných příměsí (hlavně přírodních barevných pigmentů), způsobujících nežádoucí zbarvení. Tím jsou myšleny např. zbytky semen bavlníku, nebo obalů, které nebyly odstraněny při předchozích úpravách a vyvářce. Zároveň se snažíme dosáhnout při maximální šetrnosti k vláknům a vysoké hospodárnosti dobré smáčivosti [1], [2].

Všech barevných příměsí se zbavíme tak, že je převedeme na látky bezbarvé nebo rozpustné. Toho docílíme oxidací nebo redukcí [1].

Nejčastějším způsobem bělení je oxidační bělení, které je stálé, ale dražší. Oxidační činidla se pak z materiálu snadno odstraní praním.

Při redukcí barevných pigmentů se přírodní barviva pomocí redukčních činidel také převedou na látky bezbarvé. Ovšem praním k jejich odstranění nedojde, a tak dále zůstávají v textilním materiálu. Nebarevné pigmenty pak mohou časem opět oxidovat a změnit se zpět na barevné, čímž dochází k postupnému žloutnutí dřívě vyběleného materiálu. Bělení redukcí je tedy levné, ale nestálé [1], [3].

Zdroj [3] uvádí i možnost kombinace oxidačního a redukčního bělení, nebo bělení současně s optickým zjasňováním, jehož podstatou je posun neviditelných ultrafialových paprsků do viditelné části spektra.

Pro dosažení lepších stálostí se materiály z bavlny a jejich směsí bělí pouze oxidačně. V praxi se provádí bělení především chlornanem sodným NaClO , chloritanem sodným NaClO_2 , nebo peroxidem vodíku H_2O_2 .

Během bělení dochází k navázání chloru na vlákna bavlny a vzniku chloraminů. Následkem rozpadu chloraminů by časem došlo k poškození materiálu vzniklou kyselinou chlorovodíkovou HCl . Proto je po bělení nutné chlor z vláken odstranit. Toho dosáhneme

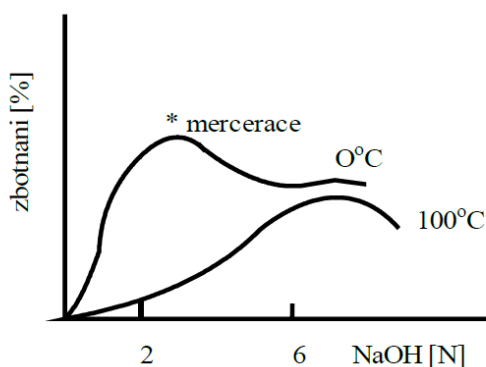
tzv. antichlorací, při níž se chloraminy převedou na původní aminy. Většinou antichlorujeme 20 minut při teplotě 20° C. Na závěr musí být materiál znovu dobře vyprán. Velký vliv na celý proces bělení má teplota lázně, její pH a doba bělení [3].

1.5.1 Vliv chemických činidel na bavlnu

Díky svému chemickému složení a struktuře je celulóza poměrně málo reaktivní. Ovšem i tak je velmi citlivá vůči vlhkosti, která ovlivňuje její pevnost a tažnost. Dále také vůči kyselinám, jejichž působením snadno dochází u bavlny k hydrolyzaci, zejména za horka. Vlivem oxidačních činidel dojde k rozštěpení cyklu a vzniku oxycelulózy, což má za následek zkracování makromolekulárního řetězce celulózy. V důsledku čehož klesá polymerační stupeň vláken a s ním i pevnost.

Působením alkálií se v celulóze přeruší vodíkové můstky a díky tomu vlákna začínají bobtnat. To vede ke změně jak tvarových, tak i mechanických vlastností. Celulózová vlákna se mohou dokonce v alkáliích částečně rozpouštět [1].

Působení NaOH za varu a současného napínání dochází k merceraci bavlny. Vzniká alkaliceleulóza, důsledkem čehož se mohou navazovat molekuly vody a vlákno bobtná. Vlákna po merceraci jsou pevnější, lesklejší a mají i lepší sorpci [5].



Obrázek 13 Bobtnání v NaOH při 0°C a za varu [5]

Bělení pomocí chlornanu sodného:

Chlornan sodný (NaClO) se používá k bělení vyvařeného bavlněného materiálu. Jedná se o silné oxidační činidlo, díky aktivnímu kyslíku, který je vysoce reaktivní. Po samotném bělení je potřeba materiál intenzivně vyprat, aby došlo k odstranění chloru, který by dále poškozoval vlákna. Dalšími nezbytnými operacemi jsou kyselení (neutralizace zásady),

antichlorace a nakonec opět praní. Chlornan sodný je levný, avšak ekologicky nevyhovující [1].

Bělení pomocí chloritanu sodného:

Výhodou chloritanu sodného (NaClO_2) je možnost vynechání vyvářky, vysoká rychlost procesu a šetrnost k vláknům. Používá se především pro bělení lnu a jeho směsí s vlákny chemickými. Z ekologického hlediska je opět nevyhovující [1], [2].

Bělení pomocí peroxidu vodíku:

Tento způsob bělení, pomocí H_2O_2 , je považován za nejpoužívanější. Je dokonce šetrnější, než bělení pomocí NaClO a poskytuje také lepší stálosti. Umožňuje vynechat alkalickou vyvářku, protože se provádí v alkalické lázni za horka. Při tom se odštěpuje aktivní kyslík. Jedná se o nejběžnější bělicí prostředek. Na závěr bělení je opět nutné materiál dobře vyprat. Je ekologicky více vyhovující [1], [2].

1.5.1.1 Predikce vlivu bělení na vlastnosti přízí

Během předúpravy textilního materiálu dochází ke zlepšení jeho vlastností a zároveň je materiál připravován pro další zušlechťující operace. U bavlny se kromě odstranění nečistot často snažíme o dosažení nejvyššího stupně bělosti. Pro bělení je důležitá hodnota pH lázně, při které dojde ke vzniku potřebného množství aktivního kyslíku, který má bělicí schopnost. Různé bělicí prostředky potřebují různou kyselost a koncentraci aktivních látek. V práci [41] se Pozděňová zabývala hledáním optimální receptury bělicí peroxidové lázně. Z jejích výsledků vyplývá, že vlastnosti bavlny (především pevnost a tažnost) jsou ovlivněny dobou samotného bělení, množstvím stabilizátoru a peroxidu vodíku. Pokud by byl poměr stabilizačních prostředků příliš malý, došlo by k oxidačnímu poškození vláken. Jelikož je bavlna citlivá na oxidační činidla, která se při její úpravě uplatňují, můžeme předpokládat, že vlivem operace bělení, bude docházet ke změnám pevnosti i tažnosti materiálu, jak tomu bylo i u výše zmíněné práce [41]. Vliv chemických činidel na bavlnu byl analyzován v práci Fathimy Farid [44], kde byl u přízí vybělených pomocí H_2O_2 zjištěn pokles pevnosti i tažnosti. Otázkou bylo působení bělení na chlupatost přízí. Tento problém byl rozebírán v práci autorů Abdula a Sandipa [43], kteří se také zabývali přízemi bělenými pomocí H_2O_2 . V jejich práci je prokázáno, že bělení zvýšilo chlupatost přízí vlivem přesoukání na perforované cívky.

Naopak nepredikujeme žádný dopad bělicích činidel na hmotovou nestejnou měrnost, jemnost ani zákrut.

1.6 Statistické zpracování naměřených dat

Zpracování naměřených hodnot proběhlo převážně v programu QC-Expert [30]. Jedná se o program sloužící ke statistickým analýzám. Software, pracující off-line, je součástí souhrnné metodiky zpracování dat. Pomocí tohoto programu byla zkoumána normalita a homogenita, což nám umožnilo vyhledat a následně vyřadit vybočující a odlehlá měření a hrubé chyby. S jeho pomocí mohla být provedena i dvoufaktorová analýza rozptylu Anova, která pomohla určit míru vlivu faktoru konstrukce příze a zákrutu na vybrané a měřené vlastnosti (v případě vlivu zákrutu byla použita jednofaktorová Anova).

1.6.1 Aritmetický průměr \bar{x}

Jedná se o nejpoužívanější charakteristiku polohy. Konkrétně aritmetický průměr je vymezen pro průměr výběrového souboru. Lze ho vyjádřit jako součet všech hodnot v souboru, dělený jejich počtem, jak uvádí vztah (37). Nevýhodou je snadná ovlivnitelnost výsledné hodnoty vybočujícími, odlehlými měřeními, které mohou přesnost střední hodnoty zkreslit. Z tohoto důvodu jsou prováděny testy normality a homogenity, která tato měření odhalí.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (37)$$

Kde n je počet měření, x_i jsou naměřené hodnoty souboru [31].

1.6.2 Směrodatná odchylka s

Směrodatná odchylka je nástrojem pro vyjádření míry statistické variability souboru, resp. udává, jak moc jsou data rozptýlena kolem střední hodnoty. Výběrovou směrodatnou odchylku můžeme vyjádřit vztahem (38).

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (38)$$

Kde n je počet měření, x_i jsou naměřené hodnoty souboru a \bar{x} je aritmetický průměr [32].

1.6.3 Variační koeficient v

Můžeme jej definovat jako relativní míru variability. Je využíván pro srovnání variability mezi dvěma a více soubory dat. Podle vztahu (39) může být vypočítán jako podíl směrodatné odchylky s a střední hodnoty \bar{x} , po vynásobení stem se vyjadřuje v procentech [33].

$$v = \frac{s}{\bar{x}} 100 \quad (39)$$

1.6.4 Interval spolehlivosti IS střední hodnoty

Jiným slovy intervalový odhad střední hodnoty udává přesnost odhadu a zároveň jeho rozptýlenosti. Nejčastěji používáme 95% interval spolehlivosti, který vyjadřujeme vztahem:

$$95\% IS = \bar{x} \pm t_{(n-1)(1-\alpha/2)} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (40)$$

Kde \bar{x} představuje aritmetický průměr, s je výběrový rozptyl, n počet hodnot, a $t_{(n-1)(1-\alpha/2)}$ značí $(1-\alpha/2)$ procentní kvantil t-rozdělení o $(n-1)$ stupních volnosti [34].

1.6.5 Homogenita a normalita dat

Ověření normality je důležité pro klasickou analýzu dat a testování vybočujících měření statistického souboru, proto jej provádíme hned na začátku zpracovávání dat. Vybočující hodnoty, odlehlá měření a hrubé chyby by jinak mohly znehodnotit celou statistickou analýzu. V praxi používáme tzv. normální rozdělení, nebo také Gaussovo rozdělení, které je dáno střední hodnotou a rozptylem. Graficky ho vyjadřuje Gaussova křivka, která je osově symetrická podle střední hodnoty. Existuje řada testů normality. Zdroj [35] uvádí např. Shapirův-Wilkův nebo Kolmogorovův-Smirnovův test, který je součástí základní statistiky v programu QC Expert. Pro grafické znázornění se často používají histogramy nebo boxploty (krabicové grafy). Významné jsou i tzv. Q-Q grafy, které jsou zároveň i nejpoužívanější [35]. V programu QC Expert, který byl v této práci využíván, lze vybočující hodnoty snadno nalézt pomocí krabicových grafů. Po vyřazení hodnot je potřeba základní statistiku provést znovu.

1.6.6 Dvoufaktorová analýza rozptylu ANOVA

Analýzu rozptylu můžeme chápat jako prostředek, který nám umožňuje ověřit vztahy mezi vysvětlovanými a vysvětlujícími proměnnými. Jednotlivá hlediska (faktory) nabývají však jen omezeného množství hodnot, na základě kterých je můžeme řadit do kategorií. Rozlišujeme Anovu jednofaktorovou, dvoufaktorovou, příp. vícerozměrnou. Jednofaktorovou Anovou můžeme analyzovat účinek jednoho faktoru na zkoumanou závisle proměnnou. Jedná se o nejjednodušší případ analýzy rozptylu.

Pokud zkoumáme vliv dvou faktorů na závisle proměnnou, používáme dvoufaktorovou analýzu rozptylu s pevnými efekty pro vyvážené modely s opakováním nebo bez opakování. Tato analýza vychází ze vztahu:

$$y_{ijk} = \mu_{ij} + e_{ijk} \quad (41)$$

Kde y_{ijk} představuje očekávaný výsledek, μ_{ij} je skutečná „teoretická“ hodnota výsledku a e_{ijk} je náhodná chyba [35].

V našem případě byla využita dvoufaktorová analýza pro zkoumání vlivu konstrukce příze a počtu zákrutů na vlastnosti přízí [35]. Jednofaktorová analýza byla použita pro vliv bělení.

Experimentální část

Před uskutečněním experimentů, byly stanoveny předpoklady chování přízí v závislosti na počtu zákrutů a také předpoklady změny chování textilního materiálu po vybělení. Byl proveden průzkum v literatuře i časopiseckých publikacích (a to i zahraničních) a v závěrech předešlých bakalářských a diplomových prací souvisejících s tématem. Jak bylo zmíněno v úvodu, experimentální část práce je rozdělena na dvě části (A – analýza vlivu zákrutu, B - diskuze vlivu bělení). Vliv zákrut na mechanicko-fyzikální vlastnosti staplových přízí byl mnohokrát předmětem zkoumání a měření. V našem případě jsou ovšem bavlněné příze ještě vybělené, a u skaných nabývají velikostí zákrutů překračujícího pomyslnou hranici zákrutu kritického. Kromě jednoduchých a dvojmo skaných přízí se shodnými přádními a opačným skacím zákrutem (ZZ-S, SS-Z), se v souboru našich vzorků objevují i skané příze s opačnými přádními zákruty (SZ-Z). Taková konstrukce přízí se často předmětem měření nestává.

Byla ověřena jemnost a počet zákrutů, změřena jejich pevnost, resp. poměrná pevnost, tažnost, hmotová nestejnomyšnost a chlupatost. Byl hodnocen i průměr příze. Získané výsledky byly rovněž porovnány s výsledky měření jednoduché příze použité pro skaní. Nakonec byl aplikován geometrický model počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní v závislosti na počtu skacích zákrutů. Jelikož se jednalo o příze bělené, je součástí experimentu zkoumání vlivu bělení na vybrané vlastnosti jednoduchých přízí.

Všechny testované vzorky byly uloženy v klimatizované místnosti, a to minimálně po dobu 24 hodin. Zkoušky probíhaly za podmínek stanovených normou ČSN EN 20139 (80056) [27].

Výsledky všech měření byly staticky zpracovány, to znamená podrobeny testování normality a homogenity v programu QC Expert, na základě čehož byla vybočující měření odstraněna. Byla vypočtena základní statistika (aritmetický průměr dle vztahu (37), směrodatná odchylka (38), variační koeficient (39), intervaly spolehlivosti (40)). V části A byla rovněž provedena dvoufaktorová analýza rozptylu Anova s cílem stanovit statistickou významnost či nevýznamnost vlivu úrovně skacího zákrutu (600, 1200, ...) a konstrukce příze (SS-Z, SZ-Z, ZZ-S) na sledovanou vlastnost skané příze (pevnost, tažnost, chlupatost...). Analýza byla provedena na 5% hladině významnosti. V části B byla provedena jednofaktorová analýza rozptylu, faktorem byl stav příze (bělená, rezná).

Tabulky s výsledky analýzy rozptylu Anova jsou zařazeny v příloze A.

Následující experimentální část uvádí a popisuje postupy měření přízí. Obsahuje vyhodnocení a odůvodnění chování zkoumaného materiálu.

2 Část A - analýza skaných přízí

2.1 Materiál

Vzorky pro tuto diplomovou práci byly poskytnuty z interního projektu SGS 21249. Příze jsou 100% bavlněné (bavlna GIZA86 - parametry vláken: jmenovitá jemnost vláken 1,76 dtex, jmenovitá staplová délka 34,8 mm, jmenovitá pevnost vláken 39 cN/tex, jmenovitá tažnost vláken 8,9%).

Pro hlavní část práce (vliv zákrutu) byly k dispozici příze jak bělené dvojmo skané s různou úrovní zákrutu, tak bělené jednoduché, ze kterých byly skané příze vyrobeny. Upředeny byly bavlnářskou mykanou technologií (prstencovou). Skaní bylo provedeno na prstencovém skacím stroji. Obojí bylo realizováno v Egyptě. Vyrobené skané příze mají různé konstrukce z hlediska směru zákrutu předního u jednoduchých přízí a zákrutu skacího. Pro přehlednost jsou parametry uvedeny v tabulce 2.

Všechny příze z této části byly bělené směsí peroxidu vodíku a hydroxidu sodného. Použity byly i opticky zjasňující prostředky (OZP). Vyběleny byly taktéž v Egyptě, složení bělicí lázně na 200 l bylo následující:

1,3 kg bělidla (optické zjasňování)

4 kg smáčecích a pracích prostředků

9 kg peroxidu vodíku (HO)

4 kg louhu sodného (NaOH)

Do lázně byly přidány následující upravující látky:

1 kg hydrogensířičitanu sodného - prostředek pro odstranění zbylých bělicích činidel

5 kg lumen - změkčovač

0,5 kg hydrogen chloridu (HCl) – smáčedlo proti poškození vláken

Tabulka 2 Přehled přízí pro analýzu vlivu zákrutu

Vstup	T_j [tex]	Přádní z.	Skací z.	Z_j [m ⁻¹]
Jednoduché	1x20	S		900
	1x20	Z		900
Skané	2x20	Z+Z	S	600
				1200
				1800
				2200
	2x20	S+Z	Z	600
				1200
				1800
				2200
	2x20	S+S	Z	600
				1200
				1800
				2200

Pro ilustraci a objasnění chování přízí byly pomocí mikroskopu i elektronového mikroskopu zhotoveny snímky podélných pohledů přízí – viz příloha E.

2.2 Ověření jemnosti přízí

Ověření bylo provedeno gravimetrickou metodou na základě normy ČSN EN ISO 2060 (800702) [22]. Pomocí vijáku, s obvodem 1 m, byl odměřen úsek příze dlouhý 100 m. Takto odměřené vzorky byly zvaženy na digitálních vahách s přesností minimálně 0,1%. Od každého druhu příze bylo provedeno 5 měření. Podle vztahu (23) byla z hmotnosti vypočítána jemnost přízí v jednotkách tex.

Výsledky měření jsou uvedeny v tab. 3, graf závislosti jemnosti na velikosti zákrutu je zařazen v příloze A.

Tabulka 3 Výsledky měření - porovnání jmenovitých jemností T_j se skutečnými jemnostmi T_s pro skané příze

JEDNODUCHÉ PŘÍZE										
	Z [m^{-1}]	T_j [tex]	T_s [tex]	V [%]	95%IS				Z_j [m^{-1}]	
BĚLENÉ	Z	20	18,3	0,8	<	18,1	;	18,5	>	900
	S	20	18,4	2,3	<	17,9	;	18,9	>	900
DVOJMO SKANÉ PŘÍZE										
BĚLENÉ	SS-Z	2x20	36,2	4,3	<	34,3	;	38,2	>	600
			38,7	1,4	<	38,1	;	39,4	>	1200
			42,5	1,5	<	41,7	;	43,2	>	1800
			46,7	3,2	<	44,9	;	48,6	>	2200
	SZ-Z	2x20	39,5	1,1	<	38,9	;	40,0	>	600
			43,9	1,2	<	43,3	;	44,6	>	1200
			46,0	2,3	<	44,7	;	47,3	>	1800
			53,8	2,2	<	52,4	;	55,2	>	2200
	ZZ-S	2x20	37,6	1,8	<	36,8	;	38,4	>	600
			38,5	4,0	<	36,6	;	40,4	>	1200
			42,8	1,7	<	41,9	;	43,7	>	1800
			49,7	1,4	<	48,8	;	50,5	>	2200

Z výsledků (tab. 3) je zřejmé, že jmenovitá jemnost jednoduché příze je o cca 2 tex vyšší než naměřená jemnost. Jmenovitá jemnost příze je jemnost před bělením. Odchylka tak může být způsobena bělením příze. Vliv bělení je diskutován v části B.

Zároveň je z tabulky patrné, že hodnota jemnosti skané příze s rostoucím zákrutem mírně roste. To je dáno tím, že s vyšším počtem zákrutů, roste i množství hmoty na jednotku délky díky zkrácení vlivem zákrutu.

Anova

Výsledky dvoufaktorové analýzy ukázaly, že oba faktory vyšly na základě rozdílu mezi F-kritériem a kritickým kvantilem jako významné pro chování příze, a významná vyšla i jejich vzájemná interakce. Konstrukce příze a velikost jejího skacího zákrutu tedy významně ovlivňuje jemnost délkové textilie.

Pokud samostatně porovnáme příze s konstrukcemi SS-Z a ZZ-S, zjistíme, že rozdíly mezi nimi jsou statisticky nevýznamné, jejich intervaly spolehlivosti se téměř u všech úrovní zákrutů Z_s překrývají. Oproti tomu konstrukce SZ-Z vykazuje statisticky významné odchylky jemnosti od přízí ZZ-S či SS-Z, což je dáno vlivem jejich konstrukce, a potvrzeno to bylo i Anovou. Viz příloha A.

2.3 Ověření počtu zákrutů

Při ověřování počtu zákrutů byl použit zákrutoměr. Měření proběhlo dle normy ČSN 80 0701 [23], která je určena především pro nitě v návinech. Ke každému druhu příze bylo provedeno 30 měření při předpětí 0,5 cN/tex.

U jednoduchých přízí byla použita tzv. nepřímá metoda měření. Vzorek byl uchycen v čelistech s upínací délkou 0,2 m.

Nejprve byly ovšem ověřovány příze dvojmo skané tzv. přímou metodou. Aby byly dodrženy stejné podmínky pro všechny příze, bylo postupováno od přízí s nejvyšším jmenovitým zákrutem. Při tom bylo zjištěno, že na tak vysoký stupeň zákrutu nestačí stupnice zákrutoměru, a tak musela být upínací délka zkrácena na 0,2 m, aby bylo vůbec možné změřit prodloužení po rozkroucení.

Výsledky měření zákrutů v tabulce 4 byly pro úplnost doplněny ještě Köchlinovým zákrutovým koeficientem α , který byl vyjádřen ze vztahu (2).

Tabulka 4 Výsledky měření počtu zákrutů a porovnání se zákruty jmenovitými pro dvojmo skané příze

		JEDNODUCHÉ PŘÍZE								
		Z_j [m^{-1}]	Z_s [m^{-1}]	V [%]	95%IS				α [$ktex^{1/2}m^{-1}$]	
BĚLENÉ	Z	900	945	3,4	<	933	;	957	>	128
	S	900	913	1,3	<	909	;	918	>	124
		SKANÉ PŘÍZE								
BĚLENÉ	SS-Z	600	612	3,9	<	603	;	621	>	116
		1200	1185	2,3	<	1174	;	1195	>	233
		1800	1711	2,7	<	1694	;	1728	>	353
		2200	2223	2,0	<	2206	;	2239	>	481
	SZ-Z	600	629	4,4	<	618	;	639	>	125
		1200	1240	3,2	<	1225	;	1255	>	260
		1800	1808	2,4	<	1792	;	1825	>	388
		2200	2266	2,3	<	2246	;	2285	>	526
	ZZ-S	600	609	3,5	<	601	;	617	>	118
		1200	1149	1,1	<	1143	;	1154	>	225
		1800	1787	3,2	<	1766	;	1808	>	370
		2200	2486	3,3	<	2455	;	2517	>	554

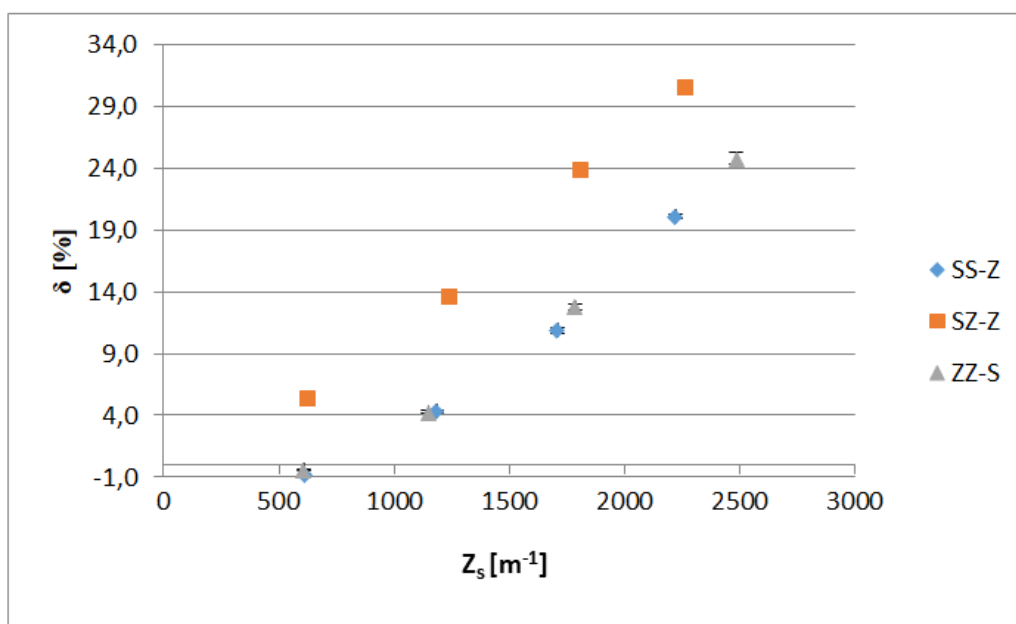
Relativní odchylka jmenovitého počtu zákrutů od aritmetického průměru naměřeného počtu zákrutů nepřekračuje cca 6% (vliv prokluzů vřetene skacího stroje či dopřádacího stroje) s výjimkou skacího zákrutu 2200 m^{-1} u příze ZZ-S, kde hraje roli pravděpodobně vliv nepřesného seřízení skacího stroje (tab. 4).

2.4 Seskání příze

Společně s ověřováním počtu skacích zákrutů, tzn. dle stejné normy, bylo na zákrutoměru sledováno prodloužení vlivem rozkrucování. Procento seskání bylo vypočteno dle vztahu (6). Výsledky jsou uvedeny v tab. 5 a grafu 14.

Tabulka 5 Výsledky měření seskání dvojmo skaných přízí

	$Z [m^{-1}]$	$\delta [\%]$	$V [\%]$	95%IS				
SS-Z	600	-0,8	15,4	<	-0,9	;	-0,8	>
	1200	4,3	6,9	<	4,2	;	4,4	>
	1800	10,9	5,6	<	10,6	;	11,1	>
	2200	20,1	3,0	<	19,9	;	20,3	>
SZ-Z	600	5,4	5,0	<	5,3	;	5,5	>
	1200	13,6	4,7	<	13,4	;	13,9	>
	1800	23,9	5,1	<	23,5	;	24,4	>
	2200	30,5	4,3	<	30,0	;	31,0	>
ZZ-S	600	-0,4	39,3	<	-0,5	;	-0,4	>
	1200	4,3	8,3	<	4,1	;	4,4	>
	1800	12,8	5,6	<	12,5	;	13,0	>
	2200	24,8	5,0	<	24,3	;	25,2	>



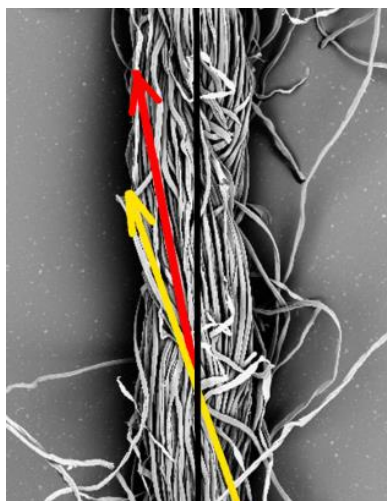
Obrázek 14 Graf závislosti procenta seskání δ na počtu zákrutů Z_s

V grafu (obr. 14) je vidět, jak procento seskání roste s vyššími zákruty. Původní předpoklad se tedy potvrdil. Sada SZ-Z vykazuje v každé zákrutové úrovni větší seskání, než zbylé dvě sady. To je pravděpodobně dáno její konstrukcí s opačnými přádními zákruty. Jinak řečeno, při udílení skacího zákrutu došlo ještě k většímu zakroucení jednoduché příze se směrem přádního zákrutu Z (stejný směr jako je zákrut skací). Proto

i při opačné operaci - rozkrucování - měla tato příze větší prodloužení a tedy bylo zjištěno i větší procento seskání skané příze.

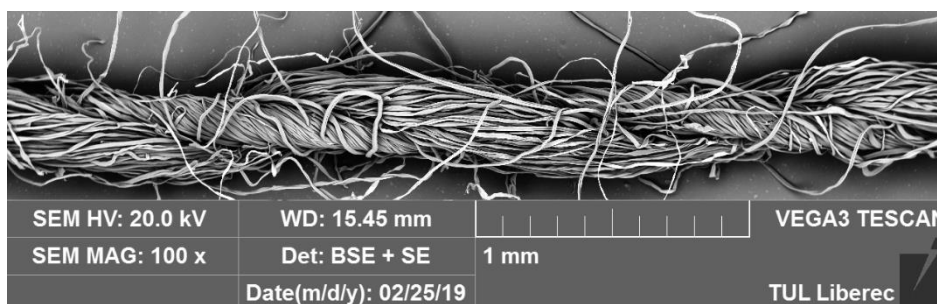
Výsledná hodnota seskání skané příze je pravděpodobně kombinací změny délky jednoduché příze a naddávky materiálu ve skané přízi. Při rozkrucování přízi s nejnižšími zákruty (600 m^{-1}) ze sady ZZ-S a SS-Z došlo nejprve k zápornému prodloužení (tj. zkrácení) délky skané nitě. Tento jev je způsoben tím, že v průběhu skaní se krutný moment přenáší i na jednoduché příze. A v případě, že tyto jednoduché příze mají opačný směr zákrutu, než je zákrut skací, dochází k částečnému rozkrucování jednoduchých přízi během skaní. Při měření seskání na zákrutoměru skanou přízi rozkrucujeme, přičemž jednoduché příze se opět zakrucují díky opačnému směru zákrutu předního, tím se skaná příze při rozkrucování zkracuje. Zkrácení je pravděpodobně větší než naddávka materiálu ve skané přízi, a to se projeví jako záporná hodnota seskání. (Stejně jako tomu bylo u práce Haasové [39].) S rostoucím počtem skacích zákrutů (1200 m^{-1} a výše) se seskání skané příze dostává do oblasti kladných hodnot, začne převládat faktor naddávky materiálu nad délkou odpovídající zkrácení jednoduché příze.

U experimentálních přízi s podobnou konstrukcí (ZZ-S a SS-Z) také došlo k tomu, že se vlivem skacího zákrutu intenzivně rozkrucovaly zákruty přední, avšak ke změně jejich zákrutů na opačný směr už pravděpodobně nedošlo. To je patrné ze snímku z elektronového mikroskopu (obr. 15), na kterém lze vidět, že vlákna jsou s osou jednoduché příze téměř rovnoběžná, i přesto však lze identifikovat směr zákrutu Z. U konstrukcí nad 1800 m^{-1} přestávají být směry zákrutů zřetelně patrné. Snímky přízi vyšších zákrutů jsou zařazeny v příloze E.

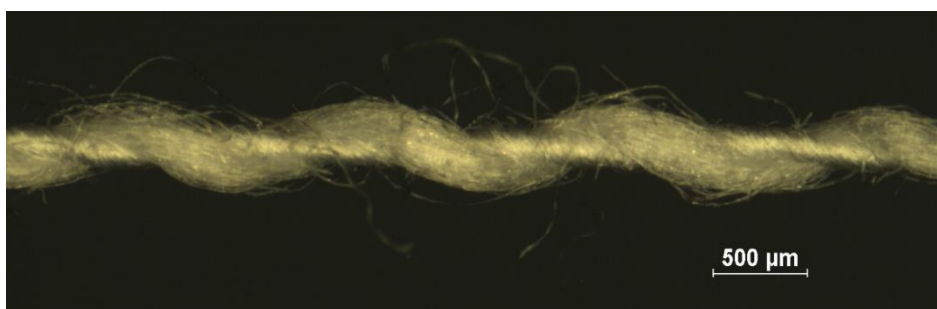


Obrázek 15 Snímek z elektronového mikroskopu - ukázka rozkroucení přídních zákrutů vlivem skaní (příze ZZ-S, 600 m^{-1}): žlutá šipka – osa jednoduché příze, červená šipka – směr (Z) vláken v jednoduché přízi

Výrazně rozdílné chování vykazovaly příze ze sady SZ-Z. Jak je vidět na ukázce snímku podélných pohledů z elektronového mikroskopu (obr. 16), a zároveň snímku z běžného mikroskopu (obr. 17), na sadě vzorků SZ-Z došlo vlivem skacího zákrutu k výrazným změnám struktury obou jednoduchých přízí.



Obrázek 16 Ukázka změny struktury příze (SZ-Z, 600 m^{-1}) – elektronový mikroskop



Obrázek 17 Ukázka změny struktury příze (SZ-Z, 600 m^{-1}) - mikroskop

Je patrné, že jednoduchá příze směru Z se ještě více zakroutila a jednoduchá příze směru S se zřetelně rozkroučila, avšak ke změně směru zákrutu pravděpodobně nedošlo.

Anova

I u seskání byla provedena dvoufaktorová analýza rozptylu Anova, a i zde byly oba faktory (úroveň skacího zákrutu a konstrukce příze) vyhodnoceny jako významné pro parametr seskání δ (to potvrzují i intervaly spolehlivosti středních hodnot, které se nepřekrývají).

2.5 Pevnost a tažnost

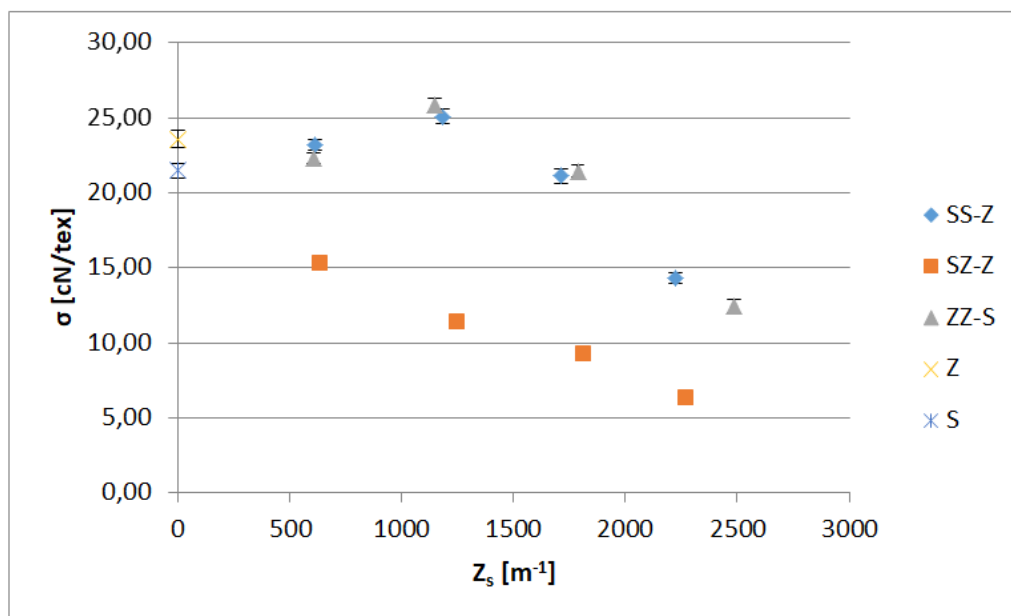
Experimentální zjišťování mechanických vlastností - pevnosti a tažnosti – proběhlo na trhacím přístroji INSTRON 4411, a to dle normy ČSN EN ISO 2062 (80 0700) [18]. Přístroj je určen pro realizaci jednoosého namáhání tahem, s konstantním přírůstkem prodloužení. U každé zkoumané cívky bylo provedeno 50 měření, s upínací délkou 0,25 m, rychlostí namáhání $250 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ a předpětím voleným podle hodnoty skutečné jemnosti (cca 0,2 – 0,25 cN/tex pro skané, 0,05 cN/tex pro jednoduché). Samotné měření spočívalo v tahovém namáhání nitě do její destrukce.

2.5.1 Poměrná pevnost

Pevnost byla přepočítána na poměrnou pevnost dle vztahu (31). Výsledkem je tabulka 6 se statistickým vyhodnocením a graf závislosti poměrné pevnosti na zákrutu (obr. 18). V grafu jsou pro porovnání na ose y vyneseny výsledky poměrné pevnosti jednoduchých přízí.

Tabulka 6 Výsledky měření poměrné pevnosti přízí měřené na INSTRONU

JEDNODUCHÉ PŘÍZE									
Z_s [m^{-1}]	σ [cN/dtex]	95% IS				V [%]	Z_j [m^{-1}]	T_j [tex]	
Z	945	23,58	< 23,01	; 24,15	>	8,55	900	20	
S	913	21,45	< 20,93	; 21,98	>	8,60	900	20	
SKANÉ PŘÍZE									
SS-Z	612	23,21	< 22,83	; 23,58	>	5,58	600	2x20	
	1185	25,08	< 24,63	; 25,54	>	6,33	1200		
	1711	21,11	< 20,61	; 21,60	>	8,24	1800		
	2223	14,32	< 13,95	; 14,70	>	9,14	2200		
SZ-Z	629	15,36	< 15,08	; 15,64	>	6,46	600	2x20	
	1240	11,50	< 11,20	; 11,81	>	9,34	1200		
	1808	9,38	< 9,12	; 9,64	>	9,83	1800		
	2266	6,41	< 6,26	; 6,57	>	8,38	2200		
ZZ-S	609	22,28	< 21,90	; 22,66	>	6,02	600	2x20	
	1149	25,82	< 25,39	; 26,25	>	5,84	1200		
	1787	21,44	< 21,04	; 21,85	>	6,68	1800		
	2486	12,44	< 12,00	; 12,88	>	12,45	2200		



Obrázek 18 Graf závislosti poměrné pevnosti na počtu zákrutů a porovnání s přízemi jednoduchými

Jednoduchá příze se směrem zákrutu S vykazuje menší pevnost, než je tomu v případě příze se směrem zákrutu Z. To je pravděpodobně způsobeno jejím nižším zákrutem Z_s . Výsledky mohou být ovlivněny ale i tahovými silami na prstencovém dopřádacím stroji, vnitřní napjatostí vláken a s tím souvisejícím seřízením dopřádacího stroje.

Z tabulky 6 a grafu 18 je patrné, že pevnost skaných přízí s konstrukcí SS-Z a ZZ-S roste do úrovně $Z_s = 1200 m^{-1}$. Potom pevnost opět klesá. Nárůst pevnosti je způsoben skaním, díky kterému došlo ke zvýšení tlaku ve vnější vrstvě jednoduché příze, to má

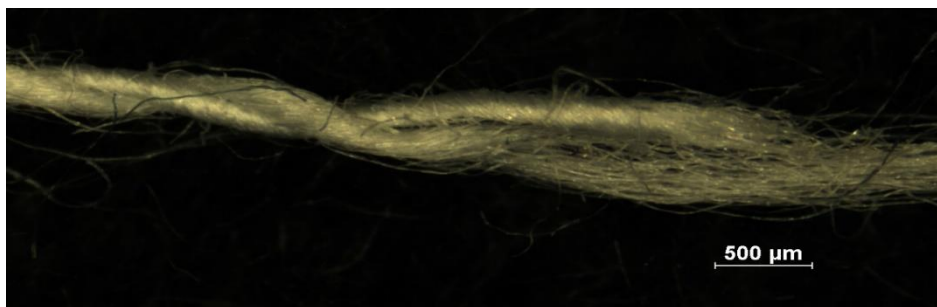
pravděpodobně za následek zvýšení soudržnosti vláken a tedy vyšší pevnost. Dále lze říci, že částečné rozkroucování jednoduchých přízí během skaní pravděpodobně přispívá k rovnoměrnějšímu zatížení vláken v přízi. Toto částečné rozkroucení rovněž způsobuje, že jsou vlákna v přízi uložena s nižším úhlem sklonu vzhledem k ose skané příze, což může mít pozitivní dopad na pevnost skané příze. Po překročení zákrutu kritického úhel osy jednoduché příze vzhledem k ose skané příze roste. Následkem toho se jednoduché příze i vlákna dostávají do „nevýhodné“ polohy vzhledem k využití jejich pevnosti v přízi skané. Nastává deformace skané příze, jejímž důsledkem je snížení pevnosti.

Zatímco příze s podobnou konstrukcí (SS-Z a ZZ-S), vykazovaly takřka shodný průběh závislosti poměrné pevnosti na zákrutu, příze s opačnými přádním zákruty (SZ-Z) měly průběh odlišný. Nejenže jejich pevnost byla v celém sledovaném rozsahu Z_s znatelně menší (až o 54%), ale dokonce i kritický zákrut překročily na mnohem nižší úrovni. Bohužel kvůli poměrně velkému rozmezí mezi jednotlivými úrovněmi skacího zákrutu nelze přesně určit, kde přesně nastal zákrut kritický. Můžeme ale odhadnout, že u sady SZ-Z došlo ke kritickému zákrutu nejspíš na úrovni kolem 600 m^{-1} (zatímco u sad SS-Z a ZZ-S až mezi $1200 - 1800 \text{ m}^{-1}$). Tato odlišnost je následkem rozdílné konstrukce, kdy se jednoduchá příze se zákrutem ve směru Z během skaní vlivem přenosu krutného momentu ještě více zakrucuje a jednoduchá příze se zákrutem ve směru S se rozkrucuje. Tím pádem obě jednoduché příze přenáší rozdílnou sílu a jejich celková pevnost klesá.

Pokud tedy porovnáme poměrné pevnosti skaných přízí s odlišnými konstrukcemi, dojdeme k závěru, že příze se shodnými přádními zákruty a opačným zákrutem skacím jsou schopny přenášet větší tahovou sílu, než příze s konstrukcí s opačným přádními zákruty (tj. ZS-Z).

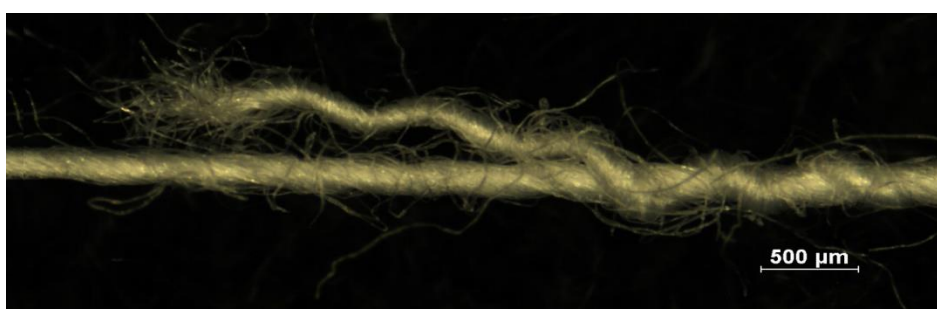
Na sadě vzorků SZ-Z se objevila, oproti zbylým dvěma sadám, ještě další odlišnost. Při trhání na přístroji Instron se přetrhla jen jedna ze dvou seskáných přízí. Stalo se tak přibližně u poloviny měření na této sadě. Situace je patrná z obrázků 19 – 22.

Zároveň lze dobře pozorovat, že jednoduchá příze směru Z v přízi skané se skáním ještě více zakroutila a nit směru S se takřka rozkroutila.



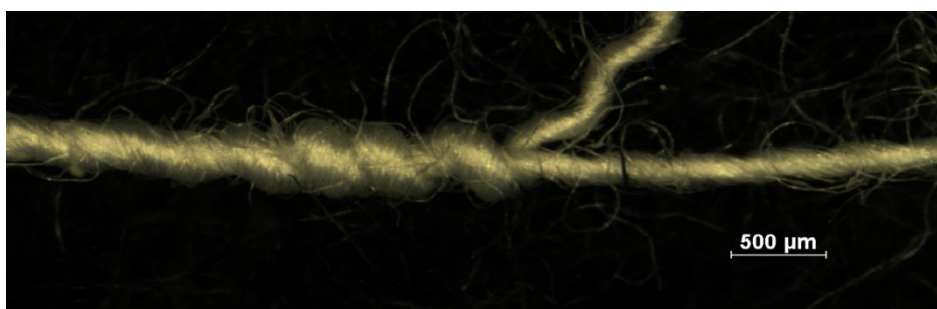
Obrázek 19 Ukázka přetrhu na Instronu, SZ-Z 600 m⁻¹

U hodnoty 600 m⁻¹ nebyl rozdíl pevností obou jednoduchých nití tak výrazný, proto se obě příze přetrhly takřka současně.



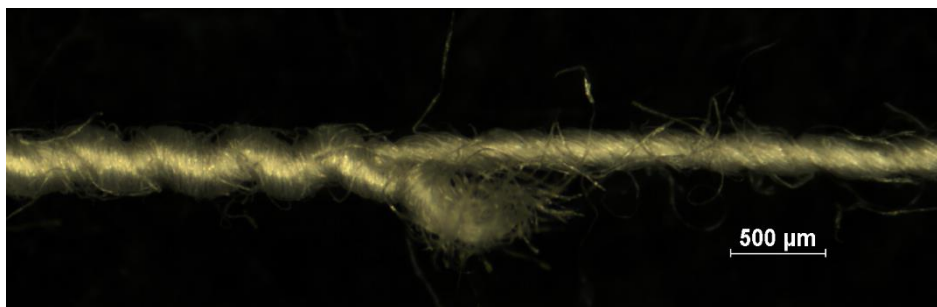
Obrázek 20 Ukázka přetrhu na Instronu, SZ-Z 1200 m⁻¹

U vyšších hodnot zákrutů se přetrhla jen jedna ze dvou seskaných přízí. Byla to ta, která měla stejný směr zákrutu, jako byl směr skaní (Z), to znamená, že u ní došlo k překročení kritického zákrutu a tím výraznému snížení pevnosti. Dělo se tak zhruba u poloviny měření na této sadě.



Obrázek 21 Ukázka přetrhu na Instronu, SZ-Z 1800 m⁻¹

Na úrovních zákrutů 1800 m⁻¹ se začaly příze překrucovat a vzniká zákrut druhého řádu.



Obrázek 22 Ukázka přetrhu na Instronu, SZ-Z 2200 m⁻¹

Příze SZ-Z se zákruty 2200 m⁻¹ se vyznačovala nejnižší pevností ze všech zkoušených vzorků.

Anova

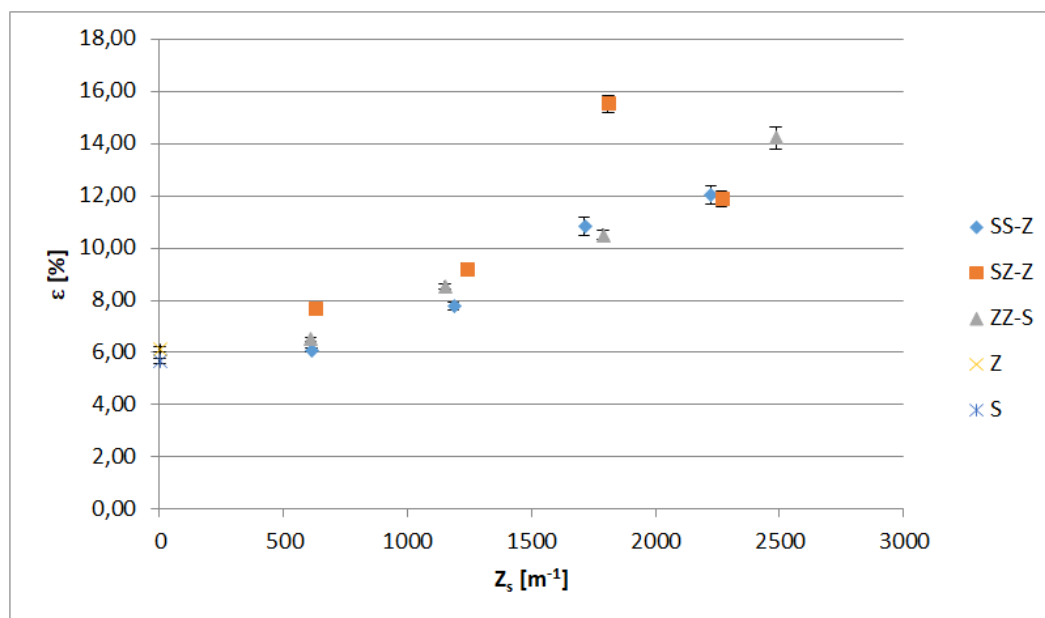
Výsledky dvoufaktorové analýzy ukázaly, že oba faktory vyšly na základě rozdílu mezi F-kritériem a kritickým kvantilem jako významné pro pevnost příze, a významná vyšla i jejich vzájemná interakce. Konstrukce příze a velikost jejího skacího zákrutu tedy významně ovlivňuje pevnost délkové textilie (podle intervalů spolehlivosti střední hodnoty byl statisticky nejvýznamnější rozdíl mezi SZ-Z a zbylými dvěma sadami).

2.5.2 Tažnost

Tažnost byla měřena (společně s pevností) na Instronu, tedy i za stejných podmínek, a vypočítána dle vztahu (32) z poměrného prodloužení při přetrhu. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 7 a zároveň byly vyneseny do grafu 23.

Tabulka 7 Výsledky měření tažnosti přízí měřená na INSTRONU

JEDNODUCHÉ PŘÍZE										
	Z_s [m^{-1}]	ϵ [%]	95% IS			V [%]	Z_j [m^{-1}]	T_j [tex]		
Z	945	6,12	<	6,03	;	6,21	>	4,98	900	20
S	913	5,67	<	5,59	;	5,75	>	5,08	900	20
SKANÉ PŘÍZE										
SS-Z	612	6,09	<	6,00	;	6,18	>	5,01	600	2x20
	1185	7,77	<	7,62	;	7,92	>	6,67	1200	
	1711	10,84	<	10,48	;	11,21	>	11,81	1800	
	2223	12,05	<	11,69	;	12,41	>	10,52	2200	
SZ-Z	629	7,67	<	7,57	;	7,78	>	4,92	600	2x20
	1240	9,20	<	8,97	;	9,42	>	8,59	1200	
	1808	15,54	<	15,21	;	15,87	>	7,46	1800	
	2266	11,88	<	11,57	;	12,19	>	9,10	2200	
ZZ-S	609	6,50	<	6,42	;	6,58	>	4,26	600	2x20
	1149	8,52	<	8,41	;	8,63	>	4,42	1200	
	1787	10,51	<	10,35	;	10,66	>	5,34	1800	
	2486	14,22	<	13,80	;	14,64	>	10,37	2200	



Obrázek 23 Graf závislosti tažnosti na počtu zákrutů a porovnání s přízí jednoduchou

Jednoduché příze podle očekávání vykazovaly nejnižší tažnost způsobenou nižšími zákruty a faktem, že nejsou skané. Všechny dvojmo skané příze projevovaly ze začátku stejný rostoucí trend závislosti tažnosti na zákrutu, což potvrzuje i práce Zimové [40], zmiňovaná v predikci. Avšak na úrovni zákrutů 1800 m^{-1} byla u příze ze sady SZ-Z zaznamenána vybočující průměrná hodnota tažnosti (viz. graf na obr. 23). Vysvětlením můžou být nevhodné podmínky skaní. Problém této sady SZ-Z byl konzultován ve výrobním závodě Schoeller Křešice. Zde bylo poskytnuto vysvětlení, že problém může být v seřízení samotného skacího stroje, to znamená v nastavené rychlosti skacího stroje a neodpovídající

velikosti napětí při skaní. Řešením by bylo pravděpodobně snížení rychlosti a napětí při výrobě.

Nárůst tažnosti skané příze s rostoucím zákrutem je pravděpodobně příčinou naddodávky materiálu. S rostoucím zákrutem roste ale také úhel sklonu osy jednoduché příze vzhledem k ose skané příze, což vytváří geometrický předpoklad pro vyšší tažnost (viz. vztah (36)).

Anova

Stejně jako v předchozích případech byly zvoleny faktory ovlivňující tažnost: konstrukce příze (SS-Z, SZ-Z, ZZ-S) a zákrut příze (600, 1200, ...). Výsledky dvoufaktorové analýzy ukázaly, že oba faktory vyšly na základě rozdílu mezi F-kritériem a kritickým kvantilem jako významné pro tažnost příze, a významná vyšla i jejich vzájemná interakce. Konstrukce příze a velikost jejího skacího zákrutu tedy významně ovlivňuje tažnost délkové textilie. To potvrzují i nepřekrývající se intervaly spolehlivosti střední hodnoty.

Ukázka z výstupu přístroje Instron je zařazena v příloze B.

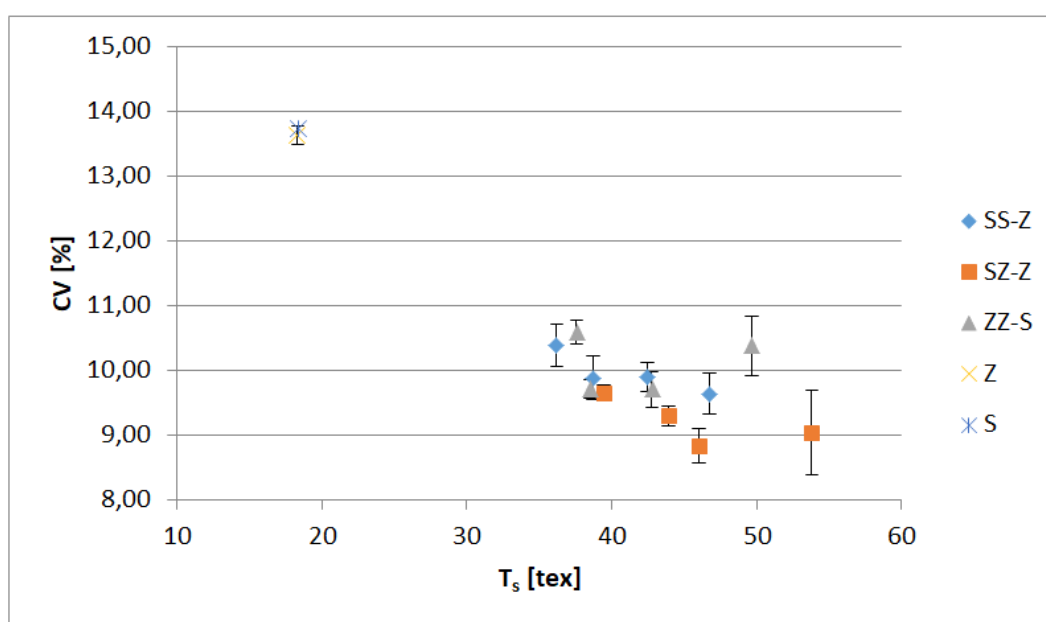
2.6 Hmotová nestejnomyěrnost

Variabilita vlastností textilních materiálů úzce souvisí s mírou kvadratické hmotové nestejnomyěrnosti. Ta byla měřena na přístroj Uster Tester 4, na katedře technologií a struktur v Liberci. Kromě nestejnomyěrnosti umožňuje i měření chlupatosti a počtu vad (silných a slabých míst a nopků). Realizace proběhla dle normy ČSN 800706 [24], při nastavené rychlosti 400 m/min, po dobu 1 minuty. Provedeno bylo 8 měření od každého druhu příze. Společně s hmotovou nestejnomyěrností proběhlo na přístroj Uster Tester také měření průměru 2D (v této práci používáme značení průměru D) a chlupatosti přízí H.

Výsledky měření hmotové nestejnomyěrnosti přízí jsou uvedeny v tabulce 8 a v grafu na obrázku 24.

Tabulka 8 Výsledky hmotové nestejnoměrnosti přízí měřená na USTER TESTER

JEDNODUCHÁ PŘÍZE								
	$Z_s [m^{-1}]$	CV [%]	95% IS				V [%]	
Z	945	13,64	<	13,50	;	13,77	>	1,18
S	913	13,73	<	13,53	;	13,92	>	1,69
SKANÉ PŘÍZE								
SS-Z	612	10,40	<	10,07	;	10,72	>	3,74
	1185	9,89	<	9,55	;	10,22	>	4,05
	1711	9,90	<	9,68	;	10,13	>	2,70
	2223	9,65	<	9,34	;	9,96	>	3,84
SZ-Z	629	9,66	<	9,54	;	9,78	>	1,51
	1240	9,31	<	9,16	;	9,46	>	1,95
	1808	8,85	<	8,58	;	9,11	>	3,57
	2266	9,05	<	8,39	;	9,71	>	8,68
ZZ-S	609	10,60	<	10,42	;	10,77	>	1,99
	1149	9,71	<	9,57	;	9,86	>	1,62
	1787	9,71	<	9,44	;	9,98	>	3,34
	2486	10,38	<	9,93	;	10,84	>	5,28



Obrázek 24 Graf závislosti kvadratické hmotové nestejnoměrnosti na jemnosti

Z grafu (obr. 24) závislosti kvadratické nestejnoměrnosti na jemnosti přízí vyplývá, že nestejnoměrnost obou jednoduchých přízí použitých pro výrobu skané příze je přibližně stejná, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají. Zároveň můžeme říci, že nestejnoměrnost skaných přízí je mnohem nižší než u jednoduchých. To vychází z předpokladu, že hrubší příze obsahují ve svém průřezu více vláken, díky čemuž mohou být stejnoměrnější – tj. kolísání hmoty vláken není tak výrazné. Rovněž nelze opomenout ani zestejnoměňující vliv druzení a skaní. I u skaných přízí je patrná klesající tendence, tedy že s vyšší hodnotou T se délkové textilie stávají stejnoměrnější.

Závislost hmotové nestejnoměrnosti CV na velikosti zákrutu Z_s ukázala mírný pokles (graf závislosti CV na Z_s zařazen v příloze A). Ovšem ne ve všech případech je rozdíl středních hodnot CV skané příze u dvou sousedních skacích zákrutů statisticky významný. Příčinou tohoto mírného poklesu může být skutečnost, že s rostoucím zákrutem Z_s vzroste hodnota délkové hmotnosti T_s , tedy že se příze vlivem skaní stává hrubší a tím pádem vykazuje nižší CV.

Anova

Zvolenými faktory ovlivňujícími hmotovou nestejnoměrnost byly opět: konstrukce příze (SS-Z, SZ-Z, ZZ-S) a zákrut příze (600, 1200, ...). Výsledky dvoufaktorové analýzy ukázaly, že oba faktory vyšly na základě rozdílu mezi F-kritériem a kritickým kvantilem jako významné pro nestejnoměrnost příze, a významná vyšla i jejich vzájemná interakce. Konstrukce příze a velikost jejího skacího zákrutu tedy podle Anovy významně ovlivňují hmotovou nestejnoměrnost příze. Na základě porovnání intervalů spolehlivosti středních hodnot už nevychází vliv faktorů tak významný, neboť pro sady SS-Z a ZZ-S jsou si intervaly velmi blízké nebo se částečně překrývají, významný rozdíl zde způsobuje sada s konstrukcí SZ-Z.

Ukázka výstupu měření s tabulkami, grafy a diagramy z Uster Tester 4 je v příloze C.

2.7 Chlupatost

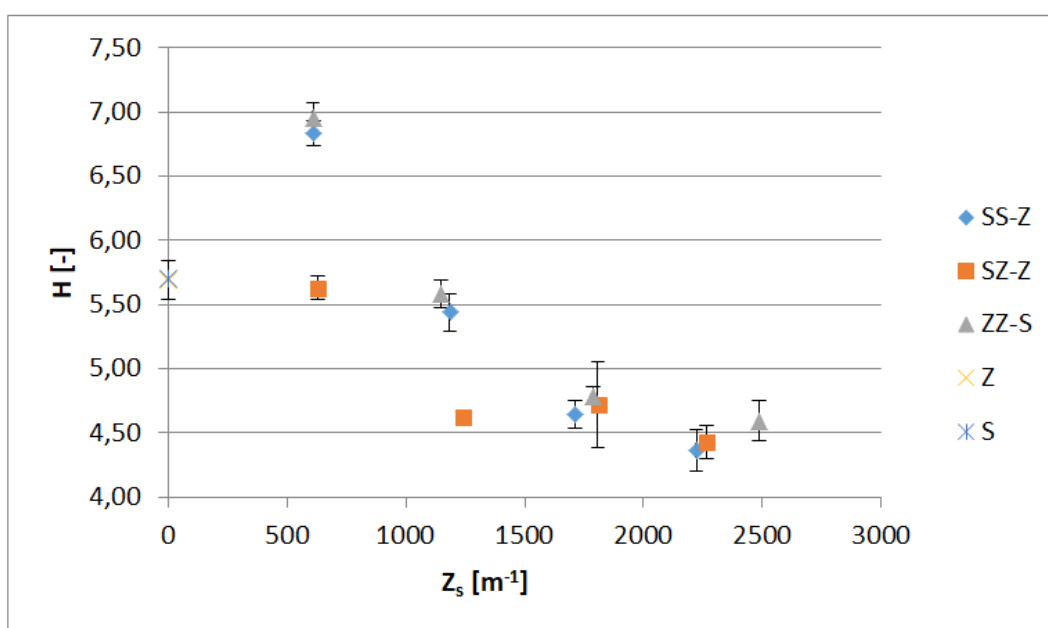
Chlupatost, jako vlastnost staplových přízí, je blíže popsána v kapitole 1.3.3. Pro hodnocení byl využit přístroj Uster-Tester 4 a Zweigle Hairiness Tester G567 (opět na KTT v Liberci). Podmínky měření na Usteru, které proběhlo současně se zjišťováním hmotové nestejnoměrnosti, jsou uvedeny v předchozí kapitole.

2.7.1 Měření na přístroji Uster Tester

Výsledky měření po ověření homogenity a normality jsou uvedeny v tabulce 9 a vyneseny do grafu 25.

Tabulka 9 Výsledky měření chlupatosti přízí měřené na USTER TESTER

JEDNODUCHÁ PŘÍZE								
	Z_s [m^{-1}]	H [-]	95% IS				V [%]	
Z	945	5,69	<	5,54	;	5,84	>	3,15
S	913	5,70	<	5,59	;	5,81	>	2,24
SKANÉ PŘÍZE								
SS-Z	612	6,83	<	6,74	;	6,93	>	1,67
	1185	5,44	<	5,29	;	5,59	>	3,22
	1711	4,65	<	4,54	;	4,76	>	2,78
	2223	4,37	<	4,20	;	4,53	>	4,44
SZ-Z	629	5,63	<	5,54	;	5,72	>	1,94
	1240	4,62	<	4,59	;	4,66	>	0,96
	1808	4,72	<	4,38	;	5,05	>	8,52
	2266	4,43	<	4,30	;	4,56	>	3,52
ZZ-S	609	6,96	<	6,84	;	7,07	>	2,01
	1149	5,58	<	5,47	;	5,69	>	2,08
	1787	4,79	<	4,73	;	4,86	>	1,61
	2486	4,59	<	4,44	;	4,75	>	4,05



Obrázek 25 Graf závislosti chlupatosti na počtu zákrutů a porovnání s přízí jednoduchou – měření na Uster Tester

Z tabulky 9 i grafu 25 je patrné, že průměrné hodnoty chlupatosti jednoduchých přízí jsou si velmi blízké a intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají. Pro porovnání jsou obě jednoduché příze (900 m^{-1}), umístěny na osu y.

Dále z grafu 25 vyplývá, že chlupatost skané příze má klesající trend s rostoucím skacím zákrutem, ale od hodnoty zákrutu 1800 m^{-1} do 2200 m^{-1} je rozdíl středních hodnot statisticky nevýznamný (intervaly spolehlivosti se překrývají). To platí u všech konstrukcí

testovaných přízí. Důvodem poklesu chlupatosti je postupné přikrucování odstávajících vláken k tělu příze. Příze je totiž tak vysoce zakroucená, že odsávající krátká vlákna už nejsou více zákrutem přikrucována. Graf tedy potvrzuje předpoklad, že vlivem větších skacích zákrutů chlupatost klesá. V grafu 25 si lze také všimnout, že skané příze (konstrukce ZZ-S a SS-Z) se zákruty $Z_s = 600 \text{ m}^{-1}$ mají vyšší chlupatost, než obě jednoduché. To je pravděpodobně způsobeno skutečností, že skaná příze má ve svém průřezu více vláken (je hrubší) a je u ní tedy větší pravděpodobnost, že vlákna budou vyčnívat. Příze ze sady ZS-Z se zákruty 600 m^{-1} vykazuje statisticky stejnou střední hodnotu chlupatosti jako příze jednoduché. Nižší hodnota chlupatosti ZS-Z u 600 a 1200 m^{-1} v porovnání s ZZ-S a SS-Z, by mohla být způsobena zakrucováním jednoduché příze se směrem zákrutu Z.

Ukázka výstupu měření s tabulkami, grafy a diagramy z Uster Tester 4 je v příloze C.

2.7.2 Měření na přístroji Zweigle Hairiness Tester

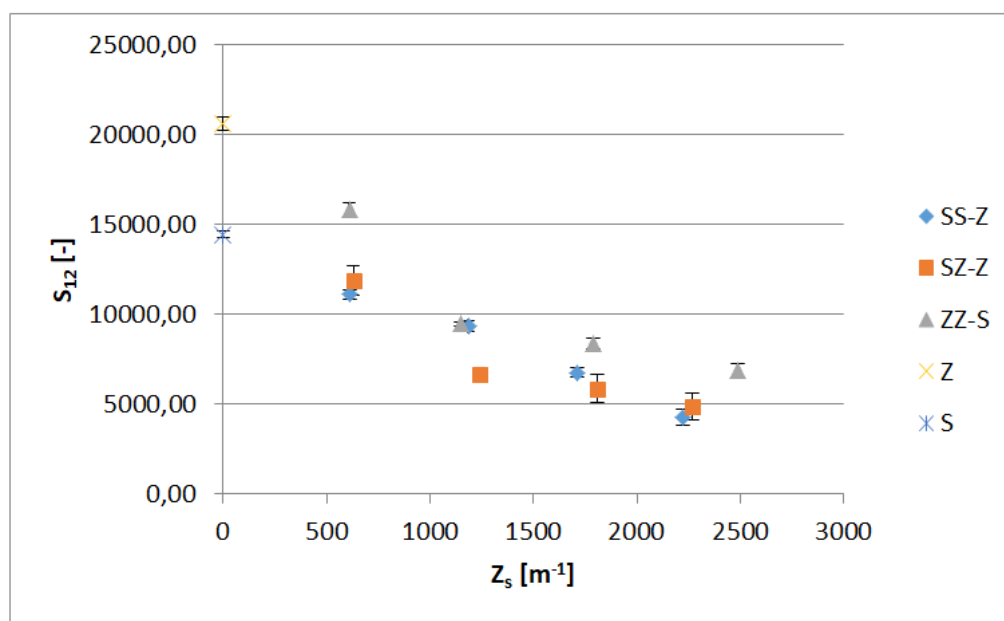
Měření chlupatosti přízí proběhlo i na přístroji Zweigle Hairiness Tester. Bylo provedeno 10 měření od každého druhu příze, při standardním předpětí 5 cN a rychlosti 50 m/min , po dobu 2 minut. Interní norma č. 42-102-01/01 [25] nedoporučuje provádět měření hned z povrchových přízí v návínu. Měření by mohlo být vlivem předchozí manipulace s cívkou zkreslené, proto byla nejprve část příze odmotána. Před započtením samotného měření bylo nezbytné přístroj zkalibrovat. Pak byla příze navedena do vodících oček a testovací oblasti. Při našem měření byly zkoumány průměrné počty odstávajících vláken v součtových kategoriích S_{12} a S_3 , vypočtené dle vzorců (26) a (27).

Výsledky měření po ověření homogenity a normality jsou uvedeny v tabulce 10, a vyneseny do grafu 26.

Pokud se budeme blíže zabývat počtem odstávajících vláken v kategorii S_{12} (1 a 2 mm), musíme si uvědomit, že se nejedná vyloženě o chlupatost, ale o jakýsi „plyšový povrch“ kolem přízí. Chlupatost, tak jak ji většinou vnímáme, jsou spíše odstávající vlákna v kategorii S_3 , tedy vlákna delší než 3 mm.

Tabulka 10 Výsledky měření - sumační kritérium S_{12} pro 1 mm a 2 mm, měřené na Zweigle Hairiness Tester G567

JEDNODUCHÁ PŘÍZE					
	Z_s [m^{-1}]	S_{12} [-]	95% IS		V [%]
Z	945	20605,00	< 20216,22	; 20993,78 >	2,64
S	913	14442,90	< 14276,00	; 14609,80 >	1,62
SKANÉ PŘÍZE					
SS-Z	612	11094,50	< 10865,63	; 11323,37 >	2,88
	1185	9337,10	< 9038,93	; 9635,27 >	4,46
	1711	6747,90	< 6498,61	; 6997,19 >	5,16
	2223	4255,75	< 3815,65	; 4695,85 >	12,37
SZ-Z	629	11848,60	< 11023,86	; 12673,34 >	9,73
	1240	6671,10	< 6428,01	; 6914,19 >	5,09
	1808	5837,25	< 5053,50	; 6621,00 >	16,06
	2266	4864,50	< 4101,33	; 5627,67 >	21,93
ZZ-S	609	15813,00	< 15437,18	; 16188,82 >	3,32
	1149	9467,63	< 9342,39	; 9592,86 >	1,58
	1787	8399,50	< 8105,56	; 8693,44 >	4,89
	2486	6875,00	< 6521,05	; 7228,95 >	7,20



Obrázek 26 Graf závislosti sumačního kritéria chlupatosti S_{12} na počtu zákrutů a porovnání s přízí jednoduchou – měření na Zweigle Hairiness Testeru G567

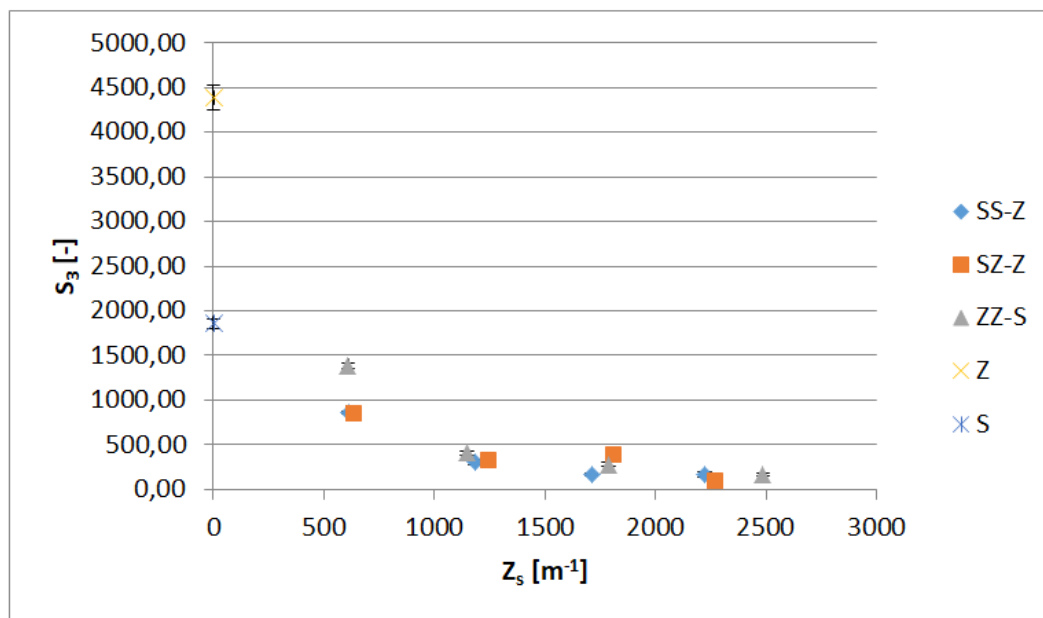
Jak je vidět na obrázku 26, jednoduchá příze směru Z (opět na ose y) má nejvyšší chlupatost. Ta mohla být způsobena dřívějším přesoukáním na perforované cívky kvůli bělení, rychlostí soukání, opotřebením vodiče... Pokud porovnáme chlupatost této jednoduché příze s výstupy z obu přístrojů, zjistíme, že při měření na Uster Testeru se vyšší chlupatost jednoduchých přízí neprojevila. Rozdíl v chlupatosti může být způsoben tím, že byl měřen jiný úsek příze, nebo skutečností, že optické čidlo Uster Testeru měří chlupatost na jiném principu..

U skaných přízí počet odstávajících vláken v kategorii S_{12} postupně klesá. Jak bylo uvedeno výše, vlákna jsou více přikrucována. Ze skaných přízí zaznamenáváme nejvyšší chlupatost u sady ZZ-S, což lze vysvětlit tím, že příze byly seskány ze zmiňované jednoduché příze s vyšší chlupatostí.

Jak již bylo uvedeno, kritérium S_3 zaznamenává počet vlákna odstávající od těla příze na kolmou vzdálenost delší než 3 mm.

Tabulka 11 Výsledky měření chlupatosti - kategorie S_3 , měřená na Zweigle Hairiness Tester G567

JEDNODUCHÁ PŘÍZE						
Z_s [m^{-1}]	S_3 [-]	95% IS			V [%]	
Z	945	4387,60	< 4253,64	; 4521,56	> 4,27	
S	913	1857,00	< 1799,03	; 1914,97	> 4,36	
SKANÉ PŘÍZE						
SS-Z	612	864,63	< 849,40	; 879,85	> 2,11	
	1185	302,90	< 272,33	; 333,47	> 14,11	
	1711	170,50	< 150,64	; 190,36	> 16,28	
	2223	165,13	< 138,10	; 192,15	> 19,57	
SZ-Z	629	867,70	< 795,62	; 939,78	> 11,61	
	1240	341,88	< 326,06	; 357,69	> 5,53	
	1808	403,56	< 377,91	; 429,21	> 8,27	
	2266	100,88	< 68,16	; 133,59	> 38,79	
ZZ-S	609	1385,67	< 1350,67	; 1420,66	> 3,29	
	1149	407,33	< 386,25	; 428,41	> 6,73	
	1787	282,60	< 258,72	; 306,48	> 11,81	
	2486	168,60	< 156,94	; 180,26	> 9,67	



Obrázek 27 Graf závislost sumačního kritéria chlupatosti S_3 na počtu zákrutů a porovnání s přízí jednoduchou – měření na Zweigle Hairiness Testeru G567

Jak vyplývá z tabulky 11 a grafu (obr. 27), opět došlo k potvrzení původní predikce, podle které chlupatost skané příze s rostoucí úrovní skacího zákrutu klesá. Stejně jako pro kritérium S_{12} nabývaly i zde hodnoty chlupatosti jednoduché příze vyšších hodnot v porovnání se skanými.

Porovnávat výstupy z Usteru a Zweiglu lze jen na základě jejich trendů, protože hodnoty z obou přístrojů se měří odlišnými způsoby a v jednotlivých délkových kategoriích nabývají řádově odlišných hodnot. V obou případech měly závislosti klesající tendenci. Totožné chování bylo potvrzeno i u práce Mazurkiewiczové [38], která porovnávala data dokonce ze tří různých přístrojů. Rozdílné výsledky však byly zaznamenány u chlupatosti jednoduché příze se zákrutem ve směru Z, kterou vyhodnotil přístroj Zweigle výrazně vyšší oproti skaným, než Uster Tester. Tato odlišnost může být způsobena rozdílnými měřicími rychlostmi obou přístrojů (Uster 400 m/min, Zweigle 50 m/min) [25].

Anova

Zvolenými faktory ovlivňujícími chlupatost byly opět: konstrukce příze (SS-Z, SZ-Z, ZZ-S) a zákrut příze (600, 1200, ...). Výsledky dvoufaktorové analýzy ukázaly (pro chlupatost měřenou na obou zmíněných přístrojích), že oba faktory vyšly na základě rozdílu mezi F-kritériem a kritickým kvantilem jako významné pro počet odstávajících vláken od těla příze, a významná vyšla i jejich vzájemná interakce. Konstrukce příze a velikost jejího skacího zákrutu tedy podle Anovy významně ovlivňuje chlupatost příze měřenou na přístroji Uster Tester a Zweigle Hairiness Tester.

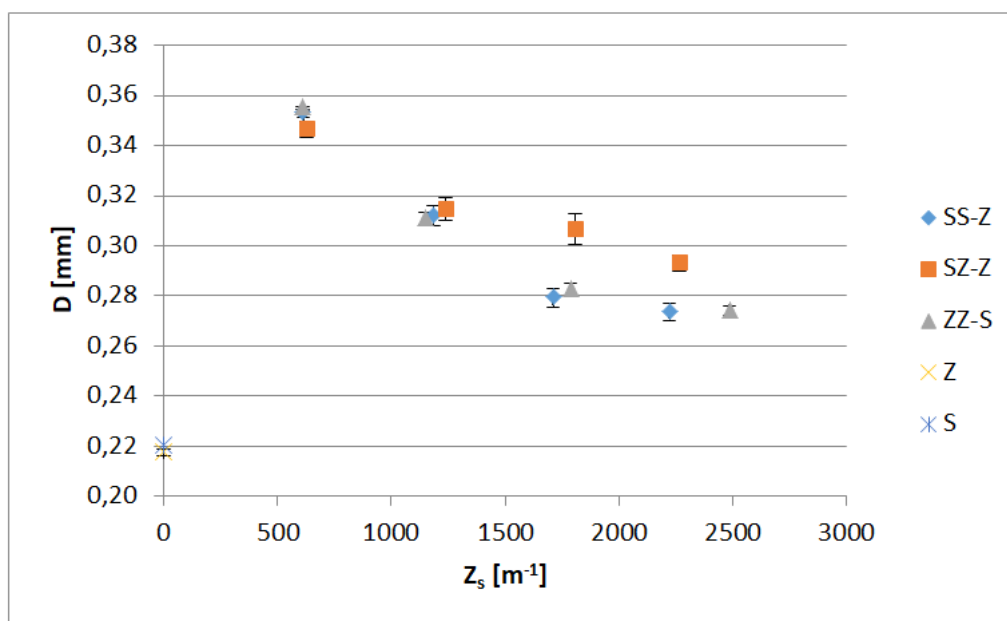
Ukázka protokolu z Zweiglu s vykresleným diagramem je v příloze D.

2.8 Průměr přízí

Uster Tester umožňuje i měření průměru přízí. To proběhlo současně s měřením nestejnomyšernosti a chlupatosti.

Tabulka 12 Výsledky měření průměru příze na USTER TESTER 4

JEDNODUCHÁ PŘÍZE								
	Z_s [m^{-1}]	D [mm]	95% IS				V [%]	
Z	945	0,217	<	0,22	;	0,22	>	0,69
S	913	0,220	<	0,22	;	0,22	>	0,40
SKANÉ PŘÍZE								
SS-Z	612	0,353	<	0,35	;	0,35	>	0,50
	1185	0,312	<	0,31	;	0,32	>	1,54
	1711	0,279	<	0,28	;	0,28	>	1,60
	2223	0,274	<	0,27	;	0,28	>	1,46
SZ-Z	629	0,347	<	0,34	;	0,35	>	1,10
	1240	0,315	<	0,31	;	0,32	>	1,74
	1808	0,307	<	0,30	;	0,31	>	2,35
	2266	0,293	<	0,29	;	0,30	>	1,32
ZZ-S	609	0,355	<	0,35	;	0,36	>	0,24
	1149	0,311	<	0,31	;	0,31	>	0,95
	1787	0,283	<	0,28	;	0,28	>	0,93
	2486	0,274	<	0,27	;	0,28	>	0,79



Obrázek 28 Graf závislosti průměru příze na počtu zákrutů a porovnání s přízí jednoduchou – USTER TESTER 4

Z tabulky 12 a grafu na obrázku 28 je patrné, že se zvyšujícím se zakroucením skaných přízí klesá jejich průměr a tím pádem roste jejich zaplnění. Můžeme tak potvrdit prvotní předpoklad o snižování průměru s rostoucím zákrutem. Od skacího zákrutu 1800 m^{-1} už není pokles tak výrazný, pravděpodobně se začal tvořit zákrut druhého řádu.

Průměr skaných přízí není dvojnásobkem průměru příze jednoduché, ale vlivem skaní je přibližně jen o 37 % větší. Průměr přízí s nejvyššími zákruty 2200 m^{-1} je už pouze o 20 % větší, než průměr jednoduché.

Anova

Podle dvoufaktorové analýzy jsou oba faktory: konstrukce příze a zákrut příze významné pro průměr příze, a významná vyšla i jejich vzájemná interakce. Ovšem z intervalů spolehlivosti vyplývá, že tento významný rozdíl způsobuje sada s konstrukcí SZ-Z. Statistický rozdíl mezi sadami SS-Z a ZZ-S je nevýznamný.

Ukázka protokolu z Uster Testeru s vykresleným diagramem je v příloze C.

2.9 Aplikace geometrického modelu pro stanovení počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní

V rámci aplikace modelu byla spočítána změna zákrutů v jednoduché přízi po skaní v závislosti na počtu zákrutů skacích ΔZ_{PS} dle vztahu (13) a počet zákrutů v jednoduché přízi po skaní Z_{PS} dle vztahu (17). Aplikace proběhla na sadě přízí s konstrukcí ZZ-S, pro kterou byla využita podoba vzorce (17) se znaménkem „-“ (tzn. ΔZ_{PS} byla odečítána). Pro výpočet byla nutná znalost průměru d_s (vzdálenosti mezi osami jednoduchých přízí v přízi skané). V jednom případě byl do vztahu dosazen průměr jednoduché příze (naměřený na přístroji Uster Tester), neboť předpokládáme, že tento průměr odpovídá průměru ovinu, resp. vzdálenosti mezi osami jednoduchých přízí v přízi skané. Dále předpokládáme, že tento průměr se vlivem skaní nemění. Ve druhém případě byl model zkonstruován pomocí příčného rozměru skané příze MINs, stanovené pomocí obrazové analýzy. Rozměr MINs vyjadřuje nejkratší kolmou vzdálenost mezi tzv. hranicemi příze.

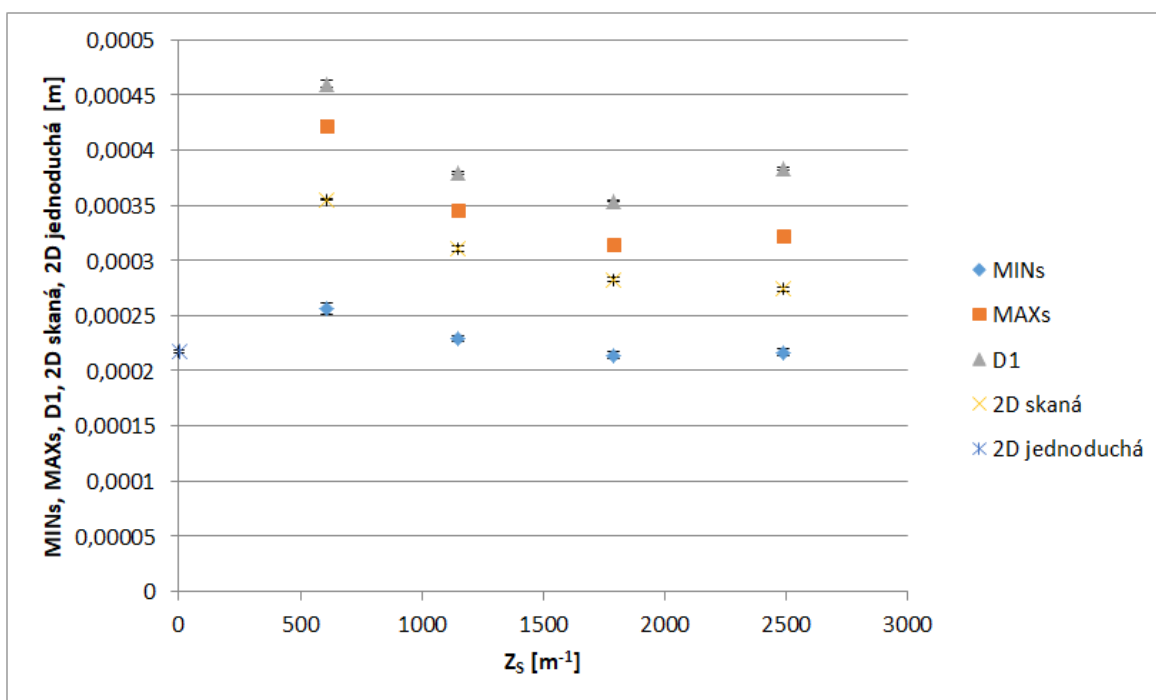
2.9.1 Příčné rozměry skané příze

Rozměry skané příze byly stanoveny z podélných pohledů pomocí obrazové analýzy NIS Elements a metody, kterou detailně popisuje interní norma Příčné rozměry dvojmo skané příze a průměr jednoduchých přízí - podélné pohledy [26]. Pro samotné vyhodnocení bylo nejprve nutné pomocí mikroskopu s kamerou nasnímat podélné pohledy zkoumaných přízí. Zmíněná norma [26] ukládá upevnit přízi do brzdíček mostového vodiče, aby příze byla dostatečně napnutá. Pomocí softwaru NIS Elements bylo pořízeno 500 snímků podélných pohledů ke každé ze čtyř úrovní zákrutu z této sady (ZZ-S). Ze snímků byly ve skriptu v programu prostředí MatLab stanoveny rozměry MINs, MAXs, D1 - zmíněno již v kapitole 1.3.2. Přesný popis postupu při vyhodnocování v MatLabu je obsažen v interní normě [26].

Výstupem byly soubory s naměřenými a vyhodnocenými parametry MINs, MAXs, D1. Výsledky jsou uvedené v tabulce 13 a jsou porovnávány s hodnotami průměru jednoduchých a skaných přízí naměřených na Uster Testeru.

Tabulka 13 Výsledky měření průměru jednoduché a skané příže pomocí optické analýzy (MINs, MAXs, D1) a Uster Testeru (2D skaná a 2D jednoduchá)

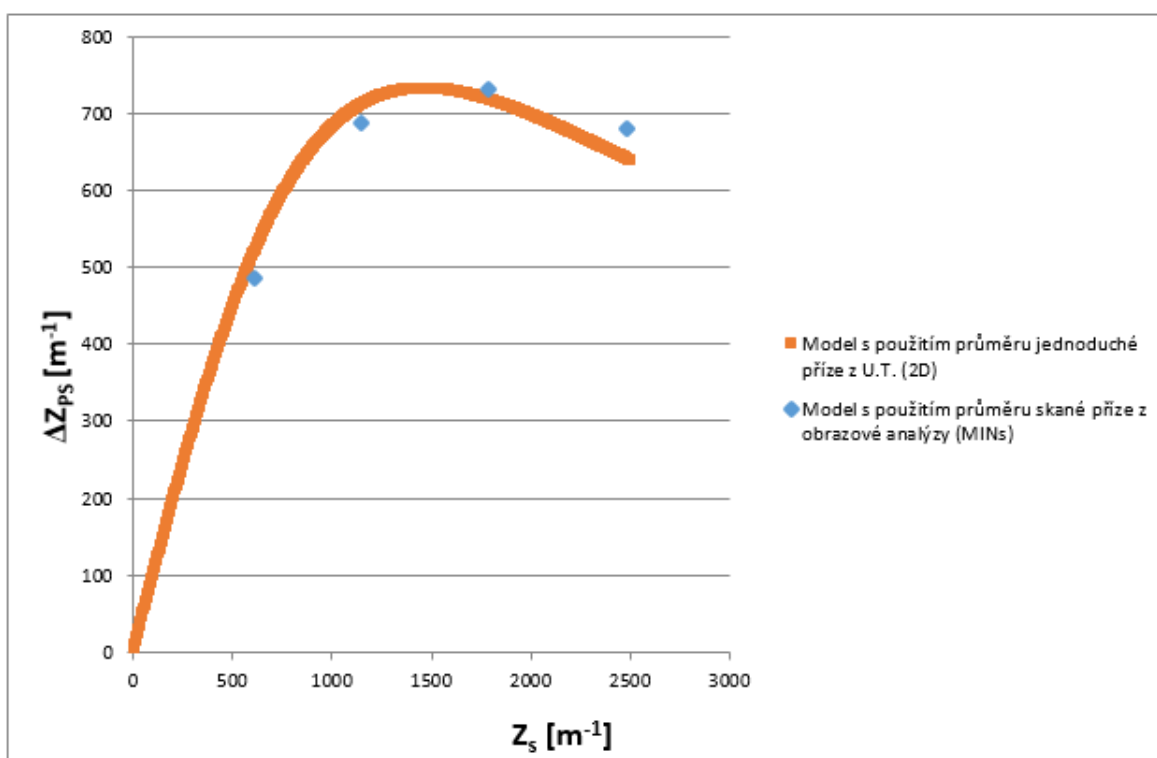
DVOJMO SKANÉ PŘÍZE - konstrukce ZZ-S											
		Z_s [m^{-1}]	T_j [tex]	průměr [mm]	V [%]	95%IS					
PŘÍČNÉ ROZMĚRY	MINs	600	2x20	0,26	12,83	<	0,25	;	0,26	>	
		1200		0,23	6,50	<	0,23	;	0,23	>	
		1800		0,21	6,20	<	0,21	;	0,22	>	
		2200		0,22	5,91	<	0,22	;	0,22	>	
	MAXs	600	2x20	0,42	12,95	<	0,42	;	0,43	>	
		1200		0,35	8,11	<	0,34	;	0,35	>	
		1800		0,31	9,94	<	0,31	;	0,32	>	
		2200		0,32	10,19	<	0,32	;	0,32	>	
	SKANÉ PŘÍZE	D1	600	2x20	0,46	12,95	<	0,45	;	0,47	>
			1200		0,38	8,11	<	0,38	;	0,38	>
			1800		0,35	9,47	<	0,35	;	0,36	>
			2200		0,38	9,72	<	0,38	;	0,39	>
2D SKANÁ		600	2x20	0,35	0,24	<	0,35	;	0,36	>	
		1200		0,31	0,95	<	0,31	;	0,31	>	
		1800		0,28	0,93	<	0,28	;	0,28	>	
		2200		0,27	0,79	<	0,27	;	0,28	>	
JEDNODUCHÁ PŘÍZE - konstrukce Z											
	2D JEDNODUCHÁ	900	20	0,22	0,69	<	0,22	;	0,22	>	



Obrázek 29 Graf závislosti naměřených hodnot průměrů na skutečném zákrutu Z_s

Graf závislosti středních hodnot průměru skané příze naměřeného přístrojem Uster Tester (2D skaná) a příčné rozměry skané příze (MINs, MAXs, D1,) na úrovni skacího zákrutu je uveden na obr. 29. Na ose y je průměr jednoduché příze (2D) z Uster Testeru. Intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. S rostoucím zákrutem hodnota průměru klesá, avšak od úrovně 1800 m^{-1} se již dále nesnižuje - v přízi se pravděpodobně začíná tvořit zákrut druhého řádu. V grafu si lze také povšimnout, že hodnoty průměru skané příze z Uster Testeru (2D skaná) se pohybují mezi hodnotami MINs a MAXs (resp. D1) z obrazové analýzy. Uster Tester totiž při měření používá dvě čidla, která snímají přízi ze dvou stran. Průměr příze 2D pak odpovídá aritmetickému průměru maximální a minimální šíře příze (resp. D1 a MINs).

Změna počtu zákrutu ΔZ_{PS} jednoduché příze vlivem skaní v závislosti na velikosti skacího zákrutu Z_s je uvedena na obr. 30.



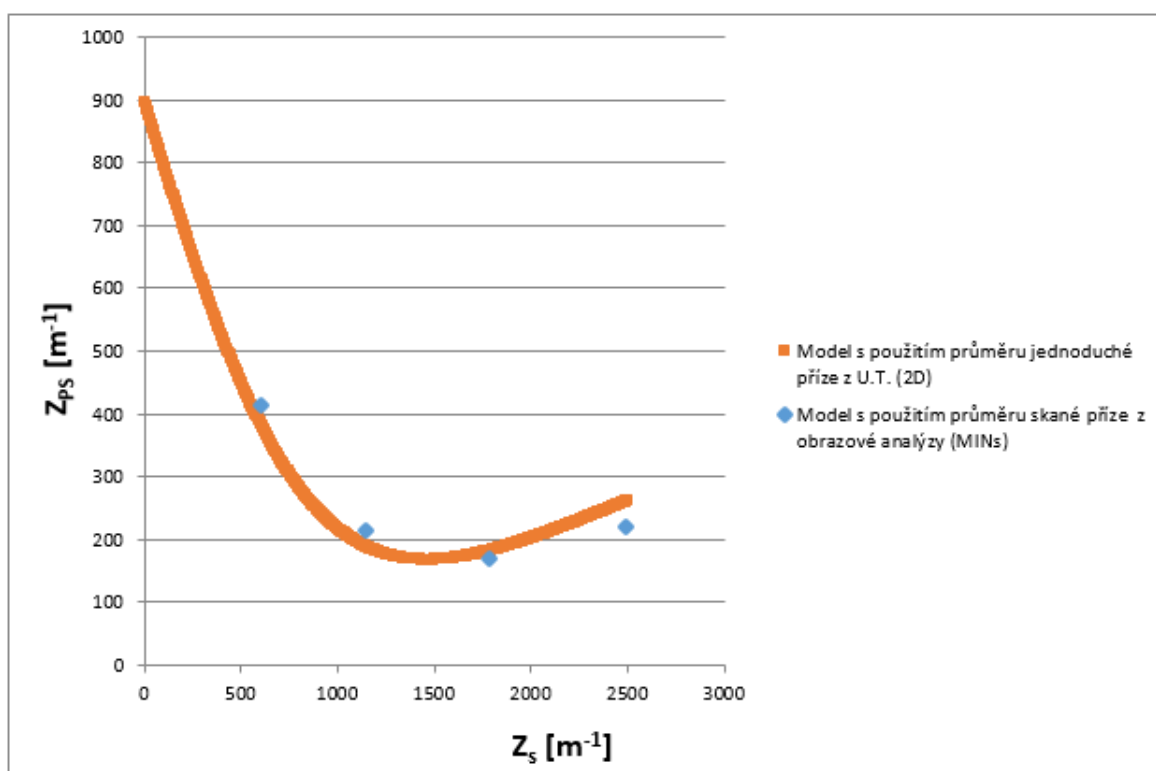
Obrázek 30 Graf závislosti změny počtu zákrutů jednoduché příze po skaní na zákrutu Z_s (vztaženo na 1 m jednoduché příze)

Oranžová křivka představuje vypočtený modelový průběh změny zákrutů v jednoduché přízi po skaní na základě vztahu (13) s využitím průměru jednoduché příze (2D jednoduché), který byl naměřen pomocí Uster Testeru. Modré body představují vypočtenou změnu zákrutů v jednoduché přízi po skaní (opět dle vztahu 13) s využitím příčného rozměru skané příze MINs. Blízkost modrých bodů oranžové křivce modelu

dokazuje, že pro výpočet změny zákrutů v jednoduché přízi po skaní je možné použít průměr jednoduché příze z Uster Testeru (bez nutnosti mít k dispozici přízi skanou).

Od skacích zákrutů 1500 m^{-1} se hodnoty ΔZ_{PS} začínají snižovat, protože na této úrovni zákrutů je úhel β_S větší, než 45° , tzn. že, stoupání šroubovice h_s se snižuje rychleji, než se zkracuje délka l_s jednoho ovinu.

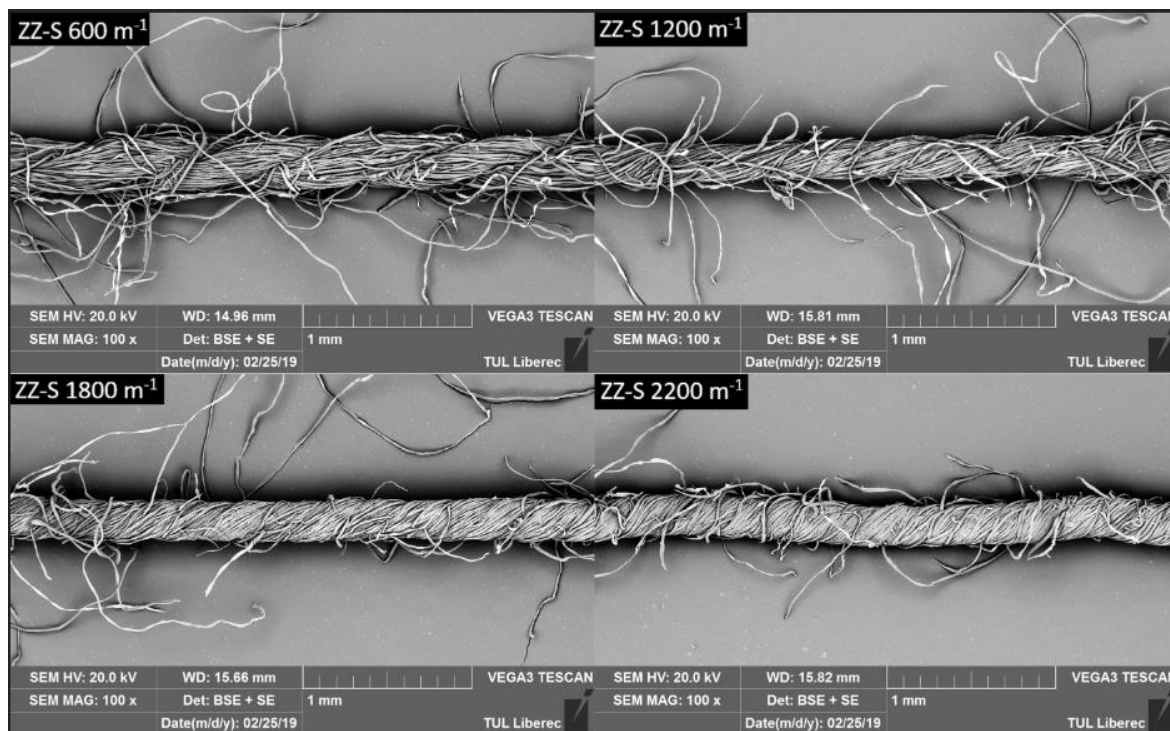
Na následujícím grafu (obr. 31) je znázorněn průběh závislosti počtu zákrutů jednoduché příze v přízi skané na 1 m jednoduché příze. Oranžová křivka představuje průběh počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní v závislosti na velikosti skacího zákrutu, kdy je za d_s dosazeno $2D$ jednoduché příze z Uster Testeru. Modré body představují počet zákrutů v jednoduché přízi po skaní s využitím rozměru skané příze MINs. Použit vztah (17).



Obrázek 31 Graf závislosti počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní na zákrutu Z_s (vztaheno na 1 m jednoduché příze)

Z průběhu závislosti na grafu (obr. 31) vyplývá, že vlivem skaní počet zákrutů v jednoduché přízi klesá. Svého minima dosáhne na úrovni skacích zákrutů přibližně 1500 m^{-1} . Dle modelu nedochází ke změně směru zákrutu jednoduché příze vlivem skaní (ke změně směru zákrutů v jednoduché přízi by došlo, pokud by model nabýval záporných hodnot). V rámci aplikace modelu byly pořízeny podélné pohledy přízi z této sady pomocí elektronového mikroskopu (obr. 32). Z nich vyplývá, že vlákna jsou pravděpodobně vzhledem k ose povrchu jednoduché příze uložena v pravotočivé šroubovici

(tj. jednoduchá příze má zákrut ve směru Z) a zákruty jednoduchých přízí se sice vlivem skacího zákrutu rozkroutily, avšak svůj směr nezměnily.



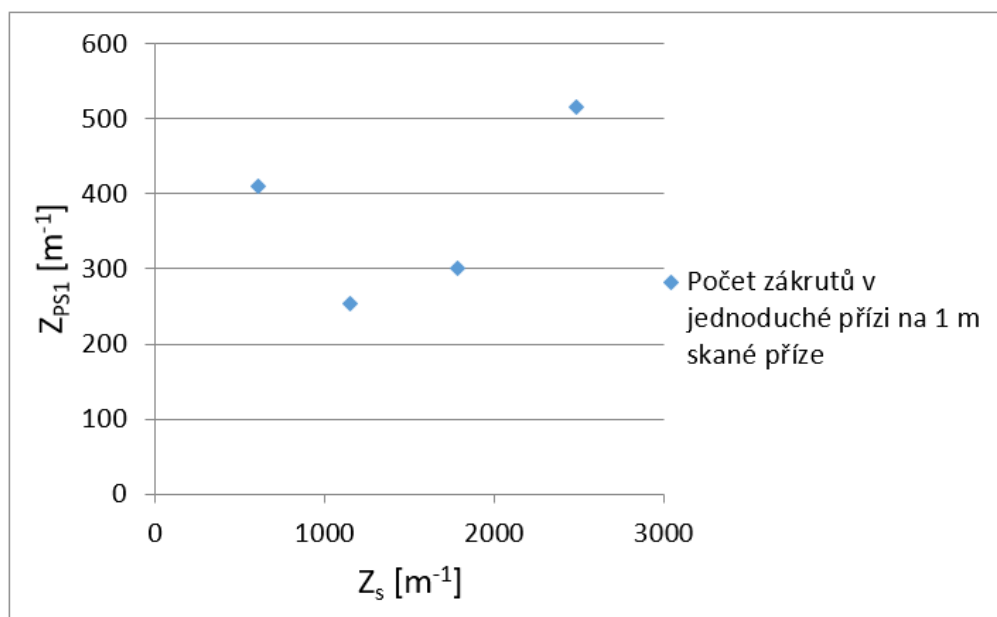
Obrázek 32 Snímky podélných pohledů přízí z elektronového mikroskopu (ZZ-S)

Z podélných pohledů přízí zhotovených na elektronovém mikroskopu (obr. 32) lze u přízí se skacími zákruty 600 - 1800 m⁻¹ s velkou pravděpodobností potvrdit, že se jednoduché příze vlivem skaní rozkrucejí, k jejich úplnému rozkroucení a následnému zakrucování v opačném směru však dle modelu nedojde. U příze se zákruty 2200 m⁻¹ se oviny přízí vlivem vysokého skacího zákrutu překrývají. Je tak obtížné definovat osu jednoduché příze a určit polohu vláken vzhledem k této ose.

V případě této práce jsou v rámci experimentu použity skací zákruty v rozsahu (600 – 2200 m⁻¹). Seskání skané příze v případě zákrutů větších než 1200 m⁻¹ nabývá nezanedbatelných hodnot. To znamená, že na 1 m skané příze je uložena podstatně větší délka příze jednoduché a tedy větší počet zákrutů jednoduché příze, než v případě seskání velikosti řádově 0,1 %. Proto počet zákrutů v jednoduché přízi po skaní můžeme stanovit ne 1 m jednoduché příze, ale na 1 m skané příze, a to dle modifikovaného vztahu (42). V tomto vztahu je využito seskání skané příze a je tedy přepočítán počet zákrutů v jednoduché přízi na 1 m příze skané.

$$Z_{PS1} = \frac{Z_P}{1 - \frac{\delta}{100}} - \Delta Z_{PS} \quad (42)$$

Kde Z_{PS1} [m^{-1}] je počet zákrutů jednoduché příze po skaní na 1 m skané příze, Z_P představuje počet zákrutů v jednoduché přízi [m^{-1}], ΔZ_{PS} je velikost změny zákrutů v jednoduché přízi vlivem skaní [m^{-1}] a δ je seskání [%].



Obrázek 33 Graf závislosti počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní Z_{PS1} na zákrutu Z_s resp. skacím zákrutu Z_{sk} (vztaženo na 1 m skané příze)

Graf počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní na 1 m skané příze (obr. 33) nabývá svého minima na úrovni skacích zákrutů přibližně $1500 m^{-1}$.

Předpokládáme, že u sady SS-Z by se projevilo, vzhledem k obdobné konstrukci, chování takřka totožné. Zajímavé by bylo pozorování vývoje změny počtu zákrutů v jednoduchých přízích u sady konstrukce SZ-Z, neboť vlivem skaní byla jedna příze rozkrucována a druhá ještě více zakrucována, což výrazně změnilo vlastnosti celé skané příze, jak vyplývá z předchozích měření. Aplikace modelu na všech konstrukcích příze nebyla stěžejním cílem této práce.

3 Část B – analýza vlivu bělení na vlastnosti jednoduchých přízí

3.1 Materiál

V experimentu je využívána skaná bělená příze. Proto je v rámci této části práce diskutován vliv bělení na vlastnosti příze. Jelikož nebyla k dispozici rezná skaná příze ani rezná jednoduchá, která pak byla skána a bělena, byly pro tuto diskuzi použity jiné 100% bavlněné příze. V obou případech se jednalo o česané prstencové příze. První druh přízí byl z dlouhovláknenné bavlněné suroviny (značení MII, jmenovitá staplová délka vláken 33,7 mm, jmenovitá jemnost vláken 1,2 dtex, jemnost příze 8,4 tex) a druhá příze byla ze středovláknenné, mírně hrubší bavlny (značení AI, jmenovitá staplová délka vláken 30,5 mm, jmenovitá jemnost vláken 1,4 dtex, jemnost příze 10 tex). V obou případech jsou to jednoduché česané kompaktní bavlněné příze, které byly v rezném i běleném provedení. Další parametry přízí – viz tab. 14.

Tabulka 14 Přehled přízí pro analýzu vlivu bělení

Vstup			T_j [tex]	Přádní z.	Z_j [m ⁻¹]
Jednoduché	REŽNÉ	AI	10	Z	1200
		MII	8,4		1340
	BĚLENÉ	AI	10	Z	1200
		MII	8,4		1340

V rámci experimentu byla ověřena jemnost a zákrut příze. Dále byly hodnoceny tyto vlastnosti: pevnost, tažnost, chlupatost, hmotová nestejnomyšnost. Měření bylo provedeno za stejných podmínek jako měření skané příze.

Jak bylo uvedeno v rešeršní části práce, bělení bavlny může ovlivňovat některé její vlastnosti. Zpravidla záleží na koncentraci bělicí lázně, teplotě a času bělení, případně použitým bělicím prostředkem.

V našem případě byl materiál vybělen v podniku Veba, a.s (běleno na odstín 0004), způsob bělení a složení lázně byl následující:

- 0,8 g/l Synferol AH ext – anionický smáčecí a egalizační přípravek při barvení
- 1 g/l Alvirol ABF – sekvestrační činidlo (zabraňuje sraženinám)
- 1,4 g/l louh sodný 50% (NaOH)
- 1,1 g/l peroxid vodíku 35% (H₂O₂),

při teplotě 100°C, po dobu 30 min. Nakonec praní teplou a studenou vodou. Před bělením byla provedena vyvářka, její podmínky se bohužel z podniku nepodařilo získat.

Vliv bělení byl podroben jednofaktorové analýze rozptylu Anova. Tabulka s výsledky jednofaktorové Anovy je zařazena v příloze A.

3.1.1 Vliv bělení na jemnost a zákrut příze

Jemnost byla, stejně jako v části A, nejprve ověřena gravimetrickou metodou (norma [22]). Výsledky jsou uvedeny v tab. 15.

Tabulka 15 Výsledky měření - porovnání jmenovité jemnosti T_j a skutečné jemnosti T_s bělených a rezných přízí

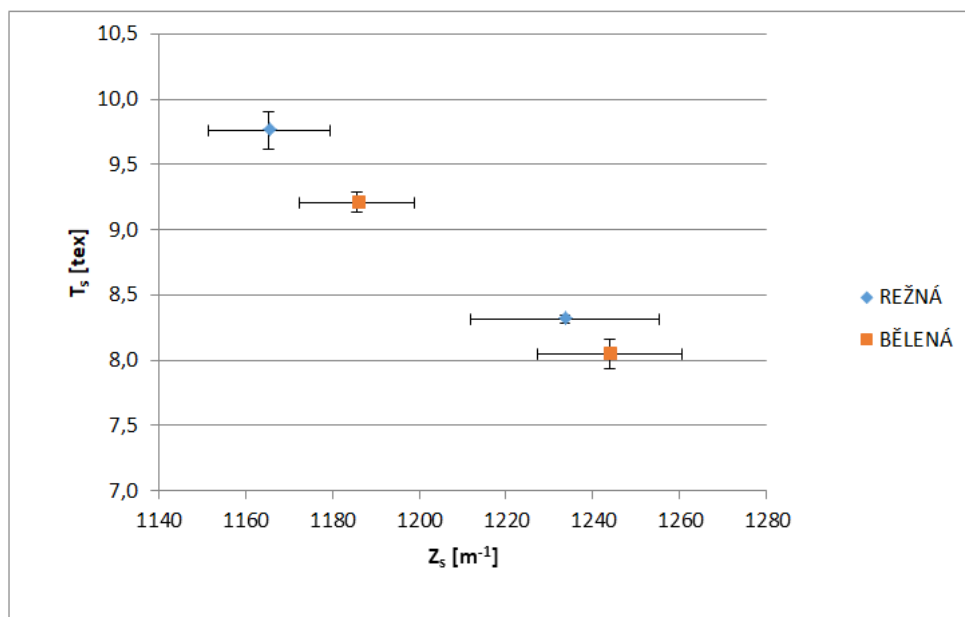
JEDNODUCHÉ PŘÍZE										
	Označení		T_j [tex]	T_s [tex]	V [%]	95%IS				
REŽNÉ	Z	AI	10	9,8	1,2	<	9,6	;	9,9	>
		MII	8,4	8,3	0,3	<	8,3	;	8,3	>
BĚLENÉ	Z	AI	10	9,2	0,6	<	9,1	;	9,3	>
		MII	8,4	8,0	1,1	<	7,9	;	8,2	>

Bylo predikováno, že vybělení by nemělo mít žádný vliv na jemnost. Na grafu závislosti skutečně naměřené jemnosti T_s na skutečném zákrutu Z_s (obr. 34) je však patrné, že délková hmotnost rezných přízí je vyšší než bělených. To, že je hodnota jemnosti v tex menší po bělení lze přičíst ztrátě vosků při vyvářce během předúprav bavlny.

Počet zákrutů byl ověřen pomocí zákrutoměru, tentokrát nepřímou metodou, za stejných podmínek jako skané příze v části A (norma [23]). Výsledky měření jsou uvedeny v tab. 16 a společně s jemností vyneseny do grafu na obr. 34.

Tabulka 16 Výsledky měření - porovnání jmenovitých zákrutů Z_j se zákruty skutečnými Z_s bělených a rezných přízí

JEDNODUCHÉ PŘÍZE											
			Z_j [m ⁻¹]	Z_s [m ⁻¹]	V [%]	95%IS					α [ktex ^{1/2} m ⁻¹]
REŽNÉ	Z	AI	1200	1165	3,2	<	1151	;	1180	>	115
		MII	1340	1234	4,7	<	1212	;	1255	>	112
BĚLENÉ	Z	AI	1200	1186	3,0	<	1173	;	1199	>	114
		MII	1340	1244	3,6	<	1227	;	1260	>	112



Obrázek 34 Graf závislosti jemnosti T_s rezných a bělených přízí na zákrutu Z_s (s intervaly spolehlivosti jemnosti i zákrutu)

Anova

Výsledky jednofaktorové analýzy ukázaly, že faktor - stav příze (bělená, rezná), je statisticky významný pro jemnost přízí, což potvrzují i nepřekrývající se intervaly spolehlivosti středních hodnot. Bělení má tedy skutečně vliv na jemnost přízí.

Počet zákrutů bělených přízí je vyšší, než u přízí rezných. Pravděpodobnou příčinou je sražení přízí. Rozdíly středních hodnot skutečně naměřeného počtu zákrutů bělené a nebelené příze jsou však u příze z bavlny MII statisticky nevýznamné, zatímco u příze z bavlny AI je rozdíl středních hodnot zákrutů příze statisticky významný. Důvodem je pravděpodobně variabilita dat příze rezné. Bělení tedy nemá tak významný vliv na počet zákrutů příze (v porovnání s vlivem na jemnost).

3.1.2 Vliv bělení na pevnost a tažnost

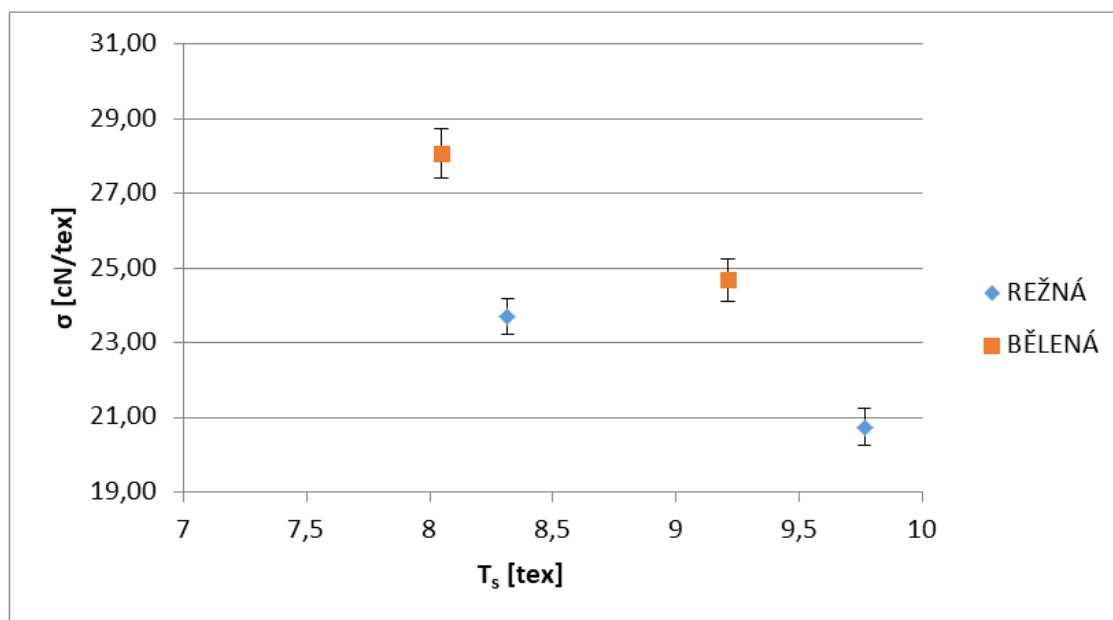
Stejně jako v části A byla pevnost a tažnost zjišťována na přístroji Instron. Měření proběhlo za stejných podmínek dle normy [18]. Původní předpoklad, že u vybělených přízí klesá mechanická odolnost v tahu, se nepotvrdil.

Poměrná pevnost

Pevnost jednoduché příze v tahu byla pomocí vztahu (31) přepočítána na poměrnou pevnost. Výsledky měření jsou v tabulce 17.

Tabulka 17 Výsledky měření poměrné pevnosti jednoduchých rezných a bělených přízí (INSTRON)

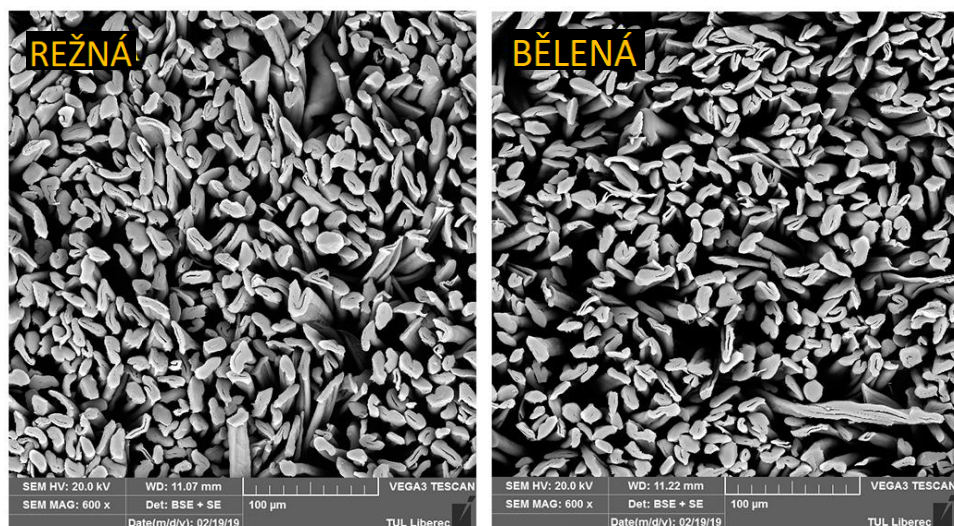
JEDNODUCHÉ PŘÍZE							
	T_j [tex]	σ [cN/dtex]	95% IS			V [%]	
REŽNÁ	AI	10	20,74	<	20,25 ; 21,23	>	8,33
	MII	8,4	23,69	<	23,21 ; 24,17	>	7,16
BĚLENÁ	AI	10	24,68	<	24,10 ; 25,26	>	8,24
	MII	8,4	28,08	<	27,42 ; 28,73	>	8,19



Obrázek 35 Graf závislosti poměrné pevnosti jednoduchých rezných a bělených přízí na jemnosti

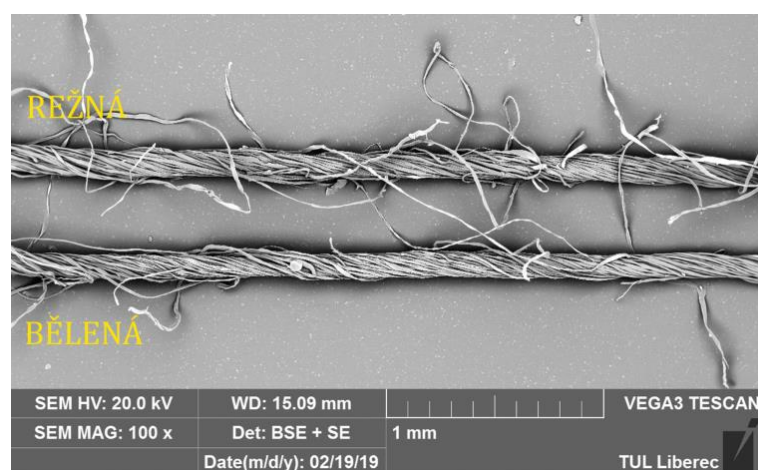
Z tabulky 17 a grafu 35 je patrné, že bělené příze byly pevnější. Pevnost první bělené příze (AI) je o 19 % vyšší, než rezná a pevnost druhé bělené příze (MII) je o 18,5 % větší, než pevnost její rezné varianty.

Jedním z možných vysvětlení vyšší pevnosti po bělení, které se nabízí, je srážení přízí po vyvářce. Proto byly příze zkoumány pod elektronovým mikroskopem. Snímky z tohoto ověřování jsou na obr. 36 a 37. Po porovnání snímků bělené a rezné příze je zřejmé, že bělením nedošlo k bobtnání vláken a jen k nevýraznému zvětšení mezer (pórů) mezi vlákny. To znamená, že příčinou větší pevnosti bělených přízí je pravděpodobně odstranění vosků během procesů předúpravy materiálu, konkrétně během alkalické vyvářky. Tím pravděpodobně došlo ke zvýšení tření mezi jednotlivými vlákny, které mělo za následek nárůst pevnosti.



Obrázek 36 Porovnání příčných řezů rezné a bělené jednoduché přize pod elektronovým mikroskopem

Jak je ze snímku na obr. 36 patrné, vlivem bělení došlo ke zvětšení vzduchových mezer mezi vlákny. Můžeme však vyloučit bobtnání vláken v bělicí lázni.



Obrázek 37 Porovnání podélných pohledů rezné a bělené bavlněné přize pod elektronovým mikroskopem

Anova

Výsledky jednofaktorové Anovy ukázaly, že faktor - stav přize (bělená, rezná), je významný pro pevnost přízí, což potvrzují i nepřekrývající se intervaly spolehlivosti.

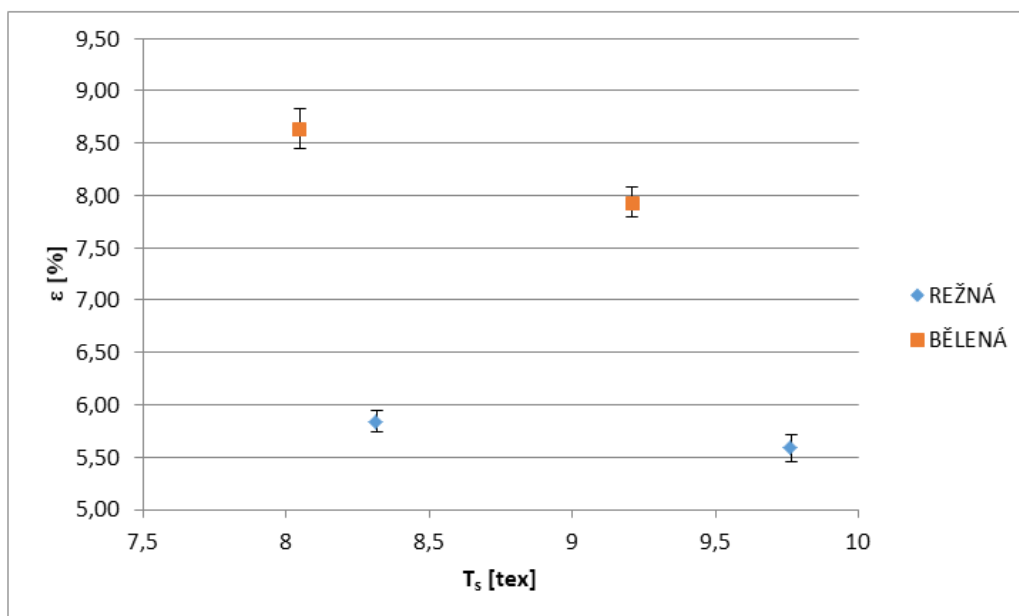
Snímky příčných řezů bělené a rezné přize jsou zařazeny v příloze A.

Tažnost

Tažnost, která byla měřena společně s pevností, byla vypočítána ze vztahu (32) z poměrného prodloužení při přetrhu. Výsledky měření jsou vedeny v tab.18.

Tabulka 18 Výsledky měření tažnosti jednoduchých rezných a bělených přízí (INSTRON)

JEDNODUCHÉ PŘÍZE									
		T_j [tex]	ϵ [%]	95% IS			V [%]		
REŽNÁ	AI	10	5,59	<	5,46	;	5,72	>	8,17
	MII	8,4	5,84	<	5,74	;	5,94	>	6,26
BĚLENÁ	AI	10	7,94	<	7,79	;	8,08	>	6,40
	MII	8,4	8,64	<	8,45	;	8,83	>	7,72



Obrázek 38 Graf závislosti tažnosti jednoduchých rezných a bělených přízí na jemnosti

Z výsledných hodnot v tab. 18 a grafu na obr. 38 vyplývá, že menší tažnost měly příze rezné. Vyšší tažnost bělených přízí je způsobená pravděpodobnou změnou třecích vlastností mezi vlákny způsobenou vyvářkou, nebo skutečností, že bělená příze měla vyšší počet zákrutů než rezná. Tažnost první bělené příze (AI) je o 42% vyšší, než rezná a tažnost druhé bělené příze (MII) dokonce o 48% větší, než tažnost rezná.

Anova

Výsledky jednofaktorové analýzy ukázaly, že faktor - stav příze (bělená, rezná), je významný pro tažnost přízí, což potvrzují i nepřekrývající se intervaly spolehlivosti středních hodnot.

3.1.3 Vliv bělení na hmotovou nestejnost, průměr a chlupatost

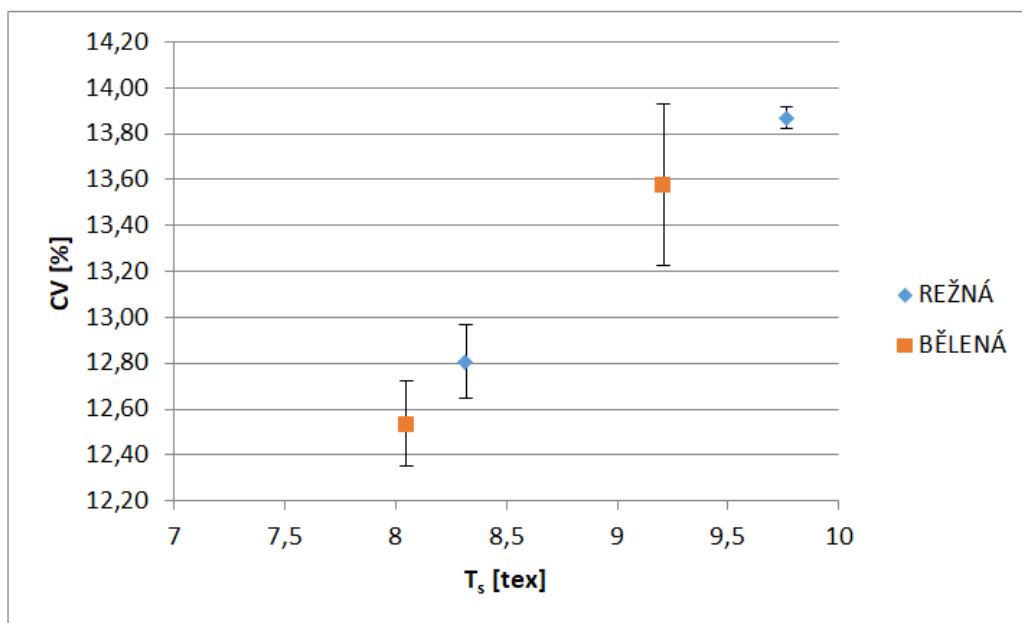
Měření v této kapitole bylo uskutečněno na přístroji Uster Tester (norma [24]) a Zweigle Hairiness Tester (interní norma [25]) za stejných podmínek jako v části A.

Hmotová nestejnomyěrnost

Výsledky měření jsou zaznamenány v tabulce 19.

Tabulka 19 Výsledky měření hmotové nestejnomyěrnosti jednoduchých rezných a bělených přízí (USTER TESTER)

JEDNODUCHÉ PŘÍZE									
		T_s [tex]	CV [%]	95% IS				V [%]	
REŽNÁ	AI	10	13,87	<	13,82	;	13,92	>	0,33
	MII	8,4	12,81	<	12,65	;	12,97	>	1,50
BĚLENÁ	AI	10	13,58	<	13,23	;	13,93	>	3,08
	MII	8,4	12,54	<	12,35	;	12,72	>	1,61



Obrázek 39 Graf závislosti hmotové nestejnomyěrnosti jednoduchých rezných a bělených přízí na jemnosti

Z výsledků měření hmotové nestejnomyěrnosti jednoduchých přízí je patrné, že bělené příze vykazovaly nižší nestejnomyěrnost, než rezné. Intervaly spolehlivosti středních hodnot se ale částečně překrývají, proto považujeme rozdíly středních hodnot mezi bělenými a reznými nitěmi za statisticky nevýznamné (rozdíly střední hodnoty CV mezi běleným a rezným nitěmi se pohybují kolem pouhých 2%).

Anova

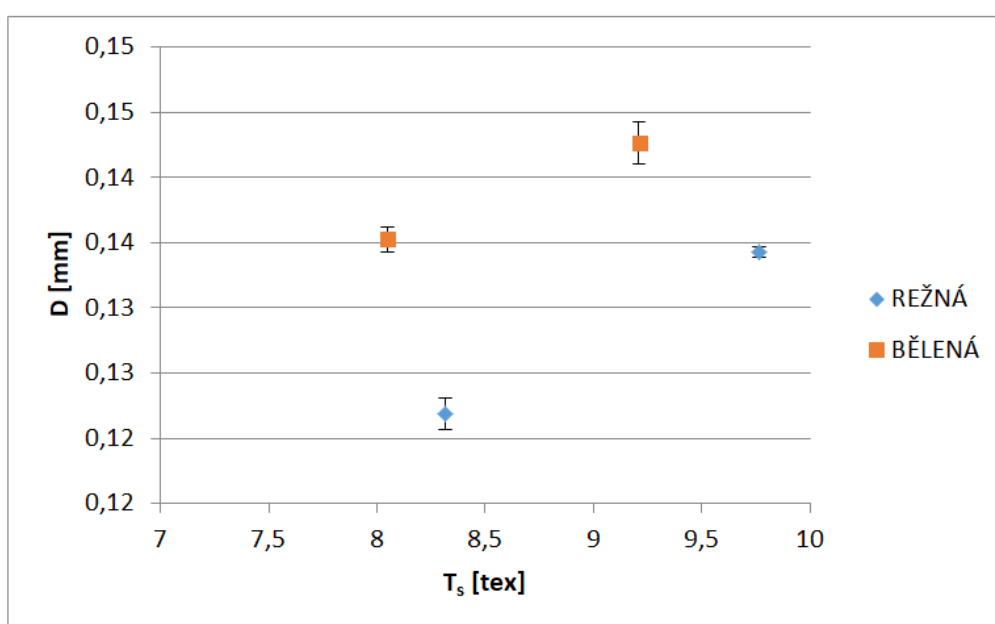
Výsledky byly potvrzeny Anovou, která vliv bělení vyhodnotila jako statisticky nevýznamný na hmotovou nestejnomyěrnost jednoduchých přízí.

Průměr

Průměr přízí byl, stejně jako v případě skaných přízí, měřen na přístroji Uster Tester. Výsledky jsou zaznamenány v tabulce 20.

Tabulka 20 Výsledky měření průměru jednoduchých režných a bělených přízí (USTER TESTER)

JEDNODUCHÉ PŘÍZE									
		T_j [tex]	D [mm]	95% IS				V [%]	
REŽNÁ	AI	10	0,134	<	0,13	;	0,13	>	0,34
	MII	8,4	0,122	<	0,12	;	0,12	>	1,20
BĚLENÁ	AI	10	0,143	<	0,14	;	0,14	>	1,35
	MII	8,4	0,135	<	0,13	;	0,14	>	0,86



Obrázek 40 Graf závislosti průměru jednoduchých režných a bělených přízí na jemnosti

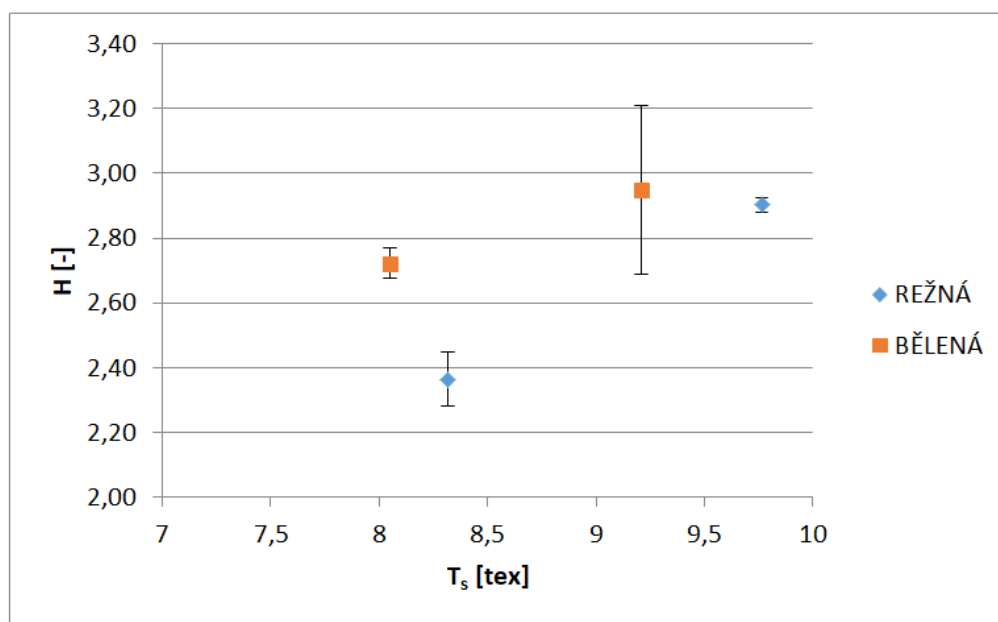
Z výsledných hodnot vyplývá, že bělené příze mají větší průměr, což přičítáme hydrodynamickému způsobu bělení. Na snímcích příčných řezů v kapitole 3.1.2 (obr.36), kde byl tento problém již rozebírán, si lze povšimnout malého zvětšení pórů mezi jednotlivými vlákny. To má za následek ono zvětšení průměru – u přízí AI o cca 6% a u přízí MI o 11%.

Chlupatost – Uster Tester

Chlupatost byla měřena jak na přístroji Uster Tester, tak na Zweigle Hairiness Tester. Výsledky měření jsou patrné níže (tab. 21).

Tabulka 21 Výsledky měření chlupatosti jednoduchých rezných a bělených přízí (USTER TESTER)

JEDNODUCHÉ PŘÍZE									
	T_j [tex]		H [-]	95% IS				V [%]	
REŽNÁ	AI	10	2,90	<	2,88	;	2,93	>	0,86
	MII	8,4	2,37	<	2,28	;	2,45	>	4,17
BĚLENÁ	AI	10	2,95	<	2,69	;	3,21	>	10,52
	MII	8,4	2,72	<	2,68	;	2,77	>	2,08



Obrázek 41 Graf závislosti chlupatosti jednoduchých rezných a bělených přízí na jemnosti

Pro bělené příze vyšla chlupatost, oproti domněnkám v predikci, vyšší, než u rezných, což se výrazněji projevuje u druhé sady přízí (MII). Důvodem je zde nejpravděpodobněji přesoukání materiálu na perforované cívky, které bylo nutno provést, aby mohly být příze vyběleny, a následně vliv hydrodynamického působení lázně.

Vzhledem k intervalům spolehlivosti středních hodnot pokládáme rozdíl v chlupatosti před a po bělení za statisticky významný pouze u příze MII. Výsledky byly potvrzeny i Anovou.

Chlupatost – Zweigle Hairiness Tester

Druhou metodou pro zkoumání chlupatosti bylo měření na Zweiglu. Stejně jako u skaných přízí nás zajímalo sumační kritérium S_{12} a S_3 . Výsledky měření obou kritérií jsou uvedeny v tabulkách 22 a 23 níže.

Tabulka 22 Výsledky měření kategorie S_{12} pro jednoduché rezné a bělené příze (Zweigle Hairiness Tester)

JEDNODUCHÉ PŘÍZE							
		T_j [tex]	S_{12} [-]	95% IS			V [%]
REŽNÁ	AI	10	5019,40	<	4912,53	; 5126,27	> 2,98
	MII	8,4	4244,30	<	3916,46	; 4572,14	> 10,80
BĚLENÁ	AI	10	6315,00	<	5822,90	; 6807,10	> 10,89
	MII	8,4	7655,90	<	7550,95	; 7760,85	> 1,92

Kritérium chlupatosti S_3 pro odstávající vlákna na kolmou vzdálenost od těla příze větší než 3 mm:

Tabulka 23 Výsledky měření kategorie S_3 pro jednoduché rezné a bělené příze (Zweigle Hairiness Tester)

JEDNODUCHÉ PŘÍZE							
		T_j [tex]	S_3 [-]	95% IS			V [%]
REŽNÁ	AI	10	179,90	<	162,14	; 197,66	> 13,80
	MII	8,4	183,70	<	153,79	; 213,61	> 22,76
BĚLENÁ	AI	10	387,70	<	335,29	; 440,11	> 18,90
	MII	8,4	511,90	<	489,92	; 533,88	> 6,00

Podobně jako při měření na Uster Testeru, i v tomto případě je (u sumačních kritérií S_{12} a S_3) větší chlupatost obou bělených přízí pravděpodobně způsobena hydrodynamickým prouděním vody v bělicí lázni a přesoukáním rezné příze na perforované dutinky.

Příze AI je hrubší a tudíž by měla teoreticky mít vyšší chlupatost než MII (rezné i bělené). V případě bělené příze měřené na Zweigle v kategorii S_3 vyšla AI rezná s menší chlupatostí, než MII rezná. Zde mělo pravděpodobně vliv soukání a metoda měření (zmiňováno již výše). Svou roli ovšem mohla sehrát i jemnost příze, jemnost vláken, seřízení prstencového dopřádacího stroje, opotřebení běžce, případně vliv soukání z potáčů na cívky.

Celkově můžeme odlišné chování běleného materiálu oproti predikci vysvětlit i složením bělicí lázně, která neobsahovala na rozdíl od běžných bělicích lázní vodní sklo, které se používá pro impregnaci textilu. Zároveň bylo po zkoumání složení lázně zjištěno, že doba bělení byla ve srovnání s obvyklými bělicími postupy mnohem kratší. Obecně se udává doba 1-2 hodiny, ale v našem případě byly příze běleny jen 30 minut.

Anova

Výsledky jednofaktorové analýzy rozptylu ukázaly, že faktor - stav příze (bělená, rezná) je statisticky významný pro chlupatost přízí v kategorii S₁₂ i S₃, což potvrzují i nepřekrývající se intervaly spolehlivosti středních hodnot. U chlupatosti H z Uster Testeru byl prokázán významný vliv jen u příze MII. (Statisticky nevýznamný rozdíl v chlupatost po bělení u příze AI, lze přičítat vlivu soukání a použité suroviny.)

Závěr

Cílem diplomové práce bylo analyzovat vliv počtu skacích zákrutů na vybrané vlastnosti bělené bavlněné dvojmo skané příze. Práce je rozdělena do dvou částí. Část A – analýza vlivu zákrutů na vybrané vlastnosti přízí, kde byly analyzovány dvojmo skané příze a jednoduché, ze kterých byly skané příze vyrobeny. A část B – vliv bělení na vybrané vlastnosti přízí, kde byly porovnávány jednoduché příze v rezném a vyběleném stavu.

Pro hlavní část experimentu, věnovanou vlivu zákrutů, byly použity skané příze různé konstrukce (SS-Z, SZ-Z, ZZ-S) a s různou úrovní zákrutů (600, 1200, 1800, 2200 m⁻¹). Příze s vysokým počtem zákrutů jsou pro svou vysokou pružnost vhodné pro výrobu kompresních obinadel, nebo rovněž efektivních přízí.

Byla provedena analýza rozptylu Anova s cílem stanovit statistickou významnost či nevýznamnost vlivu faktorů na sledovanou vlastnost skané příze.

V rámci experimentu proběhlo ověření jemností i zákrutů a měřena byla pevnost a tažnost na přístroji Instron 4411. Dále byla zkoumána hmotová nestejnomyšnost a průměr přízí (Uster Tester 4), chlupatost (Uster Tester 4 a Zweigle Hairiness Tester G 567). Nakonec byl stanoven počet zákrutů v jednoduché přízi po skaní v závislosti na počtu skacích zákrutů pomocí geometrického modelu zákrutové struktury skané příze. Všechna měření byla provedena v laboratoři KTT Technické univerzity v Liberci. Podrobnější rozbor vlastností vycházejících z naměřených vzorků je uveden v příslušných kapitolách experimentální části.

Během procesu skaní dochází ke vzájemnému zakrucování jednoduchých přízí. Délková textilie se tak stává pevnější a pružnější. Zároveň dojde ke zkrácení její délky vlivem skaní.

Z poměrného prodloužení (příp. zkrácení) skané příze při jejím rozkroucení na zákrutoměru bylo vypočteno seskání. Byl potvrzen předpoklad, že s rostoucím skacím zákrutem roste seskání skané příze. U sad dvojmo skaných přízí s opačnými skacími zákruty v porovnání se zákruty předními (SS-Z a ZZ-S) a velikostí zákrutu 600 m⁻¹ se hodnoty seskání pohybovaly v záporných číslech. Při rozkrucování těchto skaných přízí došlo ke zkrácování jednoduchých přízí z důvodu jejich opačného předního zákrutu. Toto zkrácení je pravděpodobně větší než naddodávka materiálu ve skané přízi, a to se projeví jako záporná hodnota. U vyšších zákrutů nabývalo seskání již kladných hodnot,

pravděpodobně z důvodu naddodávky materiálu. Podélné pohledy z elektronového mikroskopu ukázaly, že ke změně směru zákrutů vlivem skaní u jednoduchých přízí nedošlo.

Sada SZ-Z vykazovala mnohem vyšší procento seskání, než předešlé sady, a to o 34-68% (když nepočítáme záporné seskání, kde by nárůst byl o 107%). To bylo způsobeno rozdílnou konstrukcí jednoduchých nití.

Z absolutní pevnosti byla vypočtena poměrná pevnost. Průběh závislosti poměrné pevnosti na počtu zákrutů odpovídal předpokladům, neboť po překročení kritického zákrutu mělo dojít k poklesu pevnosti, což se zde potvrdilo. Sada SZ-Z vykazovala mnohem menší pevnost (až o 54 %) a ke kritickému zákrutu docházelo na mnohem nižší úrovni, než u zbylých dvou sad. Vlivem skaní totiž došlo k ještě většímu zakroucení jednoduché příze, která měla stejný směr zákrutu jako je směr skaní. Tím tato příze dosáhla kritického zákrutu dříve, než zbylé dvě sady.

Tažnost byla vypočtena z poměrného prodloužení při tahovém namáhání. Byl potvrzen předpoklad, že s vyšší úrovní zákrutu roste těžnost. Příčinou je rostoucí úhel sklonu osy jednoduché příze k ose skané příze, což vytváří geometrické předpoklady pro vyšší těžnost skané příze.

Nebyl prokázán vliv zákrutu na kvadratickou hmotovou nestejnomyšnost. Graf závislosti CV na jemnosti T ukázal největší nestejnomyšnost u jednoduchých přízí, což potvrdilo předpoklad o zestejnomyšňujícím účinku druzení při skaní. Vliv jemnosti na nestejnomyšnost skaných přízí nebyl shledán vzhledem k překrývajícím se intervalům spolehlivosti a výsledkům dvoufaktorové analýzy Anova za statisticky významný.

Experiment potvrdil, že míra chlupatosti přízí závisí na počtu skacích zákrutů. Index chlupatosti H i sumační kritéria S_{12} a S_3 nabývají s rostoucí úrovní zákrutů klesajících tendencí. Odstávající vlákna jsou tedy vlivem skacích zákrutů více přikrucována k tělu příze a chlupatost příze tím klesá.

Při měření průměru přízí došlo k potvrzení prvotního předpokladu o klesajícím průměru s rostoucím zákrutem. Vlivem skacích zákrutů jsou vlákna více tisknuta k sobě a jejich průměr tak klesá. U zákrutů 1800 – 2200 m^{-1} už není pokles tak výrazný. Vysvětlením je maximální zaplnění přízí a počátek vzniku zákrutu druhého řádu.

Byl aplikován geometrický model změny zákrutu v jednoduché přízi po skaní v závislosti na zákrutu skacím. Aplikace proběhla na sadě příze ZZ-S. Výchozím byl model šroubovice a její torze. Model vychází z představy, že jednoduché příze jsou vlivem skaní uloženy ve šroubovici. Díky torzi šroubovice dojde ke změně počtu zákrutů v jednoduché přízi. Z torze šroubovice a geometrického modelu struktury zakroucení ve skané přízi byly odvozeny příslušné vztahy. Pro výpočty byla nutná znalost průměru osy šroubovice jednoduché příze v přízi skané d_s . Za tuto veličinu byl v jednom případě do vztahu dosazen průměr jednoduché příze (naměřený na Uster Testeru) a ve druhém případě byl model zkonstruován pomocí příčného rozměru MINs skané příze (stanovený pomocí obrazové analýzy). Výsledky modelu ukázaly, že se jednoduché příze vlivem skaní rozkrucují, k jejich úplnému rozkrucení a následnému zakrucování v opačném směru však dle modelu nedojde. Geometrický model rovněž ukázal, že nejmenší počet zákrutů v jednoduché přízi po skaní je u skacího zákrutu 1500 m^{-1} (dosadíme-li za d_s průměr jednoduché příze z Uster Testeru), při tomto skacím zákrutu by úhel sklonu vláken k ose skané příze měl být nejmenší (Z podélných snímků to lze subjektivně potvrdit u příze se skacími zákruty 1200 m^{-1} , protože 1500 m^{-1} nebylo ve sledovaném rozsahu).

Malý úhel sklonu vláken by měl mít pozitivní vliv na pevnost příze (vlákna přenáší větší tahovou sílu). Experimentální výsledky ukázaly, že příze mají největší pevnost při skacím zákrutu 1200 m^{-1} (1500 m^{-1} nebylo ve sledovaném rozsahu). Pokles pevnosti po překročení zákrutu kritického lze pak pravděpodobně přičítat nepříznivému uložení vláken vzhledem k ose skané příze.

Z odvozených rovnic dále vyplývá, že k maximální změně zákrutů jednoduché příze dojde při skacím zákrutu, který je roven $1000/(\pi d_s)$. Při tomto skacím zákrutu se počet zákrutů v jednoduché přízi změní o $\frac{1}{2}$ uvedeného počtu skacích zákrutů. U sady SS-Z předpokládáme vzhledem k obdobné konstrukci stejný průběh. Aplikace modelu na všech konstrukcích příze nebyla stěžejním cílem této práce, proto nebyl hlouběji rozebírán. Pro objektivní ověření platnosti modelu je třeba vyvinout metodiku k experimentálnímu ověření počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní. To by mohlo být tématem k dalšímu výzkumu.

Výsledky měření uvedených vlastností byly podrobeny dvoufaktorové analýze Anova. Volenými faktory byly konstrukce příze a úroveň zákrutu. Obě hlediska byla vyhodnocena

jako statisticky významná pro vlastnosti přízí (s výjimkou hmotové nestejnoměrnosti), stejně tak významná vyšla vzájemná interakce obou faktorů.

V druhé části práce byl zkoumán vliv bělení na vybrané vlastnosti délkových textilií. K dispozici byly dva druhy jednoduchých přízí v režném i běleném provedení. Jednoduché příze byly testovány za stejných podmínek jako skané příze v části A.

Vlivem bělení došlo k statisticky významnému poklesu délkové hmotnosti příze. Důvodem je pravděpodobně odstranění vosků během vyvářky. Vlivem srážení příze došlo ke statisticky nevýznamné změně zákrutů.

Ze zkoušky namáhání tahem vyšly pevnější příze bělené. To odporovalo prvotnímu předpokladu. Elektronová mikroskopie příčných řezů neprokázala nabobtnání vláken. Odůvodněním tohoto chování tedy nejpravděpodobněji je, že vlákna byla alkalickou vyvářkou zbavena vosků, čímž vzrostlo tření mezi vlákny, které způsobilo zvýšení pevnosti. Při zkoumání změny tažnosti byla opět, oproti předpokladu, zjištěna větší tažnost u přízí bělených, a to zhruba o 40-50%. Tento nárůst přičítáme opět změně třecích vlastností v přízích po bělení. Svou roli zde ovšem mohl hrát i způsob bělení, složení lázně a doba bělení, která byla ve srovnání s běžnými bělicími postupy mnohem kratší.

Rozdíly mezi bělenými a nebělenými nitěmi při měření hmotové nestejnoměrnosti nepokládáme vzhledem k překrývajícím se intervalům spolehlivosti středních hodnot a výsledkům jednofaktorové analýzy rozptylu za statisticky významné. Naopak za významný považujeme rozdíl při měření průměru obou druhů přízí. Hydrodynamickým působením vody v bělicí lázni došlo nejspíš k malému zvětšení pórů mezi vlákny a tím i nárůstu průměru o 6-10%.

Obě bělené příze vykazovaly vyšší chlupatost než režné. Příčinou je nejspíš opět hydrodynamické působení lázně a přesoukání nití na perforované cívky, na kterých se příze bělily. Bělená příze s označením AI vyšla jako chlupatější, protože je hrubší než MII, a tedy je u ní větší pravděpodobnost odstávajících vláken. Výjimkou je parametr S_3 (Zweigle), kde příze MII vyšla, proti předpokladu, chlupatější. To je ovšem přičítáno vlivu soukání a metody měření, která je jiná než na Uster Testeru.

Po porovnání podmínek bělení jednoduchých přízí v části B a přízí skaných v části A, lze konstatovat, že nejsou shodné, a proto výsledky ani závěry týkající se vlivu bělení na jednoduché příze s největší pravděpodobností nebudou poplatné na příze v části A.

Zdroje a použitá literatura

- [1] DEMBICKÝ, J. *Zušlechťování textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. ISBN 978-80-7372-321-7
- [2] *Předúprava textilií: Bělení bavlny* [online]. Liberec: TUL, 2008 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz>
- [3] *E-LTex: Zušlechťování textilií* [online]. Brno: Textilní zkušební ústav, 2017 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <http://www.skolatextilu.cz/elearning/482/zaklady-textilnich-technologii/zuslechtovani-textilili/Beleni.html>
- [4] MORTON, W. E. a J. W. S. HEARLE. *Physical properties of textile fibres*. 4th ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited, 2008. ISBN 978-1 84569 442 5.
- [5] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: Klasická a speciální*. Liberec: TUL, 2002. ISBN 80-7083-644-X. (vydání?)
- [6] URSÍNÝ, P.: Struktura a vlastnosti skané bavlněné příze mykané. Zpráva z pracovní etapy dílčího úkolu Optex – Optimalizace použití skaní. Liberec
- [7] JIRÁSKOVÁ, Petra a MOUČKOVÁ, Eva. *Výpočty v přádelnické technologii [skripta]*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007.
- [8] SAVILLE, B. P. *Physical testing of textiles*. Boca Raton: Woodhead publishing, 1999
- [9] HAMPLOVÁ, Tereza. *Mechanicko-fyzikální vlastnosti prstencových a rotorových přízí*: Liberec, 2011. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci,. Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Ursíny, DrSc.
- [10] POSPÍŠIL, Zdeněk a kol. *Příručka textilního odborníka*. Praha 1: SNTL Nakladatelství technické literatury, 1981. ISBN 04-825-81.
- [11] NECKÁŘ, Bohuslav. *Příze: Tvorba, struktura, vlastnosti*. Praha 1: SNTL Nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 04-811-90.
- [12] MCKENNA, H. A., J. W. S. HEARLE a N. O'HEAR. *Handbook of fibre rope technology*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd and CRC Press, 2004. ISBN 1 85573 606 3.
- [13] URSÍNÝ, Petr. *Stroje a technologie dopřádání II*. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní, 1984. ISBN 55-818-84.
- [14] NECKÁŘ, Bohuslav. *Struktura a vlastnosti textilií: Příze a hedvábí I*. [studijní materiál]. Liberec: Technická univerzita, 2018. Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/>
- [15] INTERNÍ NORMA 12-108-01/01. *Definice: Geometrické vlastnosti staplových přízí*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní, Výzkumné centrum Textil. 2002.
- [16] JAZUDEKOVÁ, Eva. *Rozbor vlastností skaných rotorových a prstencových přízí*. Liberec, 2007. Diplomová práce. Technická univerzita Liberec. Vedoucí práce Prof. Ing. Petr Ursíny Dr.Sc.
- [17] URSÍNÝ, Petr. *Předení I*. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita, 2006, 173 s. ISBN 80-7372-077-9.

- [18] ČSN EN ISO 2062 (80 0700). *Textilie – Nitě na návinech – Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu pomocí přístroje s konstantní rychlostí prodloužení (CRE)*. Červenec 2010.
- [19] KYUMA, Hidehiko. *Strength and Elongation of the Double (Two-fold) Staple Yarn* [online]. The Japanese Patent Bureau, Chiyoda-ku, Tokyo, 1970 [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jte1955/16/5/16_5_181/_pdf. Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University, Ueda, Nagano-ken.
- [21] KRUPINCOVÁ, Gabriela. *Chlupatost přízí*. Liberec, 2012. Dizertační práce. Technická univerzita Liberec.
- [22] ČSN EN ISO 2060 (80 0702). *Textilie – Nitě v návinech – Zjišťování jemnosti (délkové hmotnosti) pásmovou metodou (CRE)*. Prosinec 1996.
- [23] ČSN 80 0701 *Zjištění zákrutů přízí*. Duben 1964.
- [24] ČSN 80 0706 *Zjišťování hmotné nestejnomyšnosti pramenů, přástů a nití*. Listopad 1992.
- [25] INTERNÍ NORMA 42-102-01/01. *Definice: Vyhodnocení chlupatost přízí*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní, Výzkumné centrum Textil. Březen 2009.
- [26] INTERNÍ NORMA 32-102-01/01. *Definice: Příčné rozměry dvojmo skané příze a průměr jednoduché příze – podélné pohledy*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní, Výzkumné centrum Textil. Prosinec 2009.
- [27] ČSN EN 20139 (800056). *Normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení*. Září 1994.
- [28] ÖMEROĞLU, Sunay. *An Investigation on the effects of ply and single twists on strenght, hairiness and abrasion resistance properties of two-ply cotton ring-spun yerns* [online]. Turkey, 2013 [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/220033>. Uludag University, Department of Textile Engineering
- [29] *Příručka přístroje Uster-Tester 6 firmy Zelweger (01.2016)*
- [30] Software QC Expert 3.3 TriloByte statistical software. *TriloByte.Ltd* [online]. [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <http://www.trilobyte.cz/Nase-Produkty/QC-Expert.html>
- [31] *Aritmetický průměr* [online]. In: . [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/M%C3%ADry_polohy
- [32] *Směrodatná odchylka* [online]. In: . [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sm%C4%9Brodatn%C3%A1_odchylka
- [33] *Variační koeficient* [online]. In: . [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn1/variabil.htm>
- [34] *Interval spolehlivosti* [online]. In: . [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2013_03_05_StatSoft_intervalovy_odhad.pdf

- [35] MELOUN, Milan a Jiří MILITKÝ. *Statistická analýza experimentálních dat*. Vyd. 2., upr. a rozš. Praha: Academia, 1994. ISBN 80-85297-56-6.
- [36] SCHWABE, B. *Derhungen in textilen Faserbandern und Garnen*. Chemnitz: Cetex, 2009. ISBN 978-3-9812554-2-3.
- [37] JIRÁSKOVÁ, P. Analysis of ring and rotor yarns twist take-up. STRUTEX – *Structure and Structural Mechanics of Textiles* (15. Mezinárodní konference). Technická univerzita Liberec. Liberec, prosinec 2008. ISBN 978-80-7372-418-4. (str. 79-84)
- [38] MAZURKIEWICZOVÁ, Sandra. *Přístupy k hodnocení chlupatosti přízí*. Liberec, 2014. Diplomová práce. Technická univerzita Liberec. Vedoucí práce Ing. Gabriela Krupincová, Ph.D.
- [39] HAASOVÁ, Radka. *Seskání skaných přízí*. Liberec, 2008. Diplomová práce. Technická univerzita Liberec. Vedoucí práce Ing. Petra Jirásková.
- [40] ZIMOVÁ, Mária. *Pevnost a modul bavlněných přízí*. Liberec, 2014. Diplomová práce. Technická univerzita Liberec. Vedoucí práce Doc. Dr. Ing. Dana Křemenáková.
- [41] POZDĚNOVÁ, Renata. *Závislost vybělení bavlněné textilie na koncentraci jednotlivých složek v bělicí peroxidové lázni*. Liberec, 2004. Diplomová práce. Technická univerzita Liberec.
- [42] PALANISWAMY, Kolandaisamy a Peer MOHAMED. *An Investigation on the effects of ply and single twists on strenght, hairiness and abrasion resistance properties of two-ply cotton ring-spun yerns*. [online]. Chennai, India, 2006 [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: http://www.autexrj.com/cms/zalaczone_pliki/1-06-2.pdf. Anna University, Department of Textile Technology.
- [43] SB, Abdul a Sandip J. *Properties Evaluation of Cotton Ring and Compact Spun Yarns after Scouring and Bleaching Process* [online]. Center for Textile functions, Dhule, 2013 [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://www.omicsonline.org/open-access/properties-evaluation-of-cotton-ring-and-compact-spun-yarns-after-scouring-and-bleaching-process-2165-8064.1000139.php?aid=20084>. Mukesh Patel School of Technology, NMIMS University, Dhule, India.
- [44] FARID, Afrose. Effect of chemical treatments on the characteristics od regular and compact cotton smun yarn [online]. International Journal of Research in Engineering and Technology., 2014 [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/273300943_EFFECT_OF_CHEMICAL_TREATMENTS_ON_THE_CHARACTERISTICS_OF_REGULAR_AND_COMPACT_COTTON_SPUN_YARNS
- [45] URSÍNÝ, Petr. Předání II. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita, 2001, 143 s. ISBN 80-7083-540-0.
- [46] LYEROVÁ, Marcela. *Vliv struktury skané příze na její mechanické vlastnosti*. Liberec, 2014. Diplomová práce. Technická univerzita Liberec. Vedoucí práce prof. Ing. Petr Ursíny, DrSc.
- [47] NECKÁŘ, Bohuslav. *Struktura a vlastnosti textilií: Příze a hedvábí 3 – Tahové namáhání a pevnost*. [studijní materiál]. TUL Liberec.

Seznam obrázků

- Obrázek 1 Princip prstencového skacího systému [45]
- Obrázek 2 Závislost mezi pevností a zákrutem příze [11]
- Obrázek 3 Šroubovicový model [14]
- Obrázek 4 Křivka znázorňující průběh seskání u příze s opačným skacím zákrutem než je zákrut jejich jednoduchých přízí, převzato z [16]
- Obrázek 5 Schéma geometrické struktury zakroucení ve skané přízi, převzato z [36]
- Obrázek 6 Trojúhelník vzniklý rozvinutím šroubovice
- Obrázek 7 Snímek dvojmo skané příze s vyznačenými rozměry Min_s , Max_s a $D1$, převzato z [26]
- Obrázek 8 Princip měření chlupatosti pomocí přídavného čidla přístroje Uster-Tester [29]
- Obrázek 9 Princip měření chlupatosti na přístroji Zweigle [25]
- Obrázek 10 Grafické znázornění lineární nestejnomyšnosti U , převzato z [17]
- Obrázek 11 Molekula bavlny, převzato z Handbook of fibre rope technology [12]
- Obrázek 12 Konvoluce bavlny a ukázka jejího lumenu [12]
- Obrázek 13 Bobtnání v NaOH při 0°C a za varu [5]
- Obrázek 14 Graf závislosti procenta seskání δ na počtu zákrutů Z_s
- Obrázek 15 Snímek z elektronového mikroskopu - ukázka rozkroucení přádních zákrutů vlivem skaní (příze ZZ-S, 600 m⁻¹): žlutá šipka – osa jednoduché příze, červená šipka – směr (Z) vláken v jednoduché přízi
- Obrázek 16 Ukázka změny struktury příze (SZ-Z, 600 m⁻¹) – elektronový mikroskop
- Obrázek 17 Ukázka změny struktury příze (SZ-Z, 600 m⁻¹) - mikroskop
- Obrázek 18 Graf závislosti poměrné pevnosti na počtu zákrutů a porovnání s přízemi jednoduchými
- Obrázek 19 Ukázka přetrhu na Instronu, SZ-Z 600 m⁻¹
- Obrázek 20 Ukázka přetrhu na Instronu, SZ-Z 1200 m⁻¹
- Obrázek 21 Ukázka přetrhu na Instronu, SZ-Z 1800 m⁻¹
- Obrázek 22 Ukázka přetrhu na Instronu, SZ-Z 2200 m⁻¹
- Obrázek 23 Graf závislosti tažnosti na počtu zákrutů a porovnání s přízí jednoduchou
- Obrázek 24 Graf závislosti kvadratické hmotové nestejnomyšnosti na jemnosti

- Obrázek 25 Graf závislosti chlupatosti na počtu zákrutů a porovnání s přízí jednoduchou – měření na Uster Tester
- Obrázek 26 Graf závislost sumačního kritéria chlupatosti S_{12} na počtu zákrutů a porovnání s přízí jednoduchou – měření na Zweigle Hairiness Testeru G567
- Obrázek 27 Graf závislost sumačního kritéria chlupatosti S_3 na počtu zákrutů a porovnání s přízí jednoduchou – měření na Zweigle Hairiness Testeru G567
- Obrázek 28 Graf závislosti průměru příze na počtu zákrutů a porovnání s přízí jednoduchou – USTER TESTER 4
- Obrázek 29 Graf závislosti naměřených hodnot průměrů na skutečném zákrutu Z_s
- Obrázek 30 Graf závislosti změny počtu zákrutů jednoduché příze po skaní na zákrutu Z_s (vztaženo na 1 m jednoduché příze)
- Obrázek 31 Graf závislosti počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní na zákrutu Z_s (vztaženo na 1 m jednoduché příze)
- Obrázek 32 Snímky podélných pohledů přízí z elektronového mikroskopu (ZZ-S)
- Obrázek 33 Graf závislosti počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní na zákrutu Z_s (vztaženo na 1 m skané příze)
- Obrázek 34 Graf závislosti jemnosti T_s rezných a bělených přízí na zákrutu Z_s (s intervaly spolehlivosti jemnosti i zákrutu)
- Obrázek 35 Graf závislosti poměrné pevnosti jednoduchých rezných a bělených přízí na jemnosti
- Obrázek 36 Porovnání příčných řezů rezné a bělené jednoduché příze pod elektronovým mikroskopem
- Obrázek 37 Porovnání podélných pohledů rezné a bělené bavlněné příze pod elektronovým mikroskopem
- Obrázek 38 Graf závislosti tažnosti jednoduchých rezných a bělených přízí na jemnosti
- Obrázek 39 Graf závislosti hmotové nestejnomyšnosti jednoduchých rezných a bělených přízí na jemnosti
- Obrázek 40 Graf závislosti průměru jednoduchých rezných a bělených přízí na jemnosti
- Obrázek 41 Graf závislosti chlupatosti jednoduchých rezných a bělených přízí na jemnosti

Seznam tabulek

- Tabulka 1 Základní vlastnosti bavlněných vláken [10]
- Tabulka 2 Přehled přízí pro analýzu vlivu zákrutu
- Tabulka 3 Výsledky měření - porovnání jmenovitých jemností T_j se skutečnými jemnostmi T_s pro skané příze
- Tabulka 4 Výsledky měření počtu zákrutů a porovnání se zákruty jmenovitými pro dvojmo skané příze
- Tabulka 5 Výsledky měření seskání dvojmo skaných přízí
- Tabulka 6 Výsledky měření poměrné pevnosti přízí měřené na INSTRONU
- Tabulka 7 Výsledky měření tažnosti přízí měřená na INSTRONU
- Tabulka 8 Výsledky hmotové nestejnoměrnosti přízí měřená na USTER TESTER
- Tabulka 9 Výsledky měření chlupatosti přízí měřená na USTER TESTER
- Tabulka 10 Výsledky měření - sumační kritérium S_{12} pro 1 mm a 2 mm, měřené na Zweigle Hairiness Tester G567
- Tabulka 11 Výsledky měření chlupatosti - kategorie S_3 , měřená na Zweigle Hairiness Tester G567
- Tabulka 12 Výsledky měření průměru přízí na USTER TESTER 4
- Tabulka 13 Výsledky měření průměru jednoduché a skané příze pomocí optické analýzy (MINs, MAXs, D1) a Uster Testeru (2D skaná a 2D jednoduchá)
- Tabulka 14 Přehled přízí pro analýzu vlivu bělení
- Tabulka 15 Výsledky měření - porovnání jmenovité jemnosti T_j a skutečné jemnosti T_s bělených a rezných přízí
- Tabulka 16 Výsledky měření - porovnání jmenovitých zákrutů Z_j se zákruty skutečnými Z_s bělených a rezných přízí
- Tabulka 17 Výsledky měření poměrné pevnosti σ jednoduchých rezných a bělených přízí (INSTRON)
- Tabulka 18 Výsledky měření tažnosti jednoduchých rezných a bělených přízí (INSTRON)
- Tabulka 19 Výsledky hmotové nestejnoměrnosti jednoduchých rezných a bělených přízí (USTER TESTER)
- Tabulka 20 Výsledky měření průměru jednoduchých rezných a bělených přízí (USTER TESTER)

Tabulka 21	Výsledky měření chlupatosti jednoduchých rezných a bělených přízí (USTER TESTER)
Tabulka 22	Výsledky měření kategorie S ₁₂ pro jednoduché rezné a bělené příze (Zweigle Hairiness Tester)
Tabulka 23	Výsledky měření kategorie S ₃ pro jednoduché rezné a bělené příze (Zweigle Hairiness Tester)

Seznam příloh

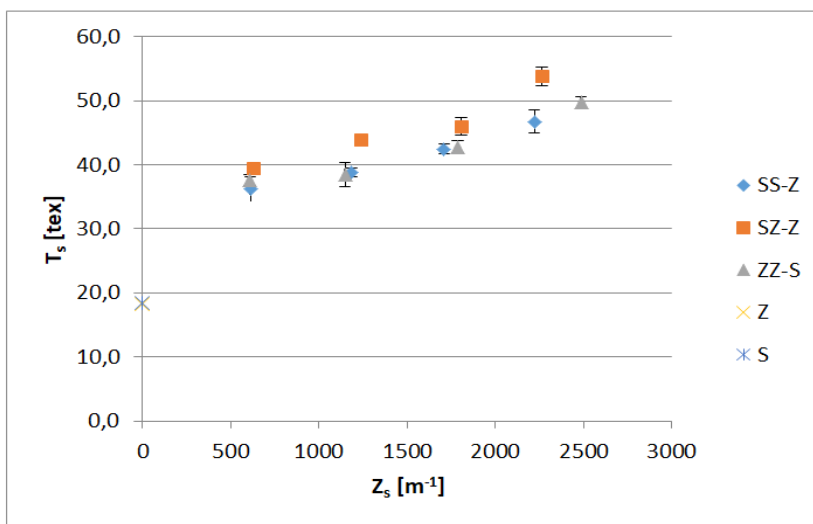
Příloha A	Tabulky a grafy nezařazené v práci a výsledky z Anovy
A.1	Tabulky a grafy
A.2	Výsledky z Anovy – část A
A.3	Výsledky z Anovy – část B
Příloha B	Výstupy z přístroje Instrone – ukázka
Příloha C	Výstupy z přístroje Uster-Tester – ukázka
Příloha D	Výstupy z přístroje Zweigle Hairiness Tester - ukázka
Příloha E	Snímky podélných pohledů přízí
E.1	Snímky podélných pohledů přízí z elektronového mikroskopu sada ZZ-S.
E.2	Snímky podélných pohledů přízí z elektronového mikroskopu sada SZ-Z.
E.3	Snímky podélných pohledů přízí z mikroskopu, s horním osvitem

Přílohy

Příloha A Tabulky, grafy nezařazené v práci a výsledky z Anovy

A.1 Tabulky a grafy

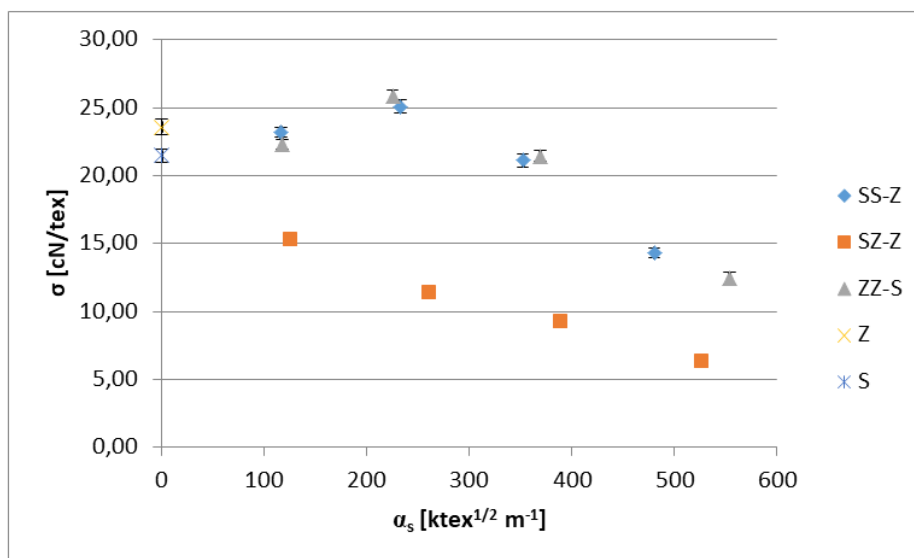
Graf závislosti jemnosti na zákrutu.



Obrázek 1 Graf závislosti jemnosti na zákrutu pro skané příze a porovnání s přízí jednoduchou

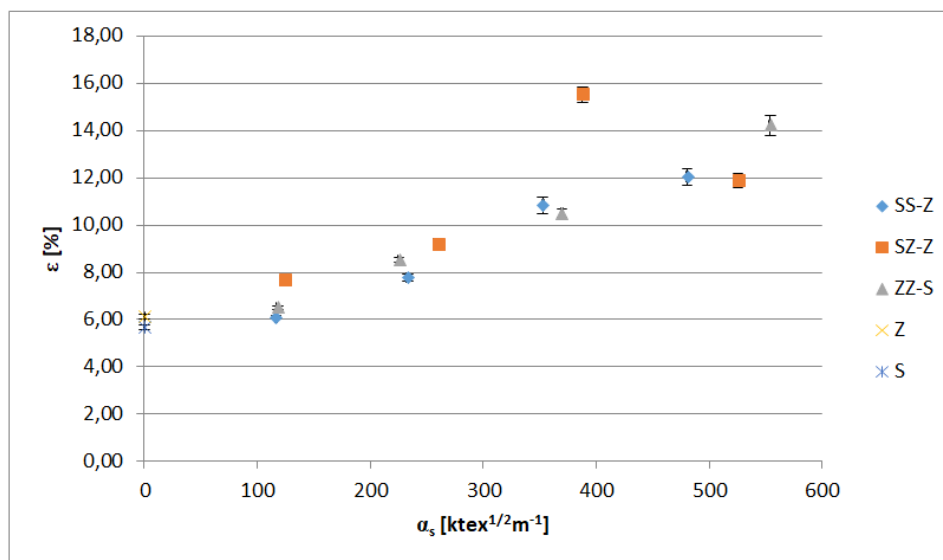
Pro porovnání jsou (obr. 1) v grafu závislosti jemnosti na zákrutu na osu y vyneseny i jemnosti jednoduchých přízí, ze kterých byly skané příze zhotoveny. Rozdíly středních hodnot jemnosti obou jednoduchých přízí jsou minimální a statisticky nevýznamné (intervaly spolehlivosti se překrývají).

Graf závislosti poměrné pevnosti na Köchlinově zákrutovém koeficientu



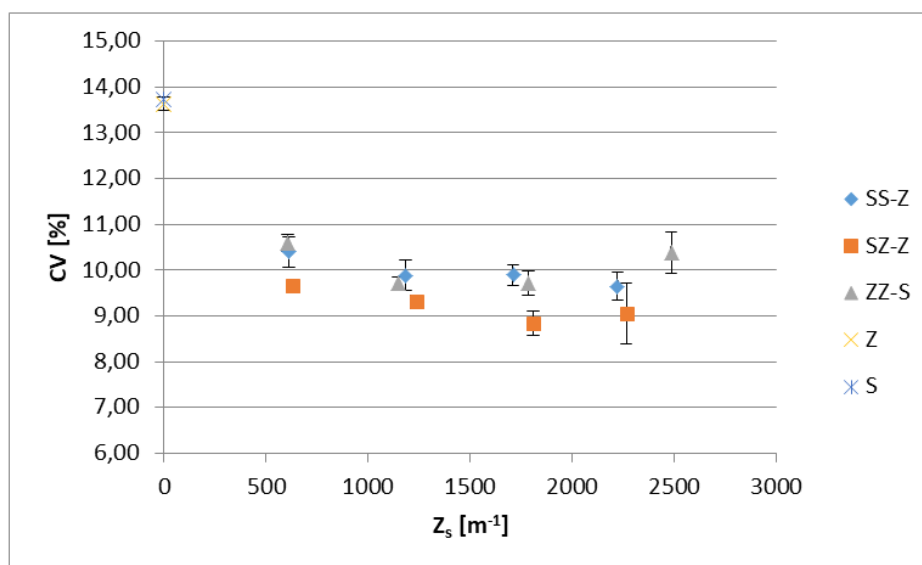
Obrázek 2 Graf závislosti poměrné pevnosti na Köchlinově zákrutovém koeficientu

Závislost tažnosti na Köchlinově zákrutovém koeficientu.



Obrázek 3 Graf závislosti tažnosti na Köchlinově zákrutovém koeficientu

Závislost hmotové nestejnosti CV na zákrutu.



Obrázek 4 Graf závislosti hmotové nestejnosti na velikosti zákrutu

A.2 Výsledky z Anovy - část A

Tabulka 6 Výsledky z dvoufaktorové Anovy pro 1. faktor: konstrukce přize

faktor 1: konstrukce přize							
vlastnost		Součet čtverců	Stupně volnosti	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota
JEMNOST	T	247,987	2	122,80	3,19	Významný	1,33E-19
SESKÁNÍ	δ	6429,775	2	5736,01	3,02	Významný	0
PEVNOST	σ	13437,837	2	3890,79	3,01	Významný	0
TAŽNOST	ε	359,589	2	224,94	3,01	Významný	2,82E-73
HMOTOVÁ NEST.	CV	14,287	2	48,06	3,11	Významný	1,37E-14
CHLUPATOST	H	6,812	2	109,40	3,11	Významný	5,41E-24
PRŮMĚR	D	0,002	2	69,45	3,11	Významný	1,89E-18
CHLUPATOST S_{12}	S_{12}	169823701,500	2	207,76	3,09	Významný	1,61E-36
CHLUPATOST S_3	S_3	656040,988	2	173,46	3,09	Významný	1,33E-32

Tabulka 7 Výsledky z dvoufaktorové Anovy pro 2. faktor: úroveň zákrutů

faktor 2: počet skacích zákrutů							
vlastnost		Součet čtverců	Stupně volnosti	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota
JEMNOST	T	1274,840	3	420,86	2,80	Významný	1,87E-34
SESKÁNÍ	δ	28468,876	3	16931,41	2,63	Významný	0
PEVNOST	σ	8982,531	3	1733,87	2,62	Významný	0
TAŽNOST	ε	3812,079	3	1589,73	2,62	Významný	0
HMOTOVÁ NEST.	CV	7,213	3	16,17	2,71	Významný	2,29E-08
CHLUPATOST	H	56,701	3	607,06	2,71	Významný	2,45E-56
PRŮMĚR	D	0,072	3	1458,60	2,71	Významný	1,15E-71
CHLUPATOST S_{12}	S_{12}	898190195,700	3	732,55	2,69	Významný	2,30E-68
CHLUPATOST S_3	S_3	12884816,260	3	2271,19	2,70	Významný	0

Tabulka 8 Výsledky z dvoufaktorové Anovy pro interakci faktorů

interakce							
vlastnost		Součet čtverců	Stupně volnosti	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota
JEMNOST	T	36,220	6	5,98	2,29	Významný	0,000101
SESKÁNÍ	δ	584,430	6	173,79	2,12	Významný	0
PEVNOST	σ	1277,431	6	123,29	2,11	Významný	0
TAŽNOST	ε	720,642	6	150,26	2,11	Významný	0
HMOTOVÁ NEST.	CV	3,025	6	3,39	2,21	Významný	0,004842
CHLUPATOST	H	6,209	6	33,24	2,21	Významný	4,00E-20
PRŮMĚR	D	0,004	6	36,84	2,21	Významný	1,98E-21
CHLUPATOST S_{12}	S_{12}	65124909,260	6	26,56	2,19	Významný	8,88E-19
CHLUPATOST S_3	S_3	1284154,620	6	113,18	2,19	Významný	2,73E-41

A.3 Výsledky z Anovy - část B

Tabulka 9 Výsledky z jednofaktorové Anovy pro příze AI

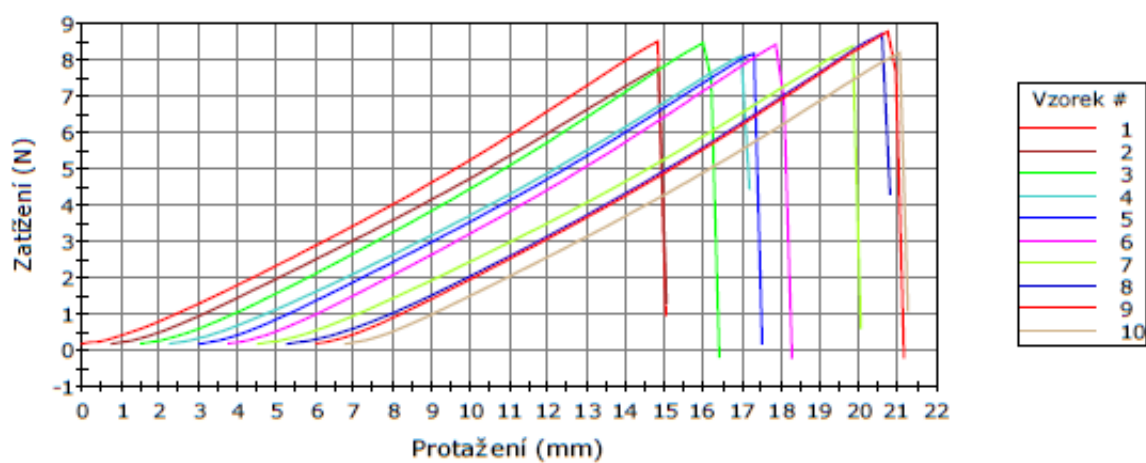
příze AI:		faktor: stav přízí (bělená x režná)			
vlastnost		Závěr	Teoretický	Vypočítaný	Pravděpodobnost
JEMNOST	T	Významný	5,3176551	76,4545455	2,29E-05
ZÁKRUT	Z	Významný	4,0068729	4,61926952	0,03579932
PEVNOST	σ	Významný	3,9381111	108,618727	1,47E-17
TAŽNOST	ε	Významný	3,9381111	591,876717	2,56E-43
HMOTOVÁ NEST.	CV	Nevýznamný	4,7472253	2,87367204	0,115807513
CHLUPATOST	H	Nevýznamný	4,6671927	0,1599078	0,695734329
PRŮMĚR	D	Významný	4,6001099	143,484018	9,57E-09
CHLUPATOST S_{12}	S_{12}	Významný	4,4138734	33,8741025	1,63E-05
CHLUPATOST S_3	S_3	Významný	4,4138734	72,1645145	1,03E-07

Tabulka 10 Výsledky z jednofaktorové Anovy pro příze MII

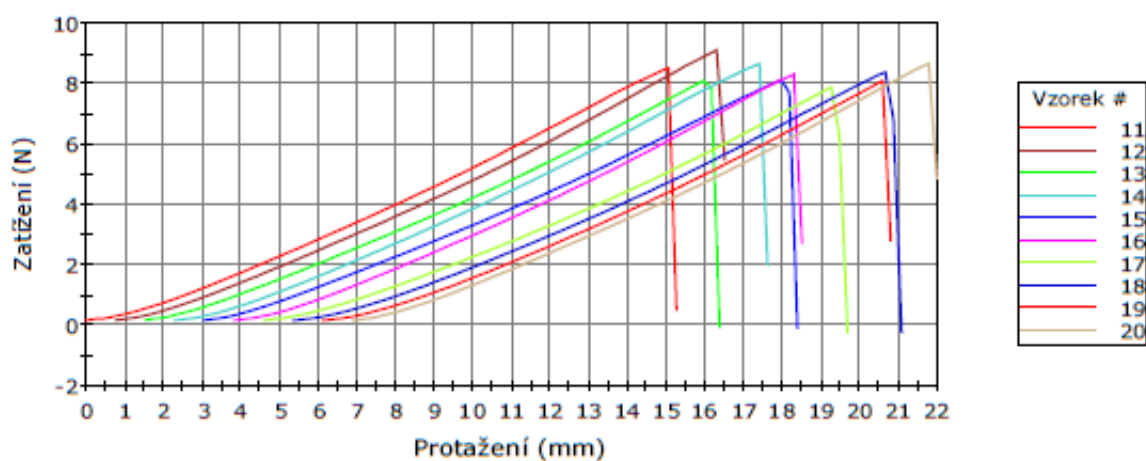
příze MII:		faktor: stav přízí (bělená x režná)			
vlastnost		Závěr	Teoretický	Vypočítaný	Pravděpodobnost
JEMNOST	T	Významný	5,3176551	40,3505618	0,000220089
ZÁKRUT	Z	Nevýznamný	4,0068729	0,60223598	0,440879263
PEVNOST	σ	Významný	3,9381111	117,654743	1,77E-18
TAŽNOST	ε	Významný	3,9381111	679,191486	7,38E-46
HMOTOVÁ NEST.	CV	Významný	4,6671927	7,09686058	0,019485891
CHLUPATOST	H	Významný	4,6001099	79,2158273	3,87E-07
PRŮMĚR	D	Významný	4,6001099	410,989744	8,95E-12
CHLUPATOST S_{12}	S_{12}	Významný	4,4138734	502,644824	1,33E-14
CHLUPATOST S_3	S_3	Významný	4,4138734	400,048347	9,62E-14

Příloha B Výstupy z přístroje Instron - ukázka

Vzorek 1 až 10

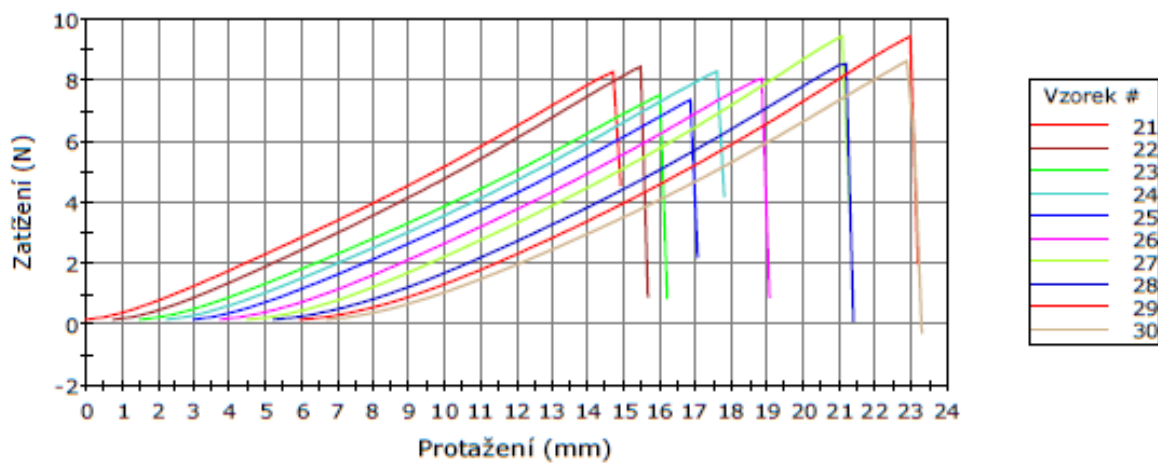


Vzorek 11 až 20

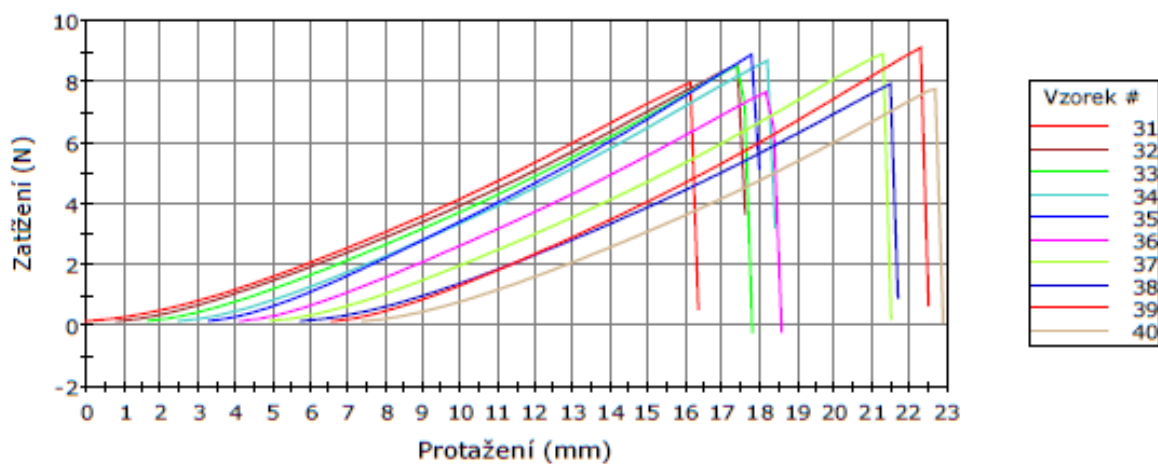


Obrázek 5 Ukázka výstupního protokolu z přístroje Instron - příklad dvojmo skaná příze konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m^{-1} (1 z 5 stran)

Vzorek 21 až 30

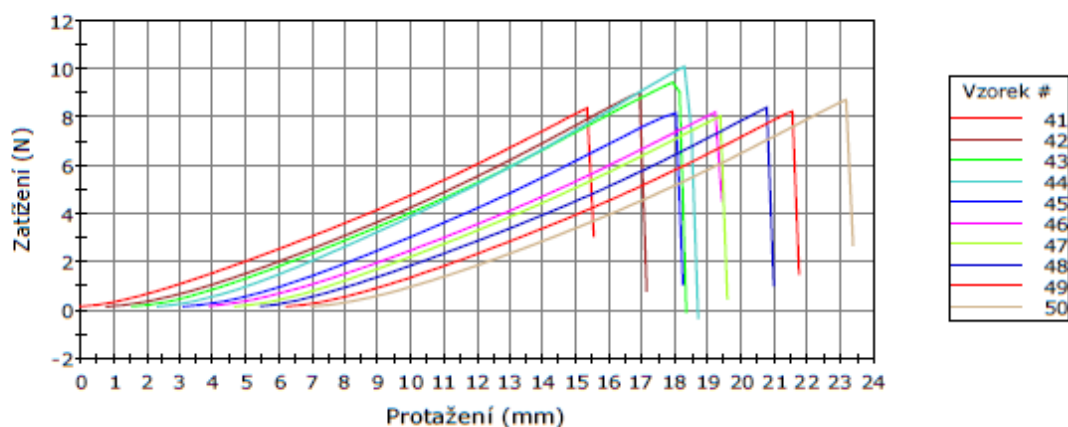


Vzorek 31 až 40



Obrázek 6 Ukázka výstupního protokolu z přístroje Instron - příklad dvojmo skaná příze konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m^{-1} (2 z 5 stran)

Vzorek 41 až 50



	Maximální Protažení (mm)	Max Síla (N)	Energie při Maximální Tahové napětí (mJ)	Modul (Automatický Youngův modul pružnosti) (gf/tex)	Čas při Maximální Tahové napětí (sec)
1	15.02	8.49	57.35	475.82095	3.600
2	14.27	7.77	50.81	440.23364	3.400
3	14.88	8.45	56.00	477.99621	3.500
4	14.91	8.09	54.33	452.91100	3.550
5	14.48	8.16	54.16	465.60278	3.450
6	14.50	8.41	54.53	482.96137	3.400
7	15.52	8.36	58.30	453.55690	3.700
8	15.52	8.70	59.87	480.91145	3.700
9	15.12	8.76	59.83	479.06075	3.550
10	14.47	8.18	54.34	461.48813	3.450
11	15.26	8.50	58.73	462.21845	3.650
12	15.74	9.10	64.27	486.58149	3.750
13	14.84	8.08	53.25	468.34491	3.500
14	15.32	8.64	60.03	472.81871	3.650
15	15.32	8.12	56.20	440.20517	3.600
16	14.68	8.30	54.79	473.36312	3.500
17	15.09	7.87	51.33	468.77816	3.550
18	15.72	8.38	57.63	461.16560	3.700
19	14.68	8.09	52.27	471.58245	3.500
20	15.11	8.65	58.63	484.23155	3.600
21	14.89	8.27	55.70	462.63143	3.550
22	14.91	8.45	56.50	476.26964	3.550
23	14.70	7.52	49.27	430.57081	3.500
24	15.54	8.29	57.54	453.71805	3.700
25	14.06	7.36	46.10	450.32371	3.350
26	15.31	8.05	54.39	455.66070	3.650
27	16.79	9.44	67.79	508.91724	4.000

Obrázek 7 Ukázka výstupního protokolu z přístroje Instron - příklad dvojmo skaná příze konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m⁻¹ (3 z 5 stran)

	Maximální Protažení (mm)	Max Síla (N)	Energie při Maximální Tahové napětí (mJ)	Modul (Automatický Youngův modul pružnosti) (gf/tex)	Čas při Maximální Tahové napětí (sec)
28	16.16	8.53	59.12	479.62005	3.850
29	17.20	9.44	68.57	501.48593	4.100
30	16.57	8.63	60.20	472.82134	3.900
31	16.34	7.97	55.32	442.47630	3.900
32	16.77	8.54	62.44	454.53547	4.000
33	16.15	8.53	58.95	479.78062	3.800
34	15.94	8.69	60.29	478.81115	3.800
35	14.70	8.89	57.59	526.07356	3.500
36	14.47	7.66	48.58	453.98719	3.400
37	16.57	8.91	64.19	478.25152	3.950
38	15.95	7.92	53.92	450.07820	3.800
39	15.94	9.11	63.18	500.50026	3.800
40	15.52	7.76	51.83	452.58535	3.700
41	15.52	8.38	56.51	487.29632	3.700
42	16.34	9.00	63.04	494.84292	3.900
43	16.77	9.44	68.40	502.03904	3.950
44	16.35	10.10	70.24	553.43921	3.850
45	15.11	8.18	54.15	480.04975	3.600
46	15.52	8.21	55.01	478.31959	3.700
47	14.90	8.05	52.24	477.29472	3.550
48	15.52	8.40	56.99	486.91857	3.700
49	15.52	8.24	55.28	480.47786	3.700
50	16.37	8.72	61.01	484.32207	3.900

	Modul (Youngův Tahové napětí 2 mm - 5 mm) (gf/tex)	Tahové protažení při Maximální Tahové napětí (mm)
1	373.95609	14.8073
2	365.05065	14.0657
3	385.47541	14.4657
4	351.70109	14.6990
5	373.95609	14.2740
6	396.13291	14.0824
7	353.47855	15.3073
8	371.27904	15.3073
9	387.22961	14.7073
10	373.86695	14.2657
11	378.40022	15.0490
12	373.95609	15.5323
13	362.38734	14.4240
14	373.97276	15.1073
15	351.70134	14.9073

Obrázek 8 Ukázka výstupního protokolu z přístroje Instron - příklad dvojmo skaná příze konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m⁻¹ (4 z 5 stran)

	Modul (Youngův Tahové napětí 2 mm - 5 mm) (gf/tex)	Tahové protažení při Maximální Tahové napětí (mm)
16	376.62230	14.4740
17	338.28612	14.6740
18	353.47849	15.3073
19	364.16824	14.4740
20	373.95609	14.8990
21	366.83153	14.6823
22	373.95609	14.6990
23	333.89072	14.4907
24	347.17371	15.3323
25	347.24641	13.8491
26	352.58967	15.0990
27	347.25657	16.5822
28	324.90647	15.9489
29	324.90622	16.9905
30	320.54028	16.1489
31	302.73002	16.1323
32	307.17441	16.5656
33	329.44597	15.7323
34	342.79565	15.7323
35	400.67215	14.4907
36	358.82165	14.0574
37	333.89047	16.3656
38	302.73028	15.7406
39	356.14507	15.7323
40	311.62531	15.3073
41	333.89047	15.3156
42	343.63791	16.1323
43	361.48828	16.3489
44	397.10948	15.9323
45	360.60612	14.8990
46	332.10254	15.3073
47	347.25696	14.6907
48	333.89072	15.3156
49	338.34447	15.3073
50	320.44685	16.1572

Obrázek 9 Ukázka výstupního protokolu z přístroje Instron - příklad dvojmo skaná příze konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m⁻¹ (5 z 5 stran)

Příloha C Výstupy z přístroje Uster-Tester - ukázka

USTER® TESTER 4 R 2.8.0 Fri 07.12.18 07:20 Operator Page 1
 Technical University of Liberec

Style Tests 8 / 1 Sample ID 42623 v= 400 m/min t= 1 min Nom. count 36.9 tex Meas. slot 3 Nom. twist 0 T/m Short staple

Article 100%BA Material class Yarn Mach. Nr.

Uster Statistics

Fiber

100%BA, SS-Z 600, 2Cv.KRIZKY

Total tests : 8 / 8 Single test(s)

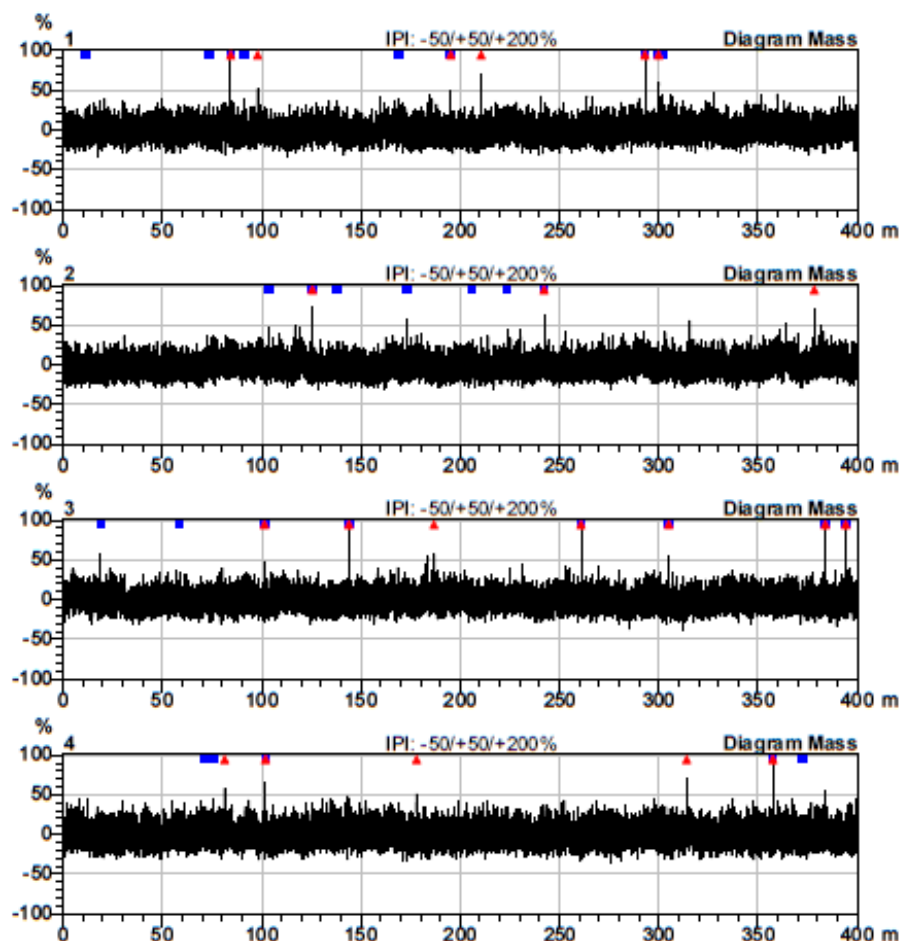
Nr	U%	U inert	U hi	CVm	CVm 1m	CVm 3m	CVm 10m	CVm 50m	CVm 100m	CVm inert	CVm hi	Thin -30%	Thin -40%	Thin -50%
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	Åm	Åm	Åm
1	7.83	1.02	1.89	9.96	3.28	2.63	2.00			1.28	2.36	95.0	2.5	0.0
2	7.88	1.57	2.27	9.96	3.63	3.08	2.53			1.96	2.84	42.5	0.0	0.0
3	7.90	1.25	1.96	10.04	3.40	2.86	2.22			1.57	2.45	77.5	0.0	0.0
4	8.52	1.04	1.73	10.78	3.26	2.60	1.90			1.29	2.16	270.0	2.5	0.0
5	8.52	1.01	1.85	10.78	3.28	2.67	2.00			1.26	2.31	252.5	0.0	0.0
6	8.48	0.92	1.63	10.74	3.06	2.40	1.78			1.15	2.04	170.0	2.5	0.0
7	8.47	1.31	1.77	10.72	3.35	2.66	2.08			1.64	2.21	187.5	0.0	0.0
8	8.06	1.81	2.37	10.21	3.76	3.31	2.59			2.26	2.97	102.5	0.0	0.0
Mean	8.21	1.24	1.93	10.40	3.38	2.78	2.14			1.55	2.42	149.7	0.9	0.0
CV	3.8	25.1	13.5	3.7	6.6	10.6	13.6			25.1	13.5	55.8	138.0	
Q95	0.26	0.26	0.22	0.33	0.19	0.25	0.24			0.33	0.27	69.8	1.1	
Max	8.52	1.81	2.37	10.78	3.76	3.31	2.59			2.26	2.97	270.0	2.5	0.0
Min	7.83	0.92	1.63	9.96	3.06	2.40	1.78			1.15	2.04	42.5	0.0	0.0

Nr	Thin -60%	Thick +35%	Thick +50%	Thick +70%	Thick +100%	Neps +140%	Neps +200%	Neps +280%	Neps +400%	H	sh	2DØ	CV2D 8mm	s2D 8mm
	Åm	Åm	Åm	Åm	Åm	Åm	Åm	Åm	Åm			mm	%	mm
1	0.0	50.0	15.0	7.5	0.0	112.5	25.0	7.5	2.5	6.91	1.61	0.352	8.41	0.038
2	0.0	52.5	7.5	2.5	0.0	95.0	20.0	2.5	0.0	6.99	1.66	0.352	8.28	0.039
3	0.0	82.5	17.5	10.0	7.5	137.5	20.0	12.5	5.0	6.82	1.64	0.350	8.33	0.038
4	0.0	145.0	12.5	2.5	2.5	152.5	17.5	7.5	5.0	6.96	1.80	0.353	8.83	0.040
5	0.0	172.5	15.0	2.5	0.0	195.0	32.5	5.0	0.0	6.83	1.73	0.355	8.75	0.040
6	0.0	160.0	15.0	0.0	0.0	142.5	7.5	0.0	0.0	6.71	1.68	0.355	8.61	0.038
7	0.0	117.5	15.0	7.5	5.0	140.0	25.0	7.5	5.0	6.69	1.67	0.353	8.61	0.039
8	0.0	62.5	0.0	0.0	0.0	100.0	5.0	2.5	0.0	6.74	1.66	0.351	8.14	0.036
Mean	0.0	105.3	12.2	4.1	1.9	134.4	19.1	5.6	2.2	6.83	1.68	0.353	8.50	0.039
CV		47.4	47.1	92.7	155.3	24.1	48.0	70.3	113.3	1.7	3.5	0.5	2.8	3.3
Q95		41.7	4.8	3.1	2.4	27.0	7.7	3.3	2.1	0.10	0.05	0.001	0.20	0.001
Max	0.0	172.5	17.5	10.0	7.5	195.0	32.5	12.5	5.0	6.99	1.80	0.355	8.83	0.040
Min	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	95.0	5.0	0.0	0.0	6.69	1.61	0.350	8.14	0.036

Obrázek 10 Ukázka výstupního protokolu z přístroje USTER TESTER - příklad dvojmo skaná příže konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m⁻¹ (1 z 20 stran)

Style Tests 8 / 1 Sample ID v= 400 m/min 42623 t= 1 min Nom. count Meas. slot 36.9 tex 3 Nom. twist Short staple 0 T/m

Nr	Shape	CV2D 0.3mm %	CV1D 0.3mm %	D (nom) g/cm3
1	0.76	11.65	16.16	0.38
2	0.76	11.51	16.28	0.38
3	0.76	11.52	16.33	0.38
4	0.74	11.87	17.24	0.38
5	0.73	11.88	17.37	0.37
6	0.73	11.45	16.96	0.37
7	0.74	11.56	17.00	0.38
8	0.74	11.17	16.62	0.38
Mean	0.74	11.55	16.75	0.38
CV	1.8	1.7	2.8	1.0
Q95	0.01	0.17	0.39	0.00
Max	0.76	11.87	17.37	0.38
Min	0.73	11.17	16.16	0.37



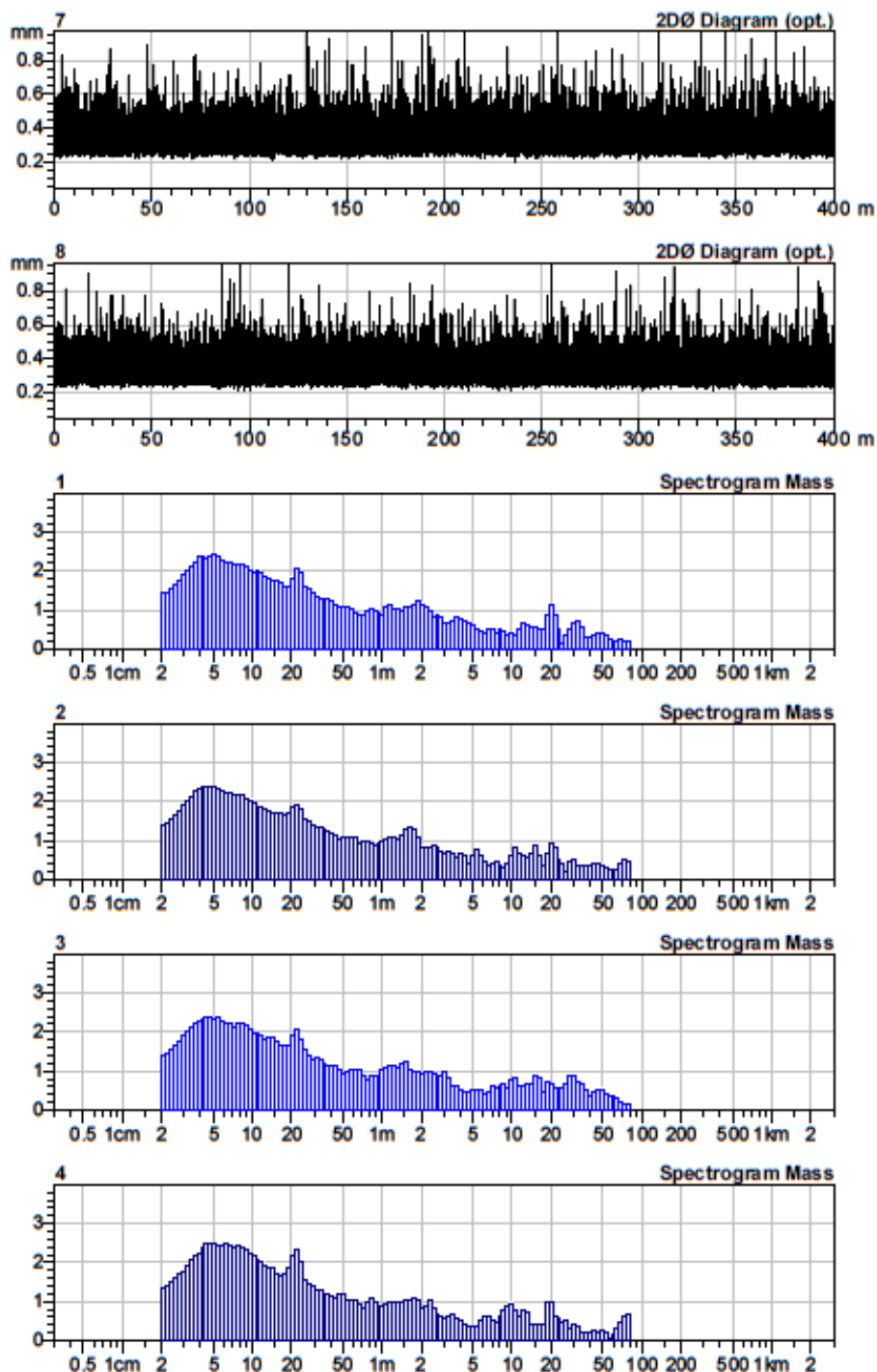
Obrázek 11 Ukázka výstupního protokolu z přístroje USTER TESTER - příklad dvojmo skaná příže konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m⁻¹ (2 z 20 stran)

Style Tests 8 / 1

Sample ID 42623
v= 400 m/min t= 1 min

Nom. count 36.9 tex
Meas. slot 3

Nom. twist 0 T/m
Short staple



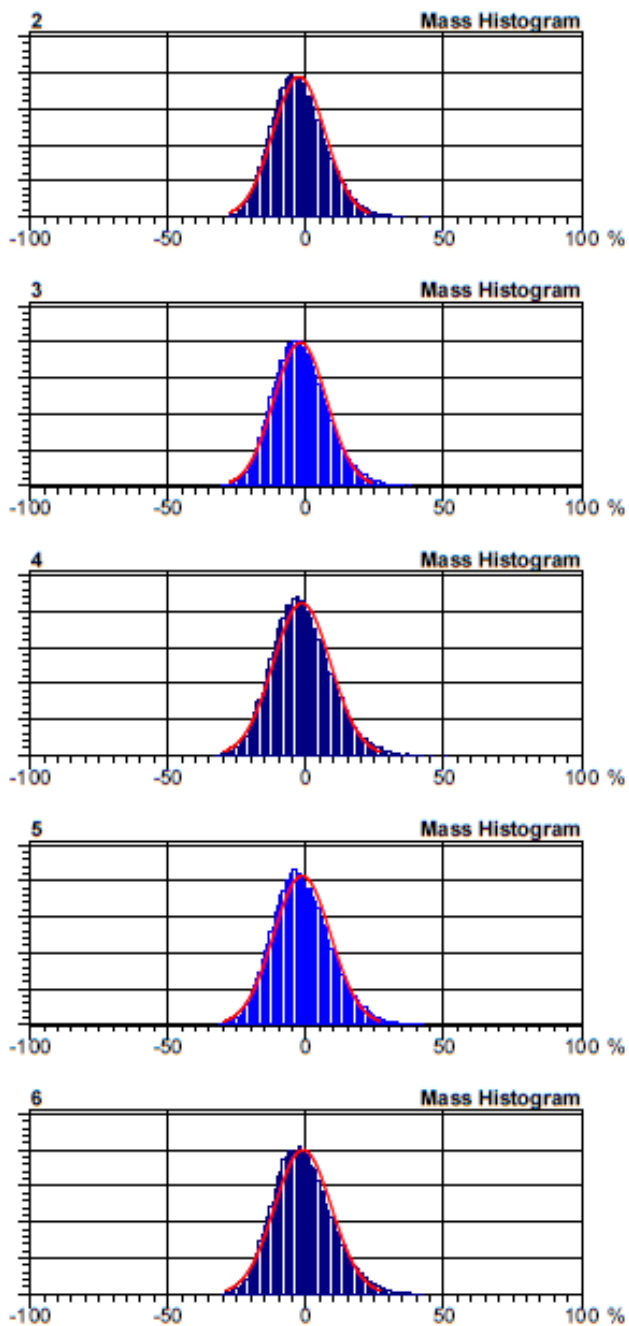
Obrázek 12 Ukázka výstupního protokolu z přístroje USTER TESTER - příklad dvojmo skaná příže konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m^{-1} (6 z 20 stran)

Style
Tests 8 / 1

Sample ID 42623
v= 400 m/min t= 1 min

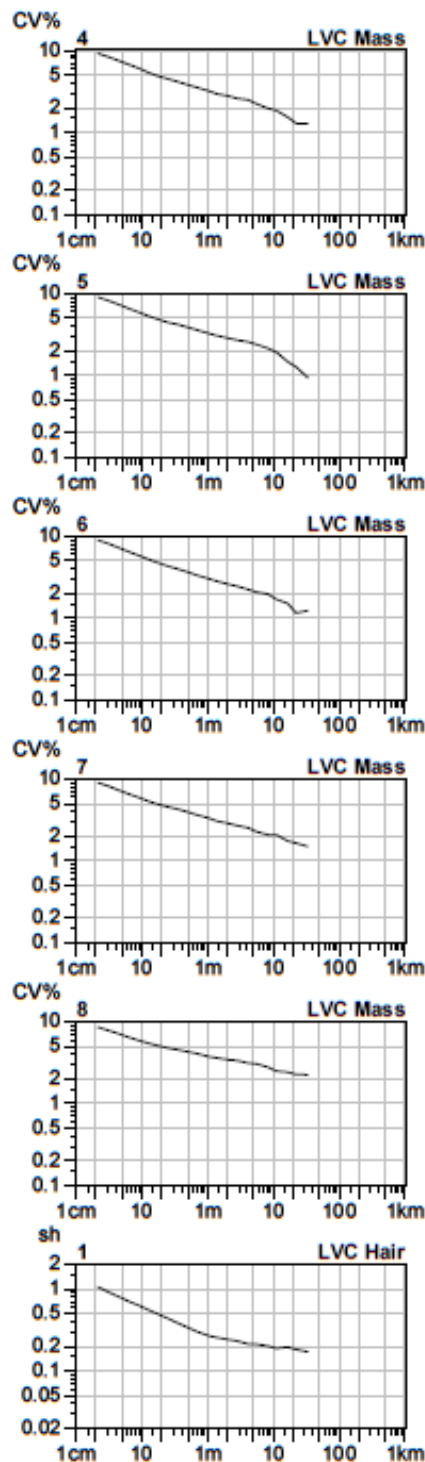
Nom. count 36.9 tex
Meas. slot 3

Nom. twist 0 T/m
Short staple



Obrázek 13 Ukázka výstupního protokolu z přístroje USTER TESTER - příklad dvojmo skaná příže konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m^{-1} (12 z 20 stran)

Style	8 / 1	Sample ID	42623	Nom. count	36.9 tex	Nom. twist	0 T/m
Tests	8 / 1	v=	400 m/min	t=	1 min	Meas. slot	3
						Short staple	



Obrázek 14 Ukázka výstupního protokolu z přístroje USTER TESTER - příklad dvojmo skaná příže konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m^{-1} (16 z 20 stran)

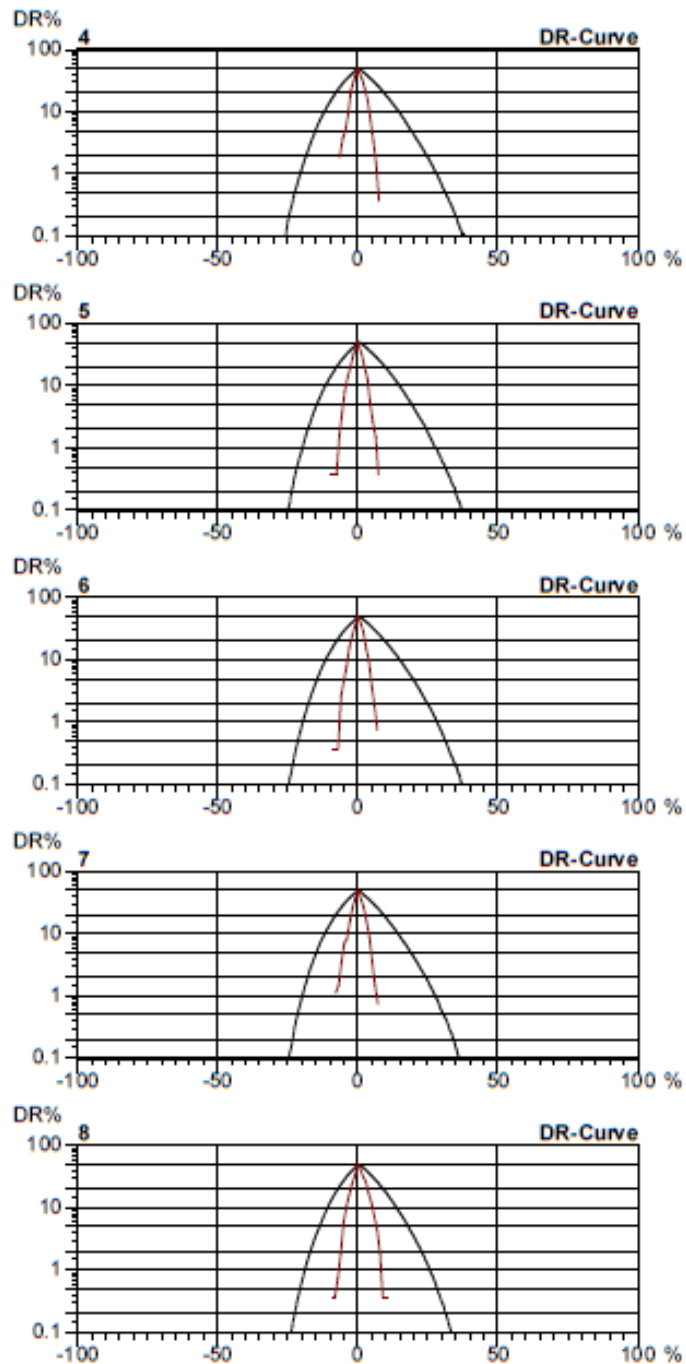
Style Tests 8 / 1

Sample ID 42623
v= 400 m/min t= 1 min

Nom. count Meas. slot

36.9 tex 3

Nom. twist 0 T/m
Short staple



Obrázek 15 Ukázka výstupního protokolu z přístroje USTER TESTER - příklad dvojmo skaná příže konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m^{-1} (20 z 20 stran)

Příloha D Výstupy z přístroje Zweigle Hairiness Tester - ukázka

CLUTEX - Klastř technické textilie

U Jezu 525/4

460 02 Liberec
Tschechische Republik



G 567

INDIVIDUAL RESULTS
12/12/2018 PAGE 1 (1)

DESIGN. : 600 SS_Z

DATE	12/12/2018	BOBBINS	1
TIME	12:28:39 PM	TESTS	10
MATERIAL	BA	LENGTH	100 m
FINENESS	38,9 tex	SPEED	50 m/min
PRETENSION	5 cN		

BOBBIN	TEST	1mm	2mm	3mm	4mm	6mm	8mm	10mm	12mm	15mm	SS
1	1	9550	1693	491	295	58	0	4	0	0	848
1	2	9220	1576	482	315	52	1	1	0	0	851
1	3	9445	1625	547	272	49	0	0	0	0	868
1	4	9743	1705	520	372	53	0	3	0	0	948
1	5	9076	1737	525	298	47	0	1	0	0	801
1	6	9405	1617	544	313	43	0	1	0	0	901
1	7	8972	1464	513	282	53	0	1	0	0	849
1	8	9529	1522	528	282	47	0	1	0	0	859
1	9	9831	1630	529	326	62	1	0	0	0	918
1	10	9489	1536	556	279	42	0	2	1	0	880

OVERALL

MEAN	9484.00	1610.50	523.60	302.40	50.80	0.20	1.40	0.10	0.00	878.30
MEAN/100m	9484.00	1610.50	523.60	302.40	50.80	0.20	1.40	0.10	0.00	878.30
S	251.79	87.18	23.55	30.28	6.31	0.42	1.28	0.32	0.00	33.75
CV%	2.65	5.41	4.50	10.01	12.47	210.82	90.35	318.23	0.00	3.84
MAX	9831.00	1737.00	556.00	372.00	62.00	1.00	4.00	1.00	0.00	948.00
MIN	8972.00	1464.00	482.00	272.00	42.00	0.00	0.00	0.00	0.00	849.00
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Obrázek 59 Ukázka výstupního protokolu z Zweigle Hairiness Tester - příklad dvojmo skaná příze konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m⁻¹

CLUTEX - Klastř technické textilie

U Jezu 525/4

460 02 Liberec
Tschechische Republik

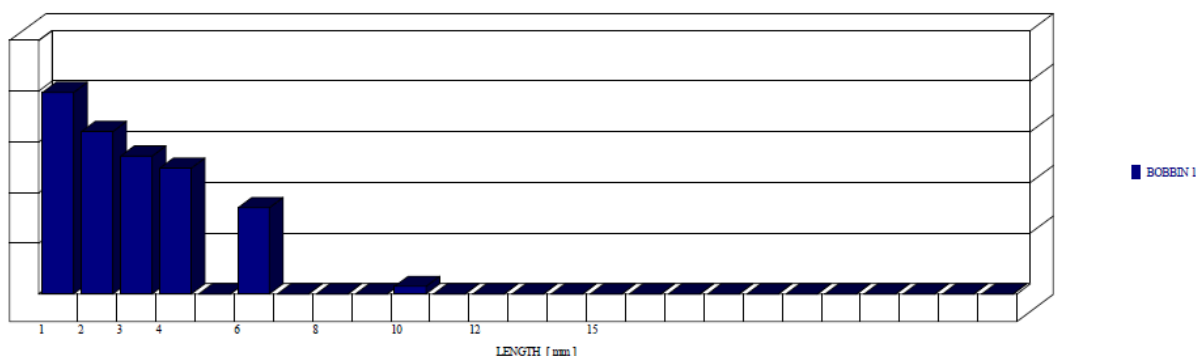


G 567

DIAGRAM
12/12/2018

DESIGN. : 600 SS_Z

DATE	12/12/2018	BOBBINS	1
TIME	12:28:39 PM	TESTS	10
MATERIAL	BA	LENGTH	100 m
FINENESS	38,9 tex	SPEED	50 m/min
PRETENSION	5 cN		

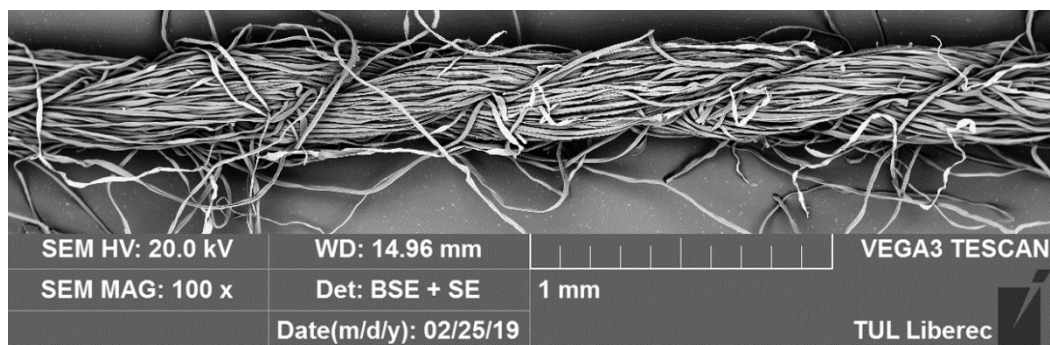


Obrázek 16 Ukázka výstupního protokolu z Zweigle Hairiness Tester - příklad dvojmo skaná příze konstrukce SS-Z, se zákruty 600 m⁻¹

Příloha E Snímky podélných pohledů přízí

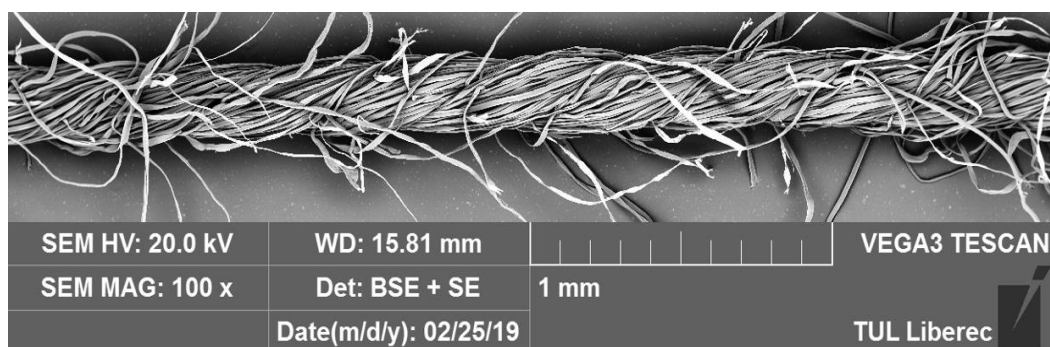
E.1 Snímky podélných pohledů přízí z elektronového mikroskopu sada ZZ-S.

ZZ-S 600



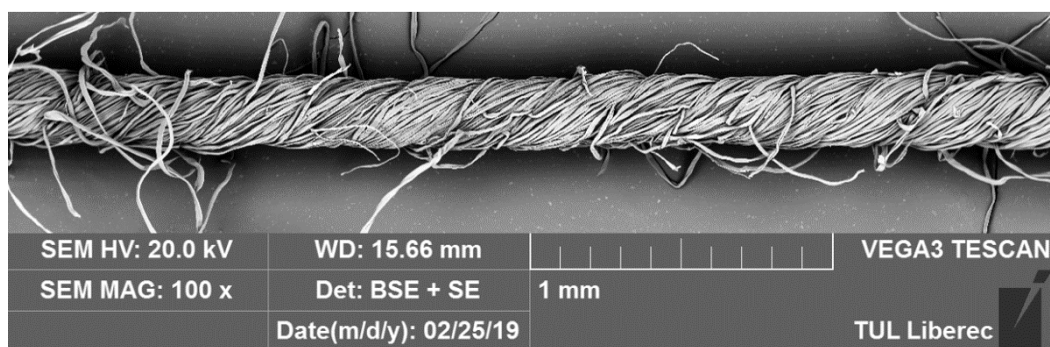
Obrázek 17 Podélný pohled - elektronová mikroskopie, ZZ-S 600 m-1

ZZ-S 1200



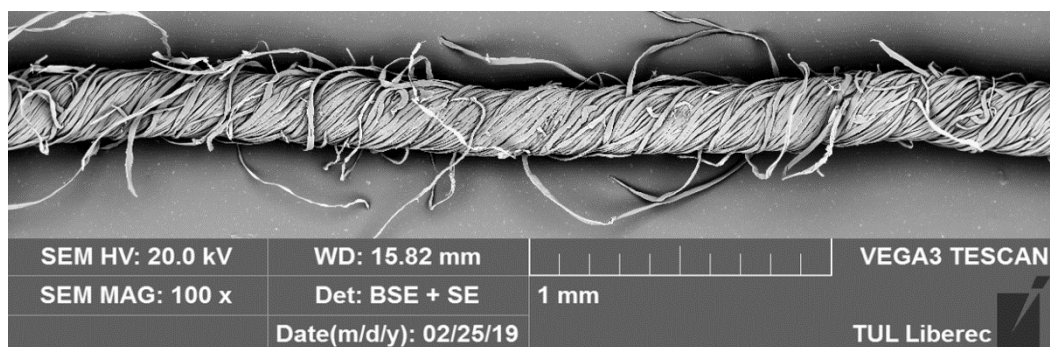
Obrázek 18 Podélný pohled - elektronová mikroskopie, ZZ-S 1200 m-1

ZZ-S 1800



Obrázek 19 Podélný pohled - elektronová mikroskopie, ZZ-S 1800 m-1

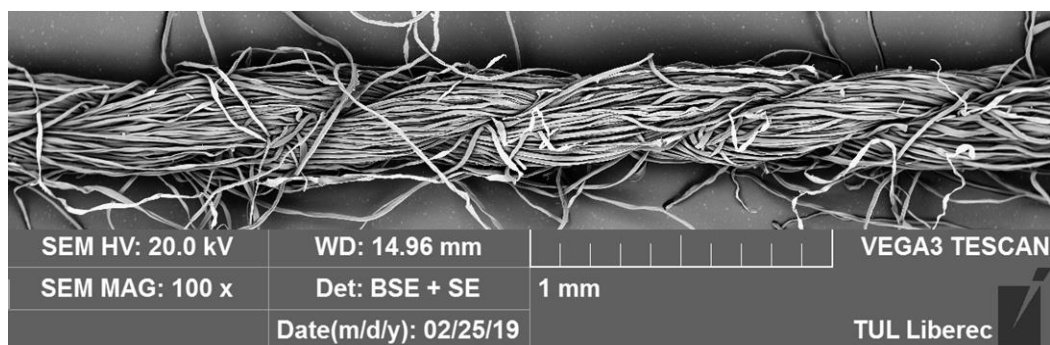
ZZ-S 2200



Obrázek 20 Podélný pohled - elektronová mikroskopie, ZZ-S 2200 m⁻¹

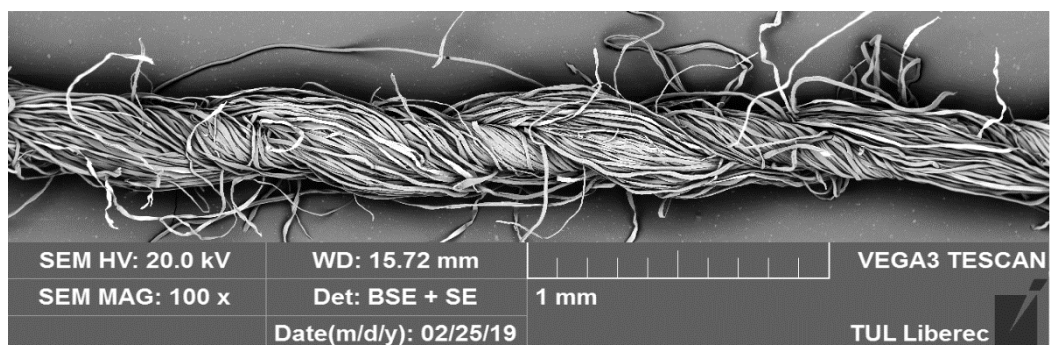
E.2 Snímky podélných pohledů přízí z elektronového mikroskopu sada SZ-Z.

SZ-Z 600



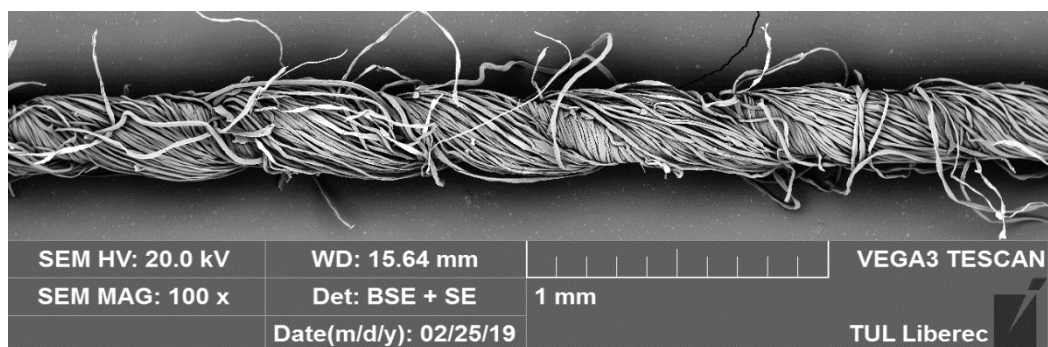
Obrázek 21 Podélný pohled - elektronová mikroskopie, SZ-Z 600 m⁻¹

SZ-Z 1200



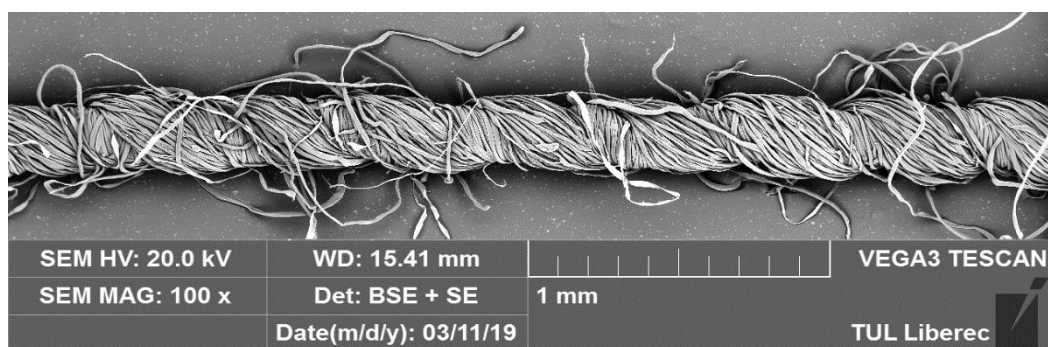
Obrázek 22 Podélný pohled - elektronová mikroskopie, SZ-Z 1200 m⁻¹

SZ-Z 1800



Obrázek 23 Podélný pohled - elektronová mikroskopie, SZ-Z 1800 m⁻¹

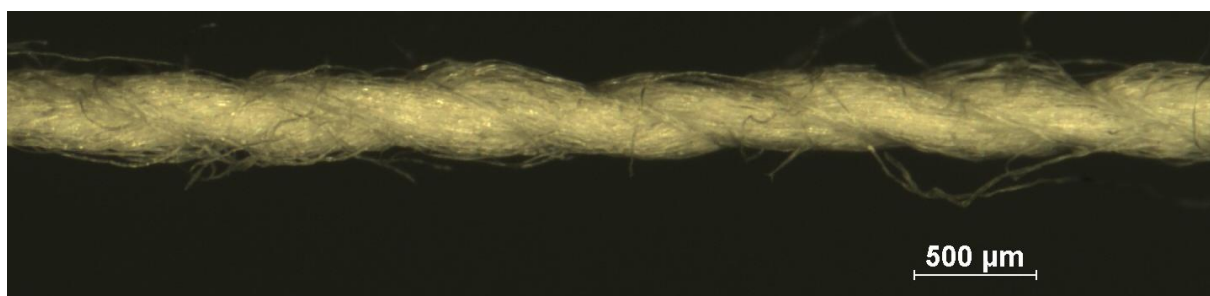
SZ-Z 2200



Obrázek 24 Podélný pohled - elektronová mikroskopie, SZ-Z 2200 m⁻¹

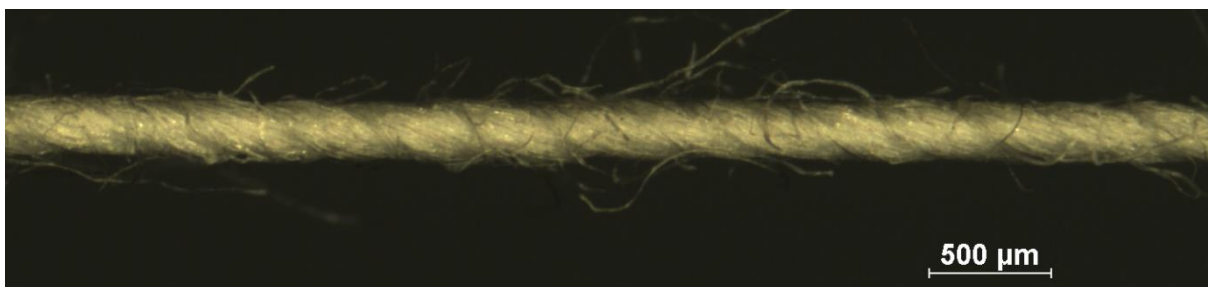
E.3 Snímky podélných pohledů přízí z mikroskopu, s horním osvitem:

SS-Z 600



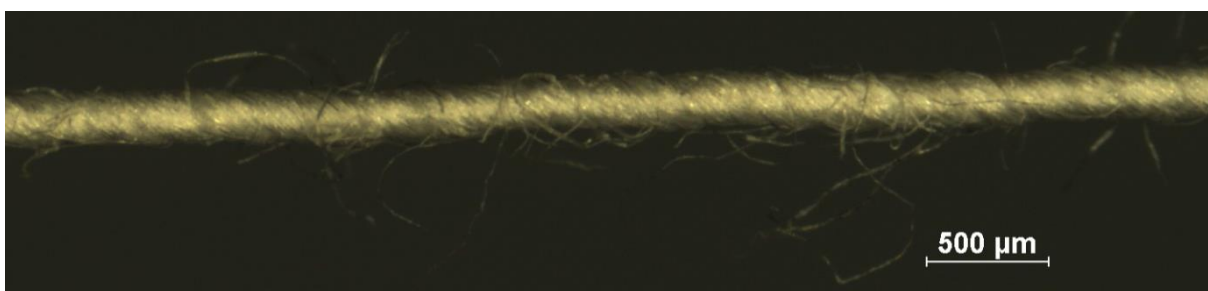
Obrázek 25 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvitem, SS-Z, 600 m⁻¹

SS-Z 1200



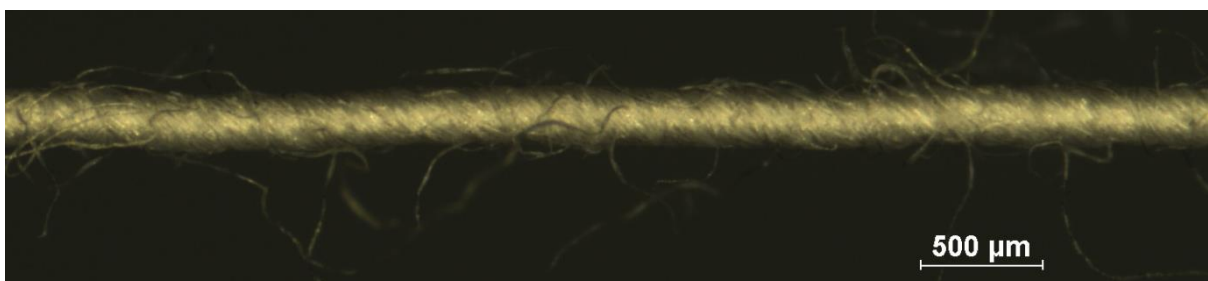
Obrázek 26 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvětlením, SS-Z, 1200 m⁻¹

SS-Z 1800



Obrázek 27 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvětlením, SS-Z, 1800 m⁻¹

SS-Z 2200



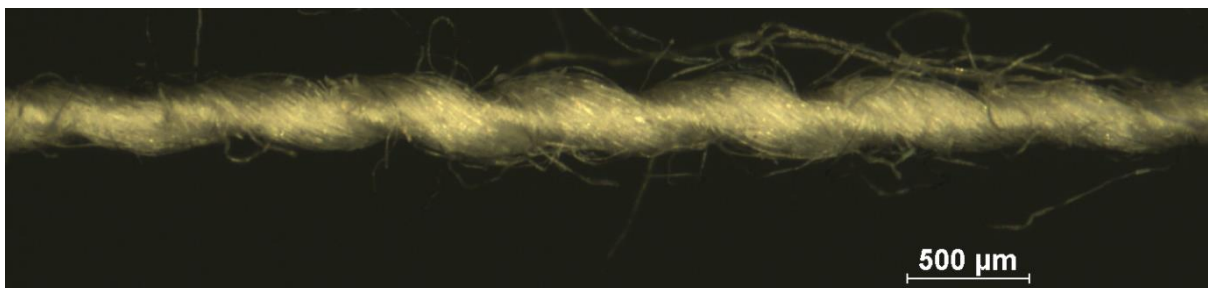
Obrázek 28 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvětlením, SS-Z, 2200 m⁻¹

SZ-Z 600



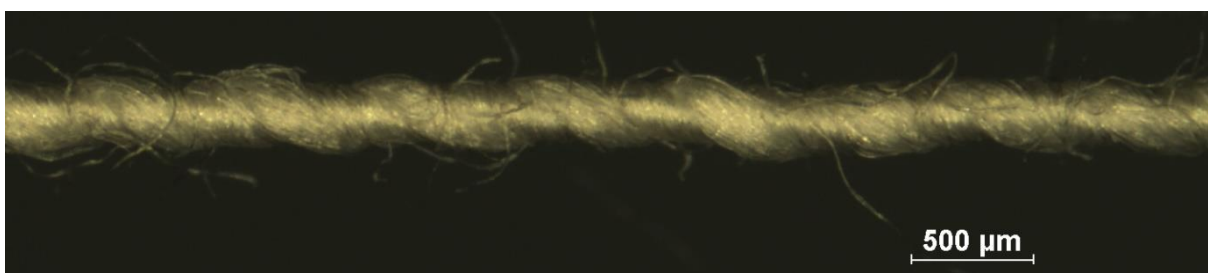
Obrázek 29 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvětlením, SZ-Z 600 m⁻¹

SZ-Z 1200



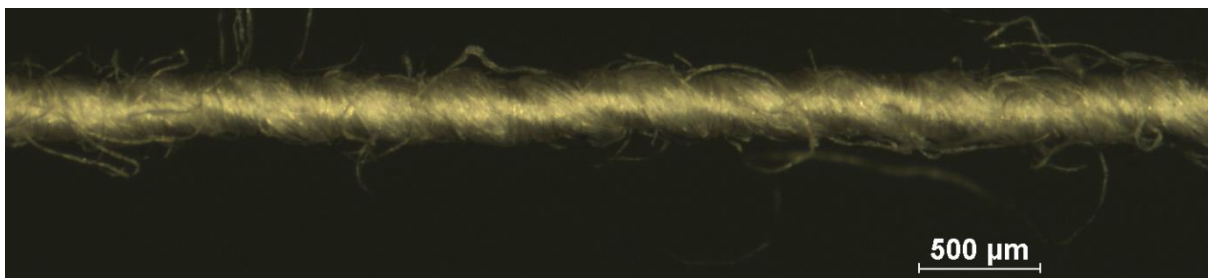
Obrázek 30 Podélný pohled - mikrokopie s horním osvitem, SZ-Z 1200 m⁻¹

SZ-Z 1800



Obrázek 31 Podélný pohled - mikrokopie s horním osvitem, SZ-Z 1800 m⁻¹

SZ- Z 2200



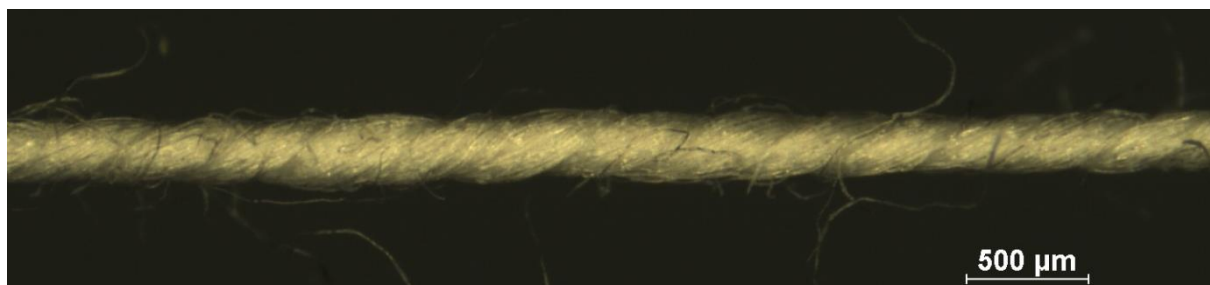
Obrázek 32 Podélný pohled - mikrokopie s horním osvitem, SZ-Z 2200 m⁻¹

ZZ-S 600



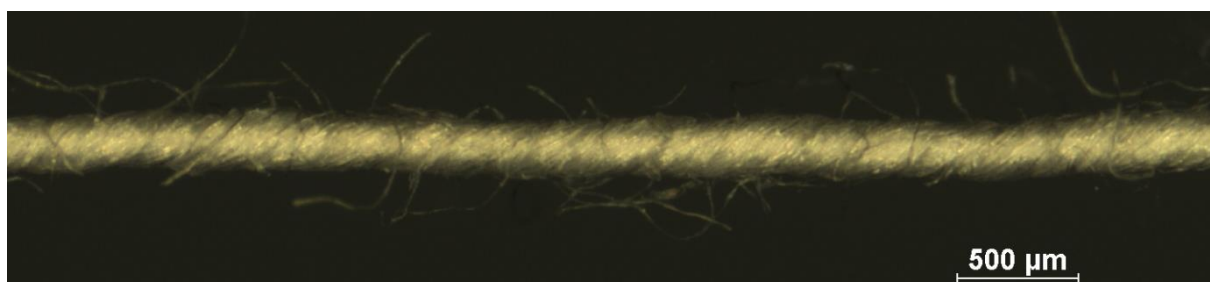
Obrázek 33 Podélný pohled - mikrokopie s horním osvitem, ZZ-S 600 m⁻¹

ZZ-S 1200



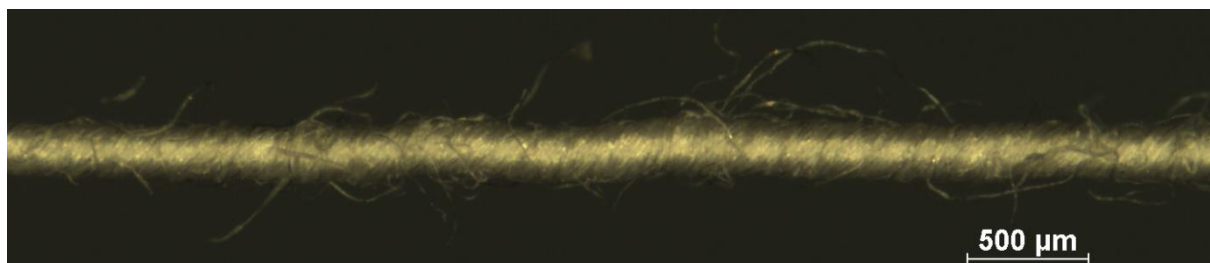
Obrázek 34 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvitem, ZZ-S 1200 m⁻¹

ZZ-S 1800



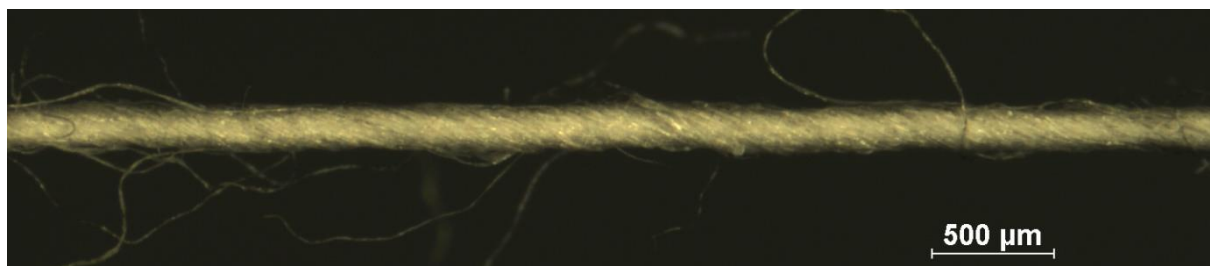
Obrázek 35 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvitem, ZZ-S 1800 m⁻¹

ZZ-S 2200



Obrázek 36 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvitem, ZZ-S 2200 m⁻¹

Z 900



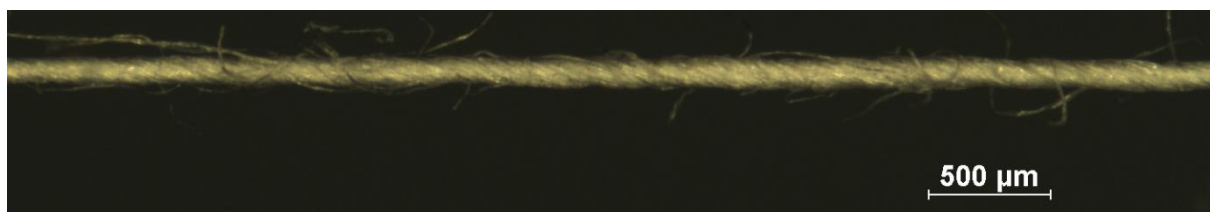
Obrázek 37 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvitem, Z 900 m⁻¹

S 900 - tato příze byla později doměřována, proto je zde odlišné zvětšení a teplota osvětlení



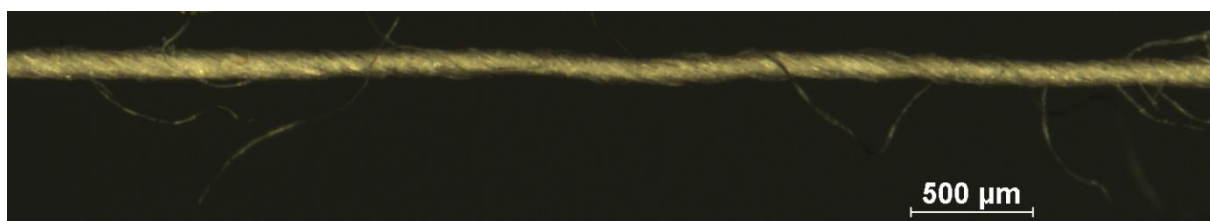
Obrázek 38 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvětlením, S 900 m⁻¹

BĚLENÁ 1200



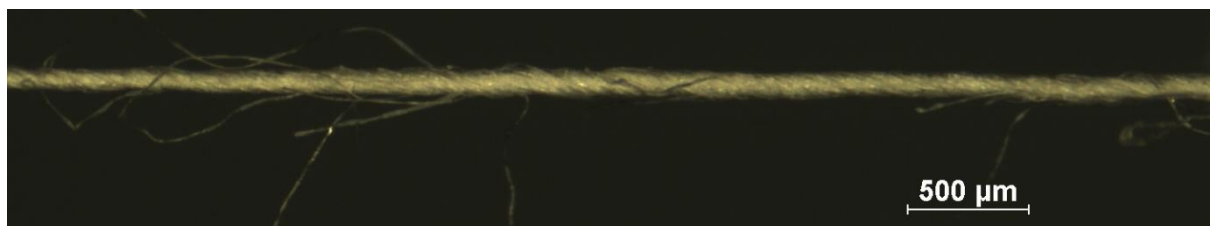
Obrázek 39 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvětlením, Z 1200 m⁻¹

REŽNÁ 1200



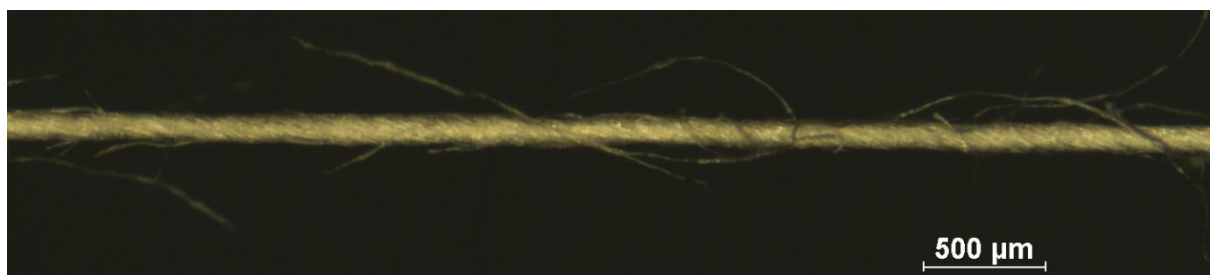
Obrázek 40 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvětlením, Z 1200 m⁻¹

BĚLENÁ 1340



Obrázek 41 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvětlením, Z 1340 m⁻¹

REŽNÁ 1340



Obrázek 42 Podélný pohled - mikroskopie s horním osvětlením, Z 1340 m⁻¹