



Vliv materiálového složení vstupní suroviny s různým podílem vlákenného odpadu na kvalitu rotorové příze

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3106R016 – Textilní technologie, materiály a nanomateriály
Autor práce: **Karolína Boňková**
Vedoucí práce: Ing. Gabriela Krupincová, Ph.D., Ing.Paed.IGIP





Influence of material composition of fibrous raw material with different proportion of fiber waste on rotor-spun yarn quality

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil

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

Author: **Karolína Boňková**

Supervisor: Ing. Gabriela Krupincová, Ph.D., Ing.Paed.IGIP





Zadání bakalářské práce

Vliv materiálového složení vstupní suroviny s různým podílem vlákenného odpadu na kvalitu rotorové příze

Jméno a příjmení: **Karolína Boňková**
Osobní číslo: T16000186
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Textilní technologie, materiály a nanomateriály
Zadávající katedra: Katedra technologií a struktur
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na téma vliv složení vstupní suroviny na výslednou kvalitu rotorové příze. Zaměřte se především na možnosti zpracování primární bavlněné suroviny s různou mírou příměsí bavlněného odpadu včetně výčesků. Pokuste se shrnout předchozí zkušenosti s využitím bavlněných odpadů a míru ovlivnění kvality výsledné rotorové příze.
2. S ohledem na možnosti firmy Rieter realizujte vypřed rotorových přízí z různě připravených směsí primární bavlněné suroviny s přidavkem bavlněných výčesků a dalšího bavlněného odpadu, a to ve dvou úrovních jemnosti příze.
3. Vhodně vyberte nejdůležitější kvalitativní charakteristiky příze, které mohou být kvalitou vstupní suroviny ovlivněny a proveďte jejich stanovení dostupnými metodikami.
4. Získaná data zpracujte, porovnejte s dříve provedenými experimenty a pokuste se zhodnotit, zda zvolené sledované faktory (typ míchání vstupní suroviny, jemnost příze) ovlivňují kvalitu rotorových přízí ve sledovaných ukazatelích. Získané souvislosti diskutujte.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická



Seznam odborné literatury:


- [1] Rohlena V. (1974) *Bezvrětenové předení*. SNTL.
- [2] Lord P. L. (2003) *Handbook of Yarn Production: Technology, Science and Economics*. Woodhead Publishing.
- [3] Lawrence C. A., Chen K. Z. Rotor spinning. *Textile Progress*, Vo. 13, Nr. 4. The Textile Institute 1984, pp. 73, ISSN: 1754-2278.
- [4] Meloun M., Militky J.(1994) *Statistické zpracování experimentálních dat*, Plus, spol. s r.o. Praha.

Vedoucí práce: Ing. Gabriela Krupincová, Ph.D., Ing.Paed.IGIP
Katedra technologií a struktur

Konzultant práce: Zdeněk Mikyska
Rieter CZ s.r.o

Datum zadání práce: 18. září 2018

Předpokládaný termín odevzdání: 18. dubna 2019


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

V Liberci 13. února 2019




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

Prohlášení

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

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

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

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

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

14. 4. 2019

Karolína Boňková

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala především mé vedoucí práce Ing. Gabriele Krupincové, Ph.D. za trpělivost, cenné rady a neustálou podporu při tvorbě této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat mému konzultantovi Zdeňku Mikyskovi za skvělou spolupráci a pomoc. Děkuji celému týmu rotor firmy Rieter CZ s.r.o. za umožnění provedení této práce. Nakonec bych chtěla poděkovat rodině a přátelům za všestrannou podporu během celého studia.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá vlivem materiálového složení vstupní suroviny s různým podílem vlákenného odpadu na kvalitu rotorové příze. Je sledován vliv jemnosti příze a procenta obsaženého vlákenného odpadu na změnu vybraných kvalitativních ukazatelů příze. Snahou je zjistit, zda a v jakém poměru lze použít odpadní vlákna pro výrobu přízí, které by svou kvalitou vyhovovaly trhu. V rešeršní části jsou shrnuty základní informace o rotorové technologii, odpadech v textilním průmyslu a poznatky z předchozích experimentů. Jsou nadefinovány základní ukazatele kvality vláken a přízí.

V experimentální části je popsán postup při výpředu dvou sad přízí s jemnostmi 29,5 tex a 59 tex. Je použito pět vstupních směsí, ve kterých se obsah bavlněného odpadu mění v rozmezí 0-70 %. Jsou nastíněny podmínky měření a analyzovány výsledky, které jsou graficky znázorněny a diskutovány. Je možné konstatovat, že s přibývajícím procentem obsaženého materiálu se mírně zhoršují mechanicko-fyzikální vlastnosti příze. Přes použití značné části odpadních vláken ve vstupní surovině je možné vyrobit přízi s dostatečnými kvalitativními vlastnostmi.

Klíčová slova: rotorová příze, bavlněný odpad, výčesky, regenerovaná vlákna

Annotation

The purpose of the bachelor thesis is to determinate the influence of the composition of the input raw material with different proportions of cotton waste on the quality of the rotor spun yarn. The influence of yarn count and percentage of used cotton waste on the change in chosen yarn properties is observed. The aim is to find out if and in what percentages is possible to use cotton waste for yarn production which would still be suitable for the market. The theoretical part sums up basic knowledge of rotor technology, wastes in the textile industry and knowledge from previous experiments.

In the experimental part the rotor spinning procedure of two sets of yarns with counts 29,5 tex and 59 tex is described. Five blends with variable content of cotton waste from 0 % to 70 % were used as input material. The measurement conditions are outlined and obtained experimental data are analyzed. The results are graphically represented and discussed. It is possible to state that with increasing percentage of used cotton waste the quality of yarn slightly decreases mainly in mechanical parameters. However, high percentage of cotton waste can be used to produce yarns with reasonable properties.

Key words: rotor yarn, cotton waste, noils, regenerated fibres

Seznam použitých zkratk a symbolů

symbol	popis	jednotka
A	směs 100% CO	
A_f	faktor A_f (jemnost)	
A_p	deformační práce do přetruhu příze	[J]
α	hladina významnosti	
α_i	efekt faktoru A_f	
B	směs 50% CO/ 30% CO-C/ 20% CO-WA	
B_f	faktor B_f (vstupní materiál)	
β_j	efekt faktoru B_f	
C	konstanta	
C	směs 50% CO/ 20% CO-C/ 30% CO-WA	
CO	bavlna	
CO-C	bavlněné výčesky	
CO-WA	bavlněný odpad	
CV	střední kvadratická nestejnomyěrnost	[%]
d	průměrná tloušťka vlákna	[m]
D	směs 40% CO/ 15% CO-C/ 45% CO-WA	
$2D\emptyset$	dvoudimenzionální průměr	[mm]
<i>Dust size</i>	velikost prachové částice	[μ m]
<i>Dust</i>	počet prachových částic	[Cnt/g]
Δp	pokles tlaku za vláknou ucpávkou	[Pa]
E	směs 30% CO/ 18% CO-C/ 52% CO-WA	
ε_{ij}	náhodná chyba	
ε_p	tažnost	[%]
ε_{pTJ}	tažnost z USTER® TENSOJET	[%]
ε_{pTR}	tažnost z USTER® TENSORAPID	[%]
F	absolutní pevnost	[N]
H	index chlupatosti	[-]
95% IS	95% interval spolehlivosti	
k	celkový počet tříd	
K_2	konstanta	
L	délka integrovaného úseku	[m]
l	délka	[m]
L_0	délka vzorku mezi upínacími čelistmi	[mm]
l_{50}	střední mediánová délka vláken	[mm]
l_e	malá efektivní délka vláken	[mm]
l_E	velká efektivní délka vláken	[mm]
l_j	délka vláken v dané třídě	[mm]
l_{max}	maximální délka vláken	[mm]
L_n	střední délka vláken zjišťovaná četnostně	[mm]
L_p	délka vzorku příze v okamžiku přetržení	[mm]
l_{sv}	odříznutá délka svazku vláken	[m]
l_v	délka vláken	[mm]
L_w	střední délka vláken zjišťovaná hmotnostně	[mm]
m	hmotnost příze	[g]
\bar{m}	střední hodnota hmoty příze	[g]
$m(l)$	okamžitá hodnota hmoty délkového úseku	[g]

Mic	jemnost micronaire	[mic]
m_j	hmotnost vláken v dané třídě	[mg]
m_{Sv}	hmotnost svazku vláken	[mg]
m_v	hmotnost vláken	[mg]
μ	střední hodnota	
μ^*	celkový průměr	
μ_i	skutečná „teoretická“ hodnota výsledků analýz	
n	počet měření	
n_i	absolutní četnost konců vláken v dané délkové kategorii	
$Neco$	anglické číslo pro bavlnu	[-]
$Nep\ size$	velikost nopků	[μm]
Nep	počet nopků	[Cnt/g]
n_j	počet vláken v dané třídě	
n_v	počet vláken ve svazku	
OE	open-end	
P	poměrná pevnost v tahu	[N/tex]
P_{max}	maximální pevnost	[N]
P_{TJ}	poměrná pevnost z USTER® TENSOJET	[cN/tex]
P_{TR}	poměrná pevnost z USTER® TENSORAPID	[cN/tex]
Q	objem proudu vzduchu	[m^3]
ρ_v	hustota klimatizovaných vláken	[$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]
s	směrodatná odchylka	
S_{12}, S_3	součtové kritérium chlupatosti příze	[1/100 m]
S_v	velikost plochy průřezu vlákna	[mm^2]
t	jemnost vláken	[mtex]
T	jemnost	[tex]
$t_{1-\alpha/2}(n-1)$	kvantil studentova rozdělení pro $(n-1)$	
T_{exp}	Experimentální jemnost	[tex]
TJ	Tensojet	
T_{nom}	nominální jemnost	[tex]
TR	Tensorapid	
$Trash\ size$	velikost nečistot	[μm]
$Trash$	počet nečistot	[Cnt/g]
τ_{ij}	interakce efektu A_f a B_f	
v	variační koeficient	[%]
\bar{x}	aritmetický průměr	
x_i	i -tá hodnota výběru	
y_{ij}	zdroj variability výsledků měření	
Z	zákrut příze	[m^{-1}]
Z_K	kritický zákrut	[m^{-1}]
Z_{max}	maximální počet zákrutů	[m^{-1}]

Obsah

1. TEORETICKO – REŠERŠNÍ ČÁST	12
1.1. Motivace	12
1.1.1. Odpady v textilním průmyslu	12
1.2. Princip rotorového předení	16
1.3. Vlastnosti vláken.....	18
1.3.1. Jemnost t	18
1.3.2. Střední délka vláken L_n, L_w	19
1.3.3. Nopky $Nep, Nep\ size$, nečistoty $Trash, Trash\ size$, prachové částice $Dust, Dust\ size$	20
1.4. Vlastnosti příze	20
1.4.1. Jemnost T	21
1.4.2. Hmotná nestejnomyěrnost CV	21
1.4.3. Vady příze	23
1.4.4. Chlupatost H, S_{12}, S_3	23
1.4.5. Poměrná pevnost P a tažnost ε_p	25
1.4.6. Uster statistics	27
2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	28
2.1. Cíl experimentu.....	28
2.2. Návrh experimentu	28
2.3. Podmínky měření	30
2.4. Hodnocení výsledků	31
2.5. Diskuze experimentálních výsledků	34
2.5.1. Vláknový materiál	34
2.5.2. Příze	38
3. ZÁVĚR	46
4. SEZNAM LITERATURY.....	49
5. SEZNAM PŘÍLOH.....	52

Úvod

V textilním průmyslu vzniká značné množství odpadu, ve kterém je obsaženo nezanedbatelné množství použitelných vláken. Tato vlákna se do odpadu dostávají během jednotlivých výrobních operací kvůli nedokonalému oddělovacímu procesu. Snížení produkovaného objemu odpadu je globálním trendem ve všech průmyslových odvětvích, kterého lze dosáhnout mimo jiné recyklací. Znovuvyužití vlákenných odpadů je zajímavé také z ekonomického hlediska, neboť se tím snižuje cena vstupního materiálu. Vliv vlákenného odpadu na kvalitu přízí nebyl dostatečně prozkoumán, proto cílem této bakalářské práce je pokusit se přiblížit, jaký vliv má materiálové složení vstupní suroviny s různým podílem vlákenného odpadu na kvalitu rotorové příze.

Byla provedena rešerše, na základě které byla popsána komplexnost tématu bavlněných odpadů, byly stanoveny předpoklady a hypotézy související s vlivem vstupního materiálu na výslednou kvalitu příze. Byl navržen experiment podle poznatků z provedené rešerše a podle zkušeností z praxe firmy Rieter CZ s.r.o. a ve spolupráci s touto firmou byl realizován výhled vzorků. Příze byly následně testovány. Naměřená data byla statisticky analyzována, prezentována a diskutována.

Rešeršní část se zabývá odpady v textilním průmyslu, podrobněji rozebírá tematiku bavlněných odpadů a jejich hodnocení. Zkráceně je popsána technologie rotorového dopřádání. Jsou definovány základní parametry vlákenných materiálů (t , L_n , L_w , Nep , $Nep\ size$, $Dust$, $Dust\ size$, $Trash$, $Trash\ size$) a přízí (T , CV , $2D\emptyset$, H , S_{12} , S_3 , P , ϵ_p), které byly zvoleny pro popis jejich kvality a jsou obvykle používány.

V experimentální části je podrobně popsán návrh experimentu. Bylo připraveno pět bavlněných směsí, ve kterých se procento obsaženého odpadu měnilo v rozsahu 0-70 %. Následně byly vypředeny dvě sady přízí s jemnostmi 29,5 tex a 59 tex z pěti vstupních bavlněných směsí. Byly nadefinovány podmínky měření pro vlákennou surovinu i pro příze. Naměřená data byla vyhodnocena pomocí základních statistických ukazatelů a pomocí dvoufaktorové analýzy rozptylu ANOVA 2.

V závěru jsou stručně shrnuty získané poznatky včetně orientačního porovnání kvality příze pomocí USTER® STATISTICS 2018 a jsou nastíněna doporučení pro další experimenty.

1. TEORETICKO – REŠERŠNÍ ČÁST

1.1. Motivace

Charakter dnešního průmyslu tlačí firmy, aby měly co nejvyšší výrobnost svých produktů během krátkého časového intervalu a to za předpokladu nízké ceny. Přádelny jsou nuceny zvyšovat výtěžnost ze surového materiálu, čehož mohou dosáhnout vysokou čistící efektivitou během průchodu materiálu čistírenskou linkou a během mykání, nebo mohou zvolit cestu znovuvyužití kvalitních vláken z odpadů. Přestože stroje čistírenské linky prochází technickým vývojem, stále se při zpracovávání materiálu nachází v odpadu těchto strojů značné množství dobrých použitelných vláken [1]. Snahou je tato vlákna z odpadu vygenerovat a znovu použít. Použití odpadních vláken ve výrobě zatím není běžné a populární, protože není dostatečně prozkoumáno, jaké dopady mají tato vlákna na výslednou kvalitu textilních produktů. Protože odpady v textilním průmyslu jsou důležitým faktorem určujícím náklady na fungování přádelen a na ovlivňování zisku v přádelnách, výrobci se více zajímají o výzkum v oblasti odpadu.

Cílem práce je pokusit se prozkoumat, jaký vliv má použití bavlněných odpadních vláken ve výrobě rotorových přízí, prokázat a popřípadě vyvrátit, že i při použití značného množství zpětně získaných vláken z bavlněných odpadů lze vyrobit bavlněné příze s mechanicko-fyzikálními vlastnostmi, které by svou kvalitou vyhovovaly a stačily trhu. Tato práce by mohla způsobit výraznou změnu v textilním průmyslu, neboť použitím odpadních vláken jako vstupního materiálu by se snížila cena výsledného produktu, navíc by se snížilo produkované množství těžce recyklovatelného odpadu, což by mělo pozitivní dopad i z ekologického hlediska.

1.1.1. Odpady v textilním průmyslu

Textilní odpady jsou objekty, které svými vlastnostmi nevyhovují výrobě určitého textilního produktu, a proto jsou během výrobních procesů odděleny od zpracovávaného materiálu. Vzhledem k charakteru textilních surovin je někdy těžké jednoznačně oddělit nepoužitelný materiál od kvalitního (převážně u vlákenných surovin), proto se často v odpadu mimo nežádoucích částí nachází i určité procento použitelného materiálu. Během výroby je produkováno velké množství odpadu, objem upotřebitelného materiálu není zanedbatelný, a proto je snahou kvalitní část odpadu vygenerovat a znovu použít [2]. Z ekologického hlediska je tato snaha ideálním způsobem snižování objemu těžce recyklovatelného odpadu a z ekonomické stránky se zvyšuje výtěžnost původního materiálu, čímž se zvyšuje zisk, popřípadě se nabízí možnost snížení ceny výsledného textilního produktu.

Textilní odpad vzniká skoro při každém stupni výroby, proto je velmi různorodý z hlediska jeho struktury, fáze zpracovanosti a obsahu. Tabulka č. (1) popisuje významné typy bavlněných odpadů, které jsou produkovány během různých stupňů textilní výroby.

Tabulka č. (1) Fáze textilní výroby a významné typy bavlněných odpadů [3]

Surová bavlna	pytle, ocelové pásky
Rozvolňování	nečistoty; směs prachu, vláken a cizích příměsí
Picking	nečistoty
Mykání	nečistoty; krátká vlákna z mykacího stroje; vlákna z hlavního bubnu, snímacího válce a víček; krátká vlákna z čisticích válců; odpad smetený ze země
Česání	výčesky
Posukování Předpřádání	zbytky pramenů a přástů
Předení	nit'ové odpady; krátká vlákna z čisticích válců; odpad smetený ze země
Soukání Skaní Družení Snování	nit'ové odpady; odpad smetený ze země
Šlichtování	nit'ové odpady
Tkaní	nit'ové odpady; odpad smetený ze země
Oděvní výroba	odstřížky

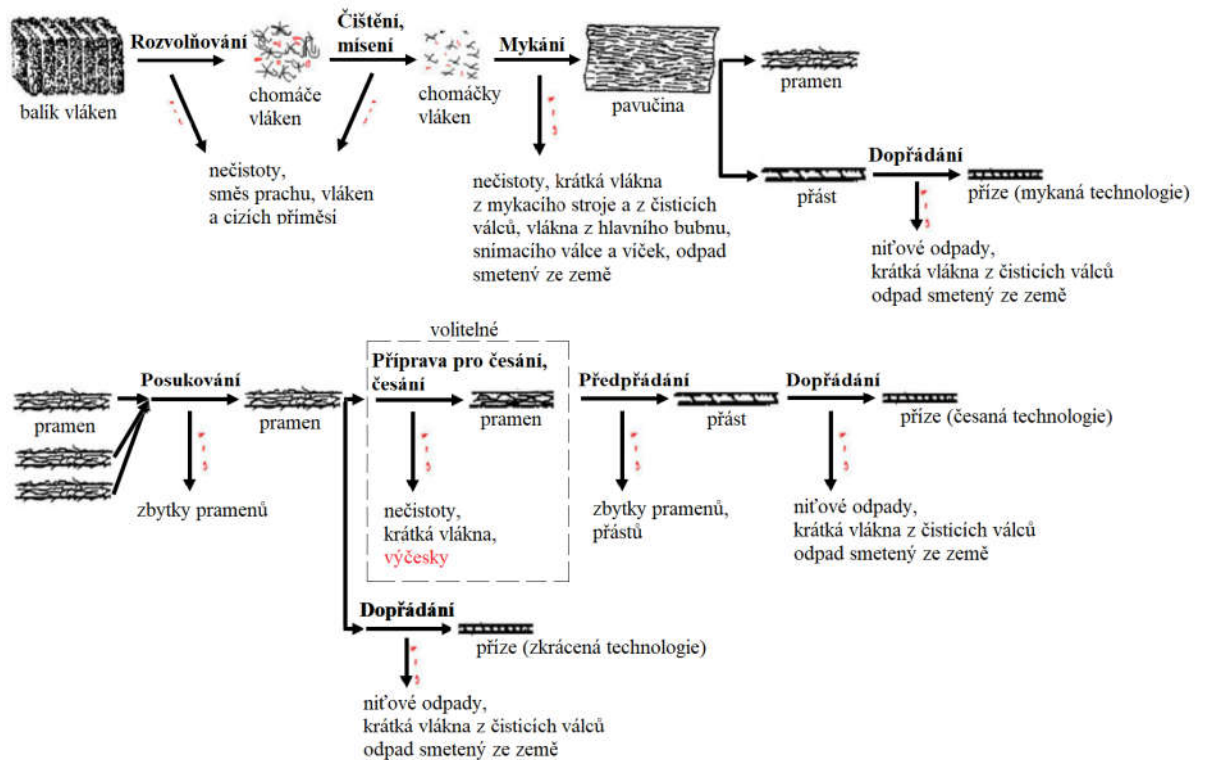
Právě kvůli různorodosti textilních odpadů doposud neproběhlo rozšíření standardizace jednotného názvosloví [3]. Norma ČSN 80 1900 (80 1900) definuje alespoň základní názvosloví, které rozlišuje vlákenné, nit'ové odpady a odstřížky [4].

Hlavní součástí vlákenných odpadů tvoří vlákna buď ve volné struktuře (vločce) nebo v soudrzných útvarech (smotky, pramen). Běžně jsou znečištěny organickými a minerálními příměsmi, jako jsou prach, zbytky rostlin apod., a výjimečně obsahují útržky přízí [4].

Nit'ové odpady vznikají při výrobě a zpracování přízí. Zahrnuty jsou kousky všech typů přízí (jednoduché, skané, družené,...), které mají odlišné délky a struktury – svazky, uzly, zacuchané, nebo se může jednat o poškozené celé náviny [4].

Ve stříhárnách, šicích dílnách, výrobě tkanin, pletenin apod. vznikají kousky plošných textilií všech tvarů a velikostí, které se mohou třídit dle materiálového složení nebo techniky výroby. Souhrnně se tyto kousky nazývají odstřížky [4].

Pro tuto práci jsou zajímavé především odpady vznikající během výroby příze. Podstatou výroby příze je postupné rozvolnění, pročištění a promísení vlákenné suroviny, připravení soudrzného délkového vlákenného útvaru a jeho následné ztenčení a zpevnění [5]. Během těchto procesů vznikají rozličné typy textilních odpadů. Na obrázku č. (1) je znázorněno schéma základních technologických postupů výroby příze (mykaná, zkrácená a česaná technologie). Mezi jednotlivými procesy je naznačen tok poloproduktů a typů odpadů, které jsou během výroby produkovány.



Obr. (1) Schéma základních technologických postupů výroby příze[6]

V literatuře je možné se setkat s termíny recyklovaná a regenerovaná vlákna, přičemž toto názvosloví není nikde jednoznačně popsáno a definováno z hlediska vlastností, objemu, v jakém vznikají a v jaké míře se je opět daří uplatnit. V této práci jsou pojmy nadefinovány následovně:

Recyklovaná vlákna jsou vlákna získaná z již hotových textilních produktů. Získávají se rozvolňováním odstrižků tkanin, pletenin a niťových odpadů ve speciálních strojích.

Regenerovaná vlákna jsou vlákna získaná z různých stupňů přípravy textilních produktů. Jedná se o vlákna sesbíraná z čistírenské linky, mykacích nebo česacích strojů nebo o vlákna ze zbytků přástů, pramenů a podobných meziproduktů.

Pro tuto práci byla použita regenerovaná vlákna.

Jak už bylo zmíněno dříve, kvůli pestrosti charakteru textilního odpadu není standardizováno názvosloví a ze stejného důvodu trh s bavlněným odpadem nemá normované hodnocení kvality. Pokusy o ujednání uniformního systému známkování pro každý z typů bavlněného odpadu skončily neúspěšně kvůli velké komplexnosti problému. Bavlněný odpad je extrémně variabilní produkt, což potvrzuje fakt, že i odpad firem, které vyrábějí stejné textilní produkty ze stejné bavlny, má velmi rozdílný charakter vláken – je to způsobeno různým nastavením strojů a nerovnoměrnou efektivitou programů kontrolujících odpad. Označování odpadu jednotným systémem znesnadňuje také vysoký počet typů bavln a používaných staplových délek. Výsledný třídící systém pro bavlněné odpady, který by zohledňoval všechny výše uvedené faktory a zahrnul by veškeré možné proměnné, by byl beznadějně komplexní [3].

Bavlněný odpad je klasifikován vzhledem k použitému procesu zpracování materiálu a příležitostně dle typu výchozí bavlny, ze které je odpad produkován. Kvalitu odpadu lze určit podobně jako kvalitu vlákenné suroviny hodnocením jednotlivých frakcí, jako jsou lehký prach, extrémně krátká vlákna, čisté chomáče vláken, cizorodé částice apod. [3].

Analýzu kompozice odpadu lze provést pomocí Shirleyova analyzáru, kdy je odpad pomalu dodáván do přístroje a je rozptýlen. Bavlněné chomáče vláken a lehký prach jsou vzduchovým proudem unášeny kolem spodku průtokového plechu ke kondenzátoru. Lehký prach a extrémně krátká vlákna prolétnou dírkami kondenzátoru a jsou sbírány do látkového pytlíku, který je umístěn kolem vzduchového výfukového otvoru. Zbylé čisté chomáče vláken jsou uloženy na kondenzátoru a jsou sejmuty do sbírací komory. Smetí a jiné těžké částice jsou odděleny od vzduchu gravitací a uloženy do další sbírací komory. Následně tyto frakce mohou být zváženy [3].

Další možností, jak určit kvalitu vlákenného materiálu, je využití moderního přístroje USTER® AFIS PRO 2 (Advanced fibre information system) od firmy Uster, který hodnotí kvalitu vlákenného materiálu měřením počtu nopků, délky vláken, zralosti vláken, jemnosti vláken, obsahu nečistot a prachu. Princip měření: Vlákenný materiál je dodán do přístroje, kde ojednocovač vláken aeromechanicky rozdělí testovaný vzorek na tři komponenty – čistá vlákna, prach a nečistoty. Každá složka je pneumaticky zvlášť odvedena k dalším částem přístroje, kde může být dále analyzována většinou elektrooptickými senzory. Naměřená data jsou zpracována softwarem a prezentována v protokolu s komplexním přehledem dat [7], [8].

V minulosti bylo provedeno několik studií, které se zabývaly chováním odpadu ve výrobních procesech a vlivem odpadních vláken na výsledné vlastnosti přízí.

Nejpodrobněji se bavlněným odpadům věnoval Halimi M. T., který ve spolupráci s dalšími specialisty provedl několik experimentů, na něž se odkazuje řada dalších odborníků. V článku [9] je rozebrána čistitelnost odpadních vláken, která je měřena pomocí Shirleyova analyzáru a hodnocena podle obsahu prachu a nečistot po průchodu čistící pasáží. Snahou je, aby přečištěný odpadní materiál obsahoval maximálně 5 % nečistot, protože toto množství obvykle odpovídá obsahu nečistot v primární surovině. Bylo konstatováno, že je dobré primární surovinu mísit s odpadními vlákny, která mají podobnou čistící schopnost. Čím podobnější vlastnosti s primárním materiálem bude odpad vykazovat, tím je možné dosáhnout lepších výsledků (odpady s horší čistitelností by mohly výrazně znehodnotit kvalitu výsledné směsi).

V článku [2] byl popsán experiment, ve kterém byl sledován vliv procenta odpadních vláken a nastavení některých technologických parametrů na kvalitu OE příze. Použitá odpadní vlákna byla získána z rozvolňovacích, čistících a mykacích strojů a jako primární surovina byla vybrána řecká bavlna se střední délkou vláken L_w 24,8 mm. Bylo použito pět faktorů s různými úrovněmi, které byly následně nakombinovány v nastavení 32 testů. Bylo zvoleno osm různých úrovní obsahu odpadu ve vstupní surovině (0 %; 12,5 %; 25 %; 37,5 %; 50 %; 62,5 %; 75 %; 100 %) a čtyři úrovně jemností přízí (50 tex;

66,67 tex; 83,33 tex; 100 tex), dále byly měněny rychlosti otáček rotorů, vyčesávacích válečků, tvar a průměr rotoru a velikosti zákrutového koeficientu. Směsi vstupní vlákně suroviny byly připraveny směřováním v prameni. Porovnáním indexů celkové kvality příze bylo zjištěno, že přimíchání až 20 % odpadu do zpracovávané směsi nemá znatelný vliv na vlastnosti příze. Podle očekávání bylo potvrzeno, že zvyšující se procento odpadu snižuje kvalitu příze. Čím více surové bavlny (bez přidaných odpadů) je ve směsi obsaženo, tím je příze kvalitnější. Bylo uvedeno, že typ rotoru a procento odpadu jsou významnými faktory ovlivňujícími kvalitu příze, přičemž ale průměr, rychlost a tvar rotoru má větší vliv na kvalitu příze než procento odpadu v materiálu. Kvalita příze klesá se zvyšující se rychlostí otáček rotoru a zvyšujícím se procentem odpadu, naopak pozitivní dopady na přízi má zvyšující se velikost jemnosti a zákrutu. Zvyšující se hodnota jemnosti pozitivně ovlivňuje hodnotu nestejnomyěrnosti. Hmotná nestejnomyěrnost, index chlupatosti, silná místa, slabá místa a nopky jsou více ovlivněny jemností příze než procentem odpadu ve směsi.

V článku [1] byl sledován vliv způsobu směšování na výslednou kvalitu příze. V experimentu byla použita odpadní vlákna z mykacího stroje, výčesky, zbytky nezpracovaných přástů a vlákna získaná odsáváním při různých operacích v přádelně. Byly použity dva poměry směšování čisté bavlny a odpadu – 17/83 a 33/67. K přípravě směsi byly použity dvě techniky – směšování ve vločce a směšování v prameni. Byla vyprádána pouze jemnost příze 37 tex. Bylo provedeno 16 testů s různými kombinacemi použitých směšovacích poměrů, způsobů přípravy směsi, rychlostí otáček rotorů a vyčesávacích válečků. Bylo zjištěno, že poměr směšování a otáčky rotoru jsou nejvýznamnějšími faktory ovlivňujícími kvalitu příze. Vyšší homogenita směsi vede k lepší kvalitě příze, proto je lepší použít metodu směšování ve vločce. Při směšování v prameni bylo doporučeno použít vyšších otáček hlavního bubnu mykacího stroje, protože pozitivně ovlivňují stejnoměrnost příze.

Články [10], [11] a [12] se věnovaly vlivu typu vývodky na kvalitu příze vyrobené ze směsi obsahující určité procento bavlněného odpadu. V experimentech bylo zjištěno, že pro příze s vyšším obsahem odpadu (nad 50 %) je nejvýznamnějším faktorem ovlivňujícím kvalitu příze jemnost. Při použití vývodky s hladkým povrchem bylo docíleno nižší chlupatosti příze a použití keramické spirálové vývodky vedlo k nízkým hodnotám hmotné nestejnomyěrnosti, vad, chlupatosti, pevnosti i tažnosti.

1.2. Princip rotorového předení

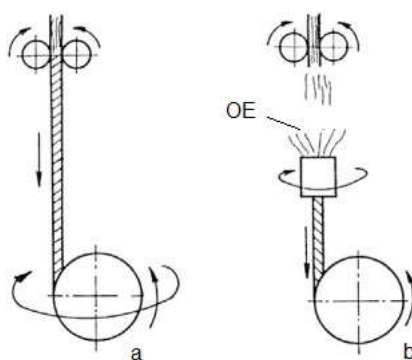
V rámci této práce je sledován vliv použití regenerovaných odpadních bavlněných vláken na příze vyrobené rotorovou technologií, proto je v následujícím textu stručně připomenut základní princip této nekonvenční technologie dopřádání.

Jak už bylo řečeno, jedním z nekonvenčních způsobů dopřádání je rotorové dopřádání. Jedná se o bezvřetenové dopřádání s otevřeným koncem neboli systém OE (open end) [13]. Používá se ve zkrácené technologii, která se skládá pouze z operací

přípravy vlákného materiálu k předení, mykání, posukování a dopřádání. Operace přípravy pro česání, česání a předpřádání jsou vynechány, proto se technologie označuje za zkrácenou. Na rozdíl od klasického dopřádání u OE systémů je oddělen proces zakrucování a navíjení a tvorba zákrutů příze probíhá odlišně [13].

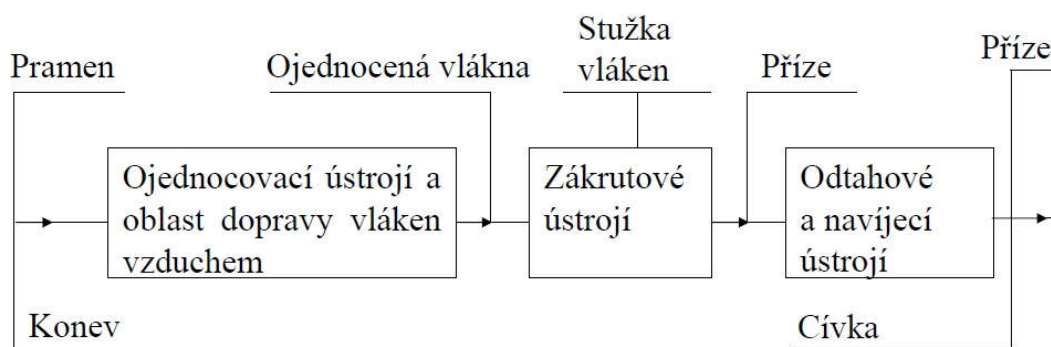
U klasického dopřádání je pro tvorbu zákrutu nutné, aby spolu s vlastním zákrutovým orgánem rotovalo buď odváděcí (navíjecí), nebo přiváděcí ústrojí kolem podélné osy vlákného produktu (viz obr. 2a) [14].

U bezvřetenových spřádacích systémů přiváděcí orgán a odváděcí (navíjecí) orgán nerotují kolem osy vlákného produktu, ale v oblasti mezi podávacím a krutným ústrojím dochází k ojednocení vláken podávaného vlákného produktu. Odstranění mezivlákných kontaktů je důležitou podmínkou a předpokladem pro následné uskutečnění zakrucovacího procesu (viz obr. 2b) [14].



Obr. (2) Systém klasického dopřádání (a) a dopřádání s volným koncem (b) [14]

Tvorba příze je znázorněna blokovým schématem na obrázku č. (3). Předlohou pro rotorové dopřádání je pramen v konvi, který je podáván do ojednocovacího ústrojí (vyčesávacího válečku). Ojednocená vlákna jsou vzduchem dopravena do zákrutového ústrojí (na stěnu rotoru), kde vytvoří stužku vláken, která se přikrouť na rotující konec příze. Vzniklá příze je odtažena a navinuta na cívku. Výsledkem rotorového dopřádání je cívka s křížovým vinutím [15].



Obr. (3) Blokové schéma bezvřetenového rotorového spřádacího stroje [14]

Rotorová technologie díky svému principu umožňuje produkci přízí s přijatelnými kvalitativními vlastnostmi z méně kvalitních materiálů, jako jsou například bavlněné odpady [10].

1.3. Vlastnosti vláken

Pro lepší porozumění vlivu složení vstupního materiálu na výslednou kvalitu přízí je dobré nejprve zanalyzovat charakter samotného vstupního materiálu. Je tak možné získat ucelenou představu o závislosti chování vstupního materiálu na kvalitě výsledné příze v kontextu s procentem obsaženého odpadu. V následujících podkapitolách jsou popsány vybrané ukazatele kvality vlákenné suroviny. Jsou uvedeny nejčastější metody jejich zjišťování včetně stručného popsání principu, na kterém je měření zvolených parametrů založeno.

Kvalitu vlákenné suroviny je možné hodnotit například prostřednictvím jemnosti vláken t , zralosti vláken, střední délky vláken zjišťované četnostně L_n , střední délky vláken zjišťované hmotnostně L_w , počtem nopků Nep , velikosti nopků $Nep\ size$, počtem prachových částic $Dust$, velikosti prachových částic $Dust\ size$, počtem nečistot $Trash$ a velikosti nečistot $Trash\ size$. Rozdíl mezi nečistotami a prachovými částicemi je dán velikostí, kdy nečistoty jsou částice větší než 500 μm a prach jsou částice menší než 500 μm .

1.3.1. Jemnost t

Jemnost neboli délková hmotnost vláken je obecně definována poměrem mezi hmotností m_v a délkou l_v a stanoví se dle vztahu č. (1) [16].

$$t = \frac{m_v}{l_v} \quad \begin{array}{l} t \dots\dots\dots \text{jemnost vláken [tex]} \\ m_v \dots\dots\dots \text{hmotnost vláken [mg]} \\ l_v \dots\dots\dots \text{délka vláken [m]} \end{array} \quad (1)$$

Jemnost lze určit několika metodami. Norma ČSN EN ISO 1973 (800269) popisuje gravimetrickou a vibroskopickou metodu zjišťování délkové hmotnosti vláken. Princip gravimetrické metody spočívá v přesném odměření délky vlákna a jeho zvážení. Při vibroskopické metodě je vlákno vystaveno vibracím o rezonanční frekvenci, kdy jemnost vlákna je určena na základě velikosti této frekvence [17].

Pro stanovení jemnosti bavlny se využívá pneumatické metody, která spočívá ve stanovení odporu vložky vláken ve tvaru ucpávky proti pronikání vzduchu. Vztah (2) popisuje závislost mezi jemností vláken, množstvím prošlého vzduchu a poklesem tlaku za vlákennou ucpávkou při konstantním objemu vzduchu [16], [18].

$$t = \frac{Q}{K_2 * \Delta p} \quad \begin{array}{l} Q \dots\dots\dots \text{objem proudu vzduchu [m}^3\text{]} \\ \Delta p \dots\dots\dots \text{pokles tlaku za vlákennou ucpávkou [Pa]} \\ K_2 \dots\dots\dots \text{konstanta} \end{array} \quad (2)$$

K měření jemnosti bavlny pomocí této metody se používá přístroj MICRONAIRE, který výslednou jemnost vláken udává v jednotkách micronaire *Mic*. Převod jednotek micronaire na jednotky *tex* je proveden dle vztahu (3) [18].

$$t = \frac{Mic}{25,4} \quad t \dots \dots \text{jemnost vláken [tex]} \quad (3)$$

Přístroj USTER® AFIS PRO 2 využívá k měření jemnosti a zralosti vláken elektrooptická čidla, která snímají tvar, formu vláken a tloušťku buněčné stěny [8]. Jemnost je z tloušťky vlákna odvozena podle vztahu (4) [16]:

$$t = \frac{\pi}{4} d^2 * \rho_v * 10^6 \quad \begin{array}{l} t \dots \dots \text{jemnost vláken [tex]} \\ d \dots \dots \text{průměrná tloušťka vlákna [m]} \\ \rho_v \dots \dots \text{hustota klimatizovaných vláken [kg.m}^{-3}\text{]} \end{array} \quad (4)$$

1.3.2. Střední délka vláken L_n , L_w

Délku vláken lze definovat jako vzdálenost konců napřímeného vlákna bez obloučků a bez napětí. Pro stanovení délky vláken se používá přímých a nepřímých metod [16].

U přímých metod se měří délky jednotlivých vláken, průměrná délka vláken je určena četnostním způsobem měření. Změří se určitý počet vláken, naměřené délky se zařadí do tříd a statisticky se vyhodnotí absolutní četnosti délek vláken. Výsledkem je průměrná délka vláken, která se vypočítá dle vztahu (5) [16].

$$L_n = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k l_j n_j \quad (5)$$

$L_n \dots \dots$ střední délka vláken určená četnostně [mm]

$k \dots \dots$ celkový počet tříd

$l_j \dots \dots$ délka vláken v dané třídě [mm]

$n_j \dots \dots$ počet vláken v dané třídě

Mezi nepřímé metody patří stanovení délky vláken hmotnostním způsobem. Metoda předpokládá, že vlákna mají stejnou velikost plochy průřezu S_v , měrná hmotnost ρ_v je konstantní, hmotnost vlákna je tedy závislá pouze na délce vlákna. Je proměřen určitý počet vláken, získaná data se statisticky vyhodnotí a výsledkem je průměrná délka vláken vypočítaná podle vztahu (6) [16].

$$L_w = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^k l_j * m_j \quad (6)$$

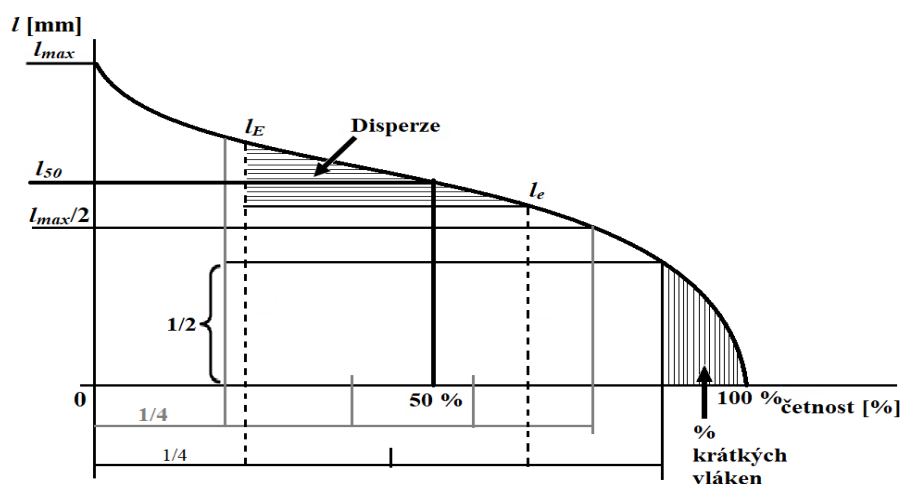
$L_w \dots \dots$ střední délka vláken určená hmotnostně [mm]

$m_j \dots \dots$ hmotnost vláken v dané třídě [mg]

$l_j \dots \dots$ délka vláken v dané třídě [mm]

$m \dots \dots$ hmotnost všech proměřených vláken [mg]

Pro hodnocení délky vláken se často používá staplový diagram, který graficky znázorňuje rozložení délek vláken vlákenného vzorku (viz obr. č. (4)). Vláknina jsou seřazena sestupně od nejdelších po nejkratší. Je možné rychle určit maximální délku vláken l_{max} , velkou efektivní délku vláken l_E , malou efektivní délku vláken l_e , střední mediánovou délku vláken l_{50} , obsah krátkých vláken a disperzi, která vyjadřuje rovnoměrnost délek [5].



Obr. (4) Staplový diagram [16]

1.3.3. Nopky *Nep*, *Nep size*, nečistoty *Trash*, *Trash size*, prachové částice *Dust*, *Dust size*

Analýza počtu a velikosti nopků, nečistot a prachových částic je provedena např. pomocí přístroje USTER® AFIS PRO 2, který tyto parametry vyhodnocuje pomocí elektrooptických čidel [8].

1.4. Vlastnosti příze

Aby bylo možné porovnat kvalitu přízí, je nutné nejprve zvolit parametry, na základě kterých bude kvalita příze hodnocena. V následujícím textu jsou popsány některé užitečné poznatky týkající se geometrických a mechanicko-fyzikálních vlastností přízí včetně definice příze. V podkapitolách jsou podobně jako u vlastností vláken definovány zvolené ukazatele kvality. Jsou popsány nejčastější metody měření těchto vlastností a jsou uvedeny stručně principy, na kterých jsou tyto testy založeny.

Definice příze: Příze je délková textilie složená ze spradatelných vláken, zpevněná zákrutem nebo pojením tak, že při přetrhu příze dochází i k přetrhu jednotlivých vláken. [19]

Vlastnosti příze jsou dány především vlastnostmi použitého materiálu, technologií výroby, nastavením stroje a typem použitých dílců. Prstencová příze a rotorová příze o stejné jemnosti budou mít rozdílné vlastnosti, protože se liší svou strukturou. [20]

Pro strukturu rotorové příze jsou typické ovinky. Ovinek je jedno či více vláken, které ovíjí přízi kolmo nebo téměř kolmo k ose příze [19].

Tkalcovské příze by měly odolávat tahovému namáhání a potenciálním deformacím během tkacího procesu. Při tkacím procesu dochází ke tření přízi o sebe, proto by měly mít vysokou odolnost v oděru a nízkou chlupatost, aby nedocházelo ke smotání odstávajících vláken a k následnému přetrhu [21]. Je nutné, aby příze byla vysoce stejnoměrná. Slabá nebo silná místa či nežádoucí příměsi by mohly ve tkanině způsobit defekty [22].

Kvalita příze je nejčastěji hodnocena na základě těchto parametrů – jemnost T , střední kvadratická nestejnoměrnost CV , dvoudimenzionální průměr $2D\emptyset$, index chlupatosti H , součtová kritéria chlupatosti S_{12} , S_3 , pevnost P_{TR} , P_{TJ} a tažnost ε_{pTR} , ε_{pTJ} .

1.4.1. Jemnost T

Jemnost nebo také jiným pojmenováním délková hmotnost vyjadřuje vztah mezi hmotností m a délkou l vlákenného materiálu. Existuje hmotnostní (soustava *tex*, soustava *titr*) nebo délkový (číslo metrické Nm , číslo anglické Ne) způsob vyjádření jemnosti [23].

V této práci se bude používat soustava *tex*, která udává kolik gramů váží jeden kilometr příze. Jemnost se vypočítá podle vztahu (7) [23].

$$T = \frac{m}{l}$$

T jemnost vlákenného materiálu [tex]
 m hmotnost vlákenného materiálu [g]
 l délka vlákenného materiálu [km]

(7)

Mezi firmami je běžnější vyjádření jemnosti číslem anglickým Ne , které je pro bavlnu definováno dle normy ČSN EN ISO 2060 (800702) vztahem (8) [24]:

$$Ne_{CO} = \frac{590,5}{T}$$

Ne_{CO} číslo anglické pro bavlnu [-]
 T jemnost délkového útvaru [tex]

(8)

Anglické číslo 1 vyjadřuje, že 840 yardů váží 1 libru. [6]

1.4.2. Hmotná nestejnoměrnost CV

Hmotnou nestejnoměrnost lze definovat jako kolísání hmoty vláken určitého délkového vlákenného útvaru v jeho průřezu či v délkových úsecích. Vyrobit absolutně stejnoměrný délkový vlákenný útvar není možné, ale snahou je vyrábět produkty s nejnižší možnou nestejnoměrností. Hmotná nestejnoměrnost ovlivňuje další vlastnosti délkových vlákenných útvarů (např. pevnost), vzhled plošných textilií – zapříčiňuje moiré efekt (obraz struktury dřeva), pruhovitost nebo mrakovitost tkanin a pletenin. Významným parametrem popisujícím hmotnou nestejnoměrnost je střední kvadratická nestejnoměrnost CV , což je variační koeficient hmotnosti úseků délkového vlákenného útvaru a vypočítá se dle vztahu (9) [23], [25], [26].

$$CV = \frac{100}{\bar{m}} \cdot \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L (m(l) - \bar{m})^2 dl} \quad (9)$$

CV kvadratická hmotná nestejnomyěrnost [%]

$m(l)$... okamžitá hodnota hmoty délkového úseku přádelnického produktu [g]

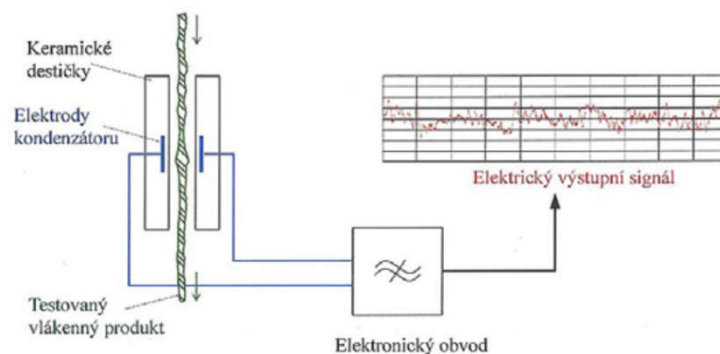
\bar{m} střední hodnota hmoty [g]

L délka integrovaného úseku [m]

Nestejnomyěrnost meziproductů (např. pramene) se projeví ve výsledné přízi, proto je nutné sledovat a zajišťovat stejnoměrnost vlákných productů během jednotlivých výrobních stupňů. Zajištění stejnoměrnosti se realizuje v rámci procesů a systémů, jako jsou rozvolňování, mykání, protahování a družení pomocí regulace různých technologických veličin, čímž lze dosáhnout předpokládané hmotné stejnoměrnosti příze [23], [25], [26].

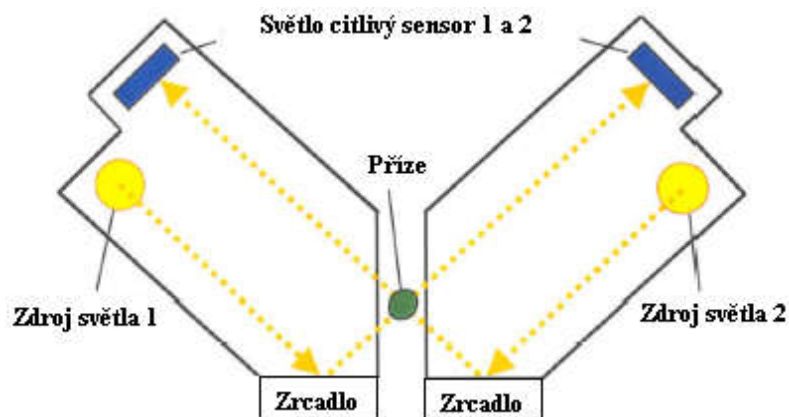
Hmotnou nestejnomyěrnost je možné měřit optickou nebo kapacitní metodou.

Princip kapacitního měření je znázorněn na obrázku č. (5). Délkový vlákný útvar je veden mezi deskami kondenzátoru, kde je generováno vysokofrekvenční elektrické pole. Kolísání hmoty útvaru způsobí změnu elektrického signálu, která je zaznamenána. Kolísání elektrického signálu je úměrné kolísání hmoty [25].



Obr. (5) Princip měření hmotné nestejnomyěrnosti kapacitní metodou [25]

Princip optické metody je znázorněn na obrázku č. (6). Spočívá v měření průměru příze, takže výsledkem měření je mimo hodnotu nestejnomyěrnosti také dvoudimenzionální průměr příze $2D\emptyset$. Paprsky infračerveného světla, které jsou na sebe vzájemně kolmé, prosvěćují přízi. Optické senzory hodnotí zastíněnou plochu a je zaznamenáváno kolísání průměru příze. Výsledek je porovnán s konstantní referenční střední hodnotou. Dvoudimenzionální průměr je aritmetický průměr ze dvou získaných profilů příze [25].



Obr. (6) Princip měření nestejnornosti optickou metodou [25]

1.4.3. Vady příze

Vady příze lze popsat jako přírůstky nebo poklesy hodnoty hmoty v průřezu délkového vláknenného útvaru [25].

Sledována jsou slabá a silná místa příze. V těchto místech dojde na určité délce k překročení nastavené hranice od průměru hmoty v průřezu. Dále se sledují nopky, které lze definovat jako silná místa s výrazným zesílením na krátkém úseku [27].

Počet a velikost vad se zjišťuje spolu s měřením hmotné nestejnornosti. Výsledný počet vad se přepočítává na délku 1 km [25].

Rozlišují se dva základní typy vad – imperfekta a rušivé vady. Imperfekta jsou často se vyskytující vady, které jsou ale méně zřetelné. Rušivé vady jsou hrubé, ale méně časté [25].

Firma Rieter CZ s.r.o. pro hodnocení vad používá součtových kritérií *IPI sensitive* a *IPI standard*, která jsou definována dle tabulky č. (2).

Tabulka č. (2) Definice součtových kritérií *IPI sensitive* a *IPI standard* [28]

<i>IPI sensitive</i>	Thin (-40%) + Thick (+35%) + Neps (+140%)
<i>IPI standard</i>	Thin (-50%) + Thick (+50%) + Neps (+200%)

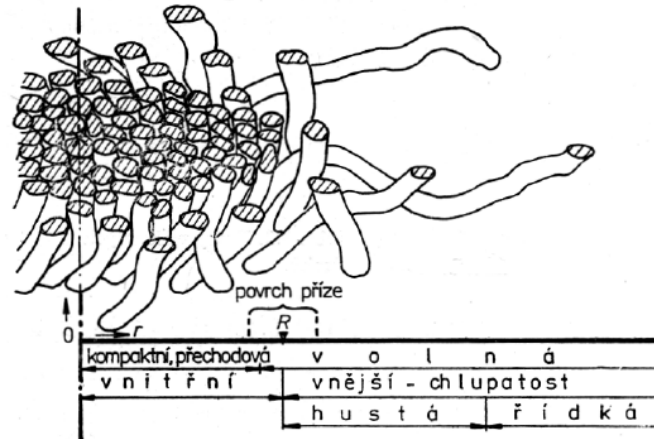
1.4.4. Chlupatost H , S_{12} , S_3

Chlupatost je charakterizována množstvím vystupujících nebo volných konců vláken či vláknenných smyček z příze nebo plošné textilie [19].

Struktura příze (obrázek č. 7) se skládá z vnitřní a vnější části. Vnější „obalová“ část představuje oblast chlupatosti, kterou lze dále rozdělit na oblast husté a řídké chlupatosti [19].

Hustá chlupatost je charakteristická krátkými vlákny, která přiléhají těsně k vnitřní straně příze. Hustá chlupatost má pozitivní vliv na vlastnosti výsledného produktu. Zvyšuje zaplnění plošné textilie, a tím se zlepšuje její vzhled a omak [29].

Řídká chlupatost se vyznačuje delšími vlákny odstávajícími od těla příze. Je nežádoucí, protože zhoršuje užité i zpracovatelské vlastnosti. Volně se pohybující konce vláken způsobují např. žmolkovitost textilií, čímž se zhoršuje jejich vzhled [29].



Obr. (7) Oblasti příze [19]

Existuje několik různých způsobů měření chlupatosti. Obvykle se zjišťuje počet a délka odstávajících vláken a k měření se používá komerčně vyrobených přístrojů [19].

Přístroj USTER® ZWEIGLE HL400 měří počet odstávajících vláken v různých vzdálenostech od těla příze – jsou to vzdálenosti 1, 2, 3, 4, 6, 8 a 10 mm a každý počet vláken z konkrétní délkové třídy je vztahen na délku příze 100 m. K vyhodnocení chlupatosti se používá součtových kritérií S_{12} , S_3 . Hodnota S_{12} je definována jako součet počtu všech odstávajících vláken o délce 1 mm a 2 mm, hodnota S_3 je součtem počtu vláken o délce 3 mm a více (viz vztah (10)) [6].

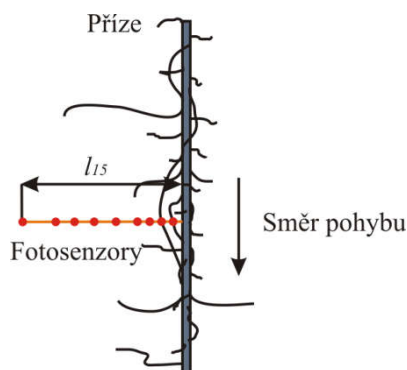
$$S_{12} = \sum_{i=1}^{i=2} n_i \quad S_3 = \sum_{i=3}^k n_i \quad (10)$$

S_{12}součtové kritérium chlupatosti pro délky odstávajících vláken 1 mm a 2 mm
[1/100 m]

S_3součtové kritérium chlupatosti pro délky odstávajících vláken 3 mm a více
[1/100 m]

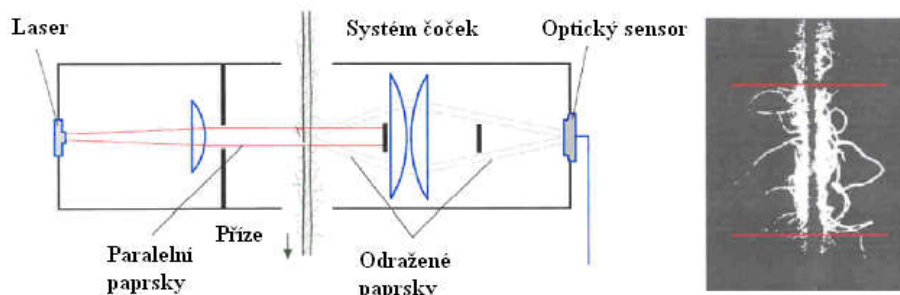
n_iabsolutní četnost konců vláken v dané délkové kategorii

Měření chlupatosti funguje na optickém principu, který je znázorněn na obrázku č. (8). Série fotosenzorů snímá intenzitu světla, která kolísá vlivem průchodu vláken. Délka vyčnívajících vláken je měřena směrem od těla příze a v případě, že vlákno zasahuje do více kategorií, je zaznamenáno pouze v kategorii poslední. Výstupem analýzy je absolutní četnost konců chlupů v délkových kategoriích n_i [6].



Obr. (8) Princip hodnocení chlupatosti příze – Uster Zweigle HL 400 [6]

Přístroj USTER® TESTER 5 udává hodnotu chlupatosti indexem chlupatosti H , který lze definovat jako celkovou naměřenou délku vláken odstávajících z povrchu příze připadající na 1 cm délky příze. Chlupatost je měřena přídavným optickým čidlem. Příze je prosvětlována svazkem monochromatických infračervených paprsků. Tělo příze paprsky pohlcuje a jeví se jako černé. Vyčnívající konce vláken světlo rozptylují a odrážejí. Optický senzor snímá intenzitu světla, které prošlo skrz systém čoček. Intenzita odraženého světla je úměrná chlupatosti příze. Princip měření je znázorněn na obrázku č. (9) [6].



Obr. (9) Princip hodnocení chlupatosti příze – Uster Tester 5 [6]

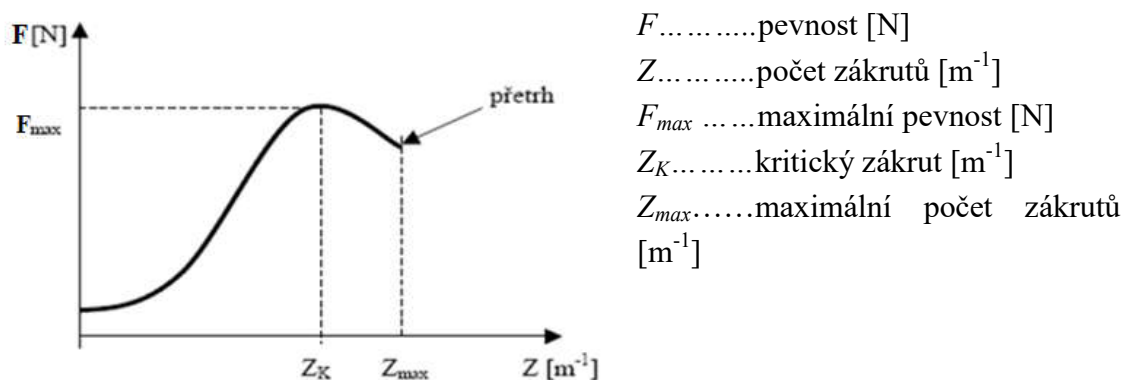
1.4.5. Poměrná pevnost P a tažnost ε_p

Pevnost je schopnost materiálu odolávat účinku tahových sil. Absolutní pevnost v tahu F se vyjadřuje v jednotkách síly [N]. Běžnější a vhodnější je použití poměrné pevnosti P , jejíž jednotkou je [N/tex], která účinky tažné síly vztahuje na jemnost délkového vláknenného útvaru. Poměrná pevnost příze se vypočítá dle vztahu (11) [23].

$$P = \frac{F}{T} \quad \begin{array}{l} P \dots\dots \text{poměrná pevnost v tahu [N/tex]} \\ F \dots\dots \text{absolutní pevnost v tahu [N]} \\ T \dots\dots \text{jemnost příze [tex]} \end{array} \quad (11)$$

Pevnost příze závisí na pevnosti vláknenného materiálu, ze kterého je příze vyrobena, a také na strukturálních faktorech. Vliv na pevnost má např. napřímení vláken, migrace vláken, a nejvýznamněji působí zákrut [23].

Zákrutem se rozumí zakroucení vláken ve směru šroubovice kolem osy příze. Zákrut je vyjádřen počtem celých otáček na délku 1 m. Na obrázku č. (10) je možné vidět, že i nezakroucený svazek vláken vykazuje jistou nepatrnou pevnost – je to dáno přirozenou soudržností vláken (vliv třecích sil). Rostoucí zákrut způsobuje stlačení a lepší sevření vláken, což omezuje jejich prokluzování a vede k větší pevnosti. Zvyšující se zákrut zvyšuje také sklon vláken k ose příze, což má negativní vliv na využití pevnosti vláken, a proto za hranici kritického počtu zákrutů pevnost příze klesá. Při kritickém počtu zákrutů má příze nejvyšší dosažitelnou pevnost [19].



Obr. (10) Závislost mezi pevností a zákrutem příze [19]

Tažnost je hodnota celkového poměrného prodloužení při přetržení a vypočítá se dle vztahu (12) [23].

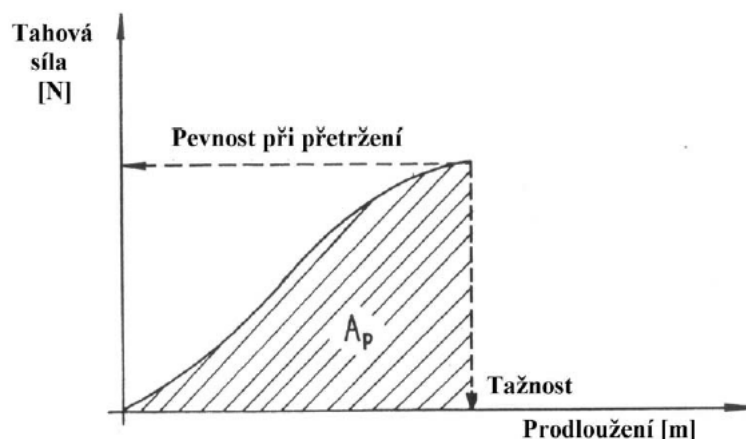
$$\varepsilon_p = \frac{L_p - L_0}{L_0} \cdot 100 \quad (12)$$

ε_p poměrné prodloužení při přetržení – tažnost [%]

L_p délka vzorku příze v okamžiku přetržení [mm]

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

Zkoušky pevnosti se provádí na trhacím přístroji (např. USTER® TENSORAPID, USTER® TENSOJET), kdy se zároveň zkouší tažnost příze. Při této zkoušce lze zjišťovat i deformační práci do přetržení A_p – její velikost je úměrná ploše pracovního diagramu mezi osou prodloužení a křivkou viz obrázek č. (11) [23].



Obr. (11) Pracovní křivka při tahovém namáhání příze[23]

Pro lepší orientaci data naměřená na USTER® TENSORAPID budou označena spodním indexem $_{TR}$ (pevnost P_{TR} , tažnost ε_{pTR}) a data naměřená na USTER® TENSOJET budou označena spodním indexem $_{TJ}$ (pevnost P_{TJ} , tažnost ε_{pTJ}).

1.4.6. Uster statistics

Firma Uster Technologies shromažďuje celosvětově údaje o různých parametrech délkových vlákenných útvarů a tyto údaje statisticky zpracovává. V pravidelných časových intervalech vydává shromážděné informace v podobě srovnávacích tabulek a grafů, pomocí nichž lze porovnat kvalitu produktu podle daného parametru s konkurencí v celosvětovém měřítku (pozn. pouze s výrobci, kteří používají přístroje firmy Uster Technologies). Data jsou rozdělena dle suroviny, technologie a použití produktu. Výsledkem vyhodnocení kvality je procento, které udává, kolik světových producentů vyrábí přízi se stejnou kvalitou. Např. 5 % znamená, že pouze 5 % světových výrobců vyrábí přízi dané kvality. Kvalita příze je tudíž vysoká. Kdyby procento bylo vysoké, znamenalo by to, že kvalita vyráběné příze je nízká [30].

Firma Uster Technologies nesbírá data o produktech z odpadních surovin, což znamená, že v praxi neumožňuje porovnávat kvalitu přízi vyrobených ze směsí s přidaným odpadním materiálem.

S využitím stejných výchozích parametrů pro porovnání přízi kromě vstupního materiálu, který bude nastaven jako 100% CO, bude možné příze testované v této práci porovnat s přízemi vyrobenými pouze z primárních surovin a zjistit, zda se svými vlastnostmi neblíží určité kategorii kvality přízi světových producentů.

2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

2.1. Cíl experimentu

Cílem experimentu je zjistit, jak složení vstupního materiálu ovlivňuje výsledné vlastnosti přízí. Pro tento experiment je použita bavlna jako vstupní materiál, přičemž snahou je zjistit, v jakém poměru objemu je možné použít bavlněné výčesky a odpadní bavlněná vlákna získaná v různých fázích přípravy materiálu k předení, aniž by došlo k významnému zhoršení kvality vyprodukované příze. Aby bylo možné objektivně zhodnotit vlastnosti přízí, vypředěných z vstupního materiálu různého složení, je nutné zajistit shodné nastavení stroje, které bude vyhovovat všem typům vstupního materiálu.

V následujícím textu je nejprve podrobně popsán návrh experimentu, který byl připraven a realizován ve spolupráci s firmou Rieter CZ s.r.o. Je zaznamenán postup při realizaci experimentu. Dále jsou stanoveny podmínky měření, které vychází z norem a standardních metod při testování. Následuje popis získaných experimentálních dat zvolených kvalitativních ukazatelů, jejich zpracování a statistické vyhodnocení. Data jsou prezentována ve formě grafů a tabulek.

2.2. Návrh experimentu

Experiment byl navržen na základě zkušeností reálných uživatelů z praxe a nebyl veden jako plánovaný umělý experiment. Byly použity skutečné typy míchání surovin používané v praxi, stejně jako nastavení strojních a technologických parametrů.

Bylo připraveno pět různých směsí materiálu (viz tabulka č. 3) složených v různých poměrech z čisté bavlny, výčesků a odpadu. V tomto případě je jako čistá bavlna chápána vstupní surovina bavlněných vláken, do níž nebyl přimísen žádný typ bavlněného odpadu včetně výčesků. Pro jednoduchost a snazší orientaci jsou směsi označeny písmeny A, B, C, D a E.

Směs E byla původně složena pouze z 30 % výčesků a 70 % odpadu, ale toto složení pramene neumožňovalo následné zpracování v protahovacím ústrojí kvůli krátké staplové délce vláken (ta činila pouze 15 - 17 mm). Proto byla směs E připravena ze 30 % primární bavlněné suroviny s příměsí 18 % výčesků a 52 % odpadu.

Tabulka č. (3) Poměry míchání vstupních surovin

	A	B	C	D	E
Bavlna %	100	50	50	40	30
Výčesky %	-	30	20	15	18
Odpad %	-	20	30	45	52

Směšování materiálu podle uvedených poměrů bylo provedeno mísením ve vložce během procesů v čistírenské lince. Výstupem přípravy materiálu k předení byl dvakrát posukovaný pramen pro každou směs. Každý pramen prošel dvěma pasážemi posukování. První pasáž byla bez regulace hmotné nestejnomyšnosti a druhá pasáž proběhla s regulací.

Vzhledem k nejčastějšímu zastoupení na trhu byly zvoleny dvě jemnosti příze – 29,5 tex a 59 tex (*Ne* 20 a *Ne* 10). Z každého materiálu pro jednu danou jemnost bylo vypředeno 5 cívek o délce návínu 5 km. Pro jeden typ bavlněné směsi bylo připraveno dohromady 10 cívek. Příze byly vyrobeny v rámci mé studijní praxe ve firmě Rieter CZ s.r.o.

Příze jsou určeny pro textil v domácnosti (např. ubrusy, prostírání,...), výjimečně pro segment Denim a příze s jemností *Ne* 20 mohou být použity pro levné oděvní účely.

Prvotní nastavení technologických parametrů (viz tabulka č. 4.) vycházelo z teoreticky zvolených parametrů pro tkalcovské příze.

Tabulka č. (4) Prvotní technologické parametry výpředu

Technologické parametry		
Materiál	A/B/C/D/E	
Jemnost příze	29,5	[tex]
Zákrut	792	[m ⁻¹]
Otáčky rotoru	100000	[ot.min ⁻¹]
Otáčky vyčesávacího válečku	9000	[ot.min ⁻¹]
Délka návínu	5000	[m]

Zvolené strojní parametry jsou shrnuty v tabulce č. (5). Pro všechny materiály a obě jemnosti zůstalo nastavení nezměněné po celou dobu experimentu. Důvodem je snaha eliminovat další faktory, které by výslednou kvalitu sledovaných přízí mohly ovlivnit.

Tabulka č. (5) Strojní parametry výpředu

Strojní parametry	
Dopřádací rotorový stroj	R 36
Počet sprádních jednotek	5
Rotor	33 mm otevřená drážka
Vyčesávací váleček	40 bavlnářský typ
Odvod příze	keramický
Vývodka	Keramická spirálová

Předvolené parametry se nejprve vyzkoušely na 100% bavlně – původní surový materiál bez přimíchaných výčesků a bez odpadních vláken (nejedná se však o materiál A). Následně byly vypředeny příze z materiálu A a C (materiál C obsahuje vysoké procento odpadních vláken) s jemností 29,5 tex, aby se ověřilo, zda technologické nastavení bude vyhovovat pro všechny typy směsí. Ukázalo se, že zvolené technologické parametry by nebylo možné použít pro všechny typy vstupních materiálů. Vzhledem k nedostatečné přípravě pramene by bylo nutné u odpadního materiálu (materiál D a E) zvýšit otáčky česacích válečků. Rozdílné nastavení by mohlo ovlivnit sledované výsledky, proto byly technologické parametry upraveny (viz tabulka č. 6).

Tabulka č. (6): Upravené technologické parametry

Technologické parametry		
Materiál	A/B/C/D/E	
Jemnost příze	29,5/59	[tex]
Zákrut	970/620	[m ⁻¹]
Otáčky rotoru	100 000/90 000	[ot.min ⁻¹]
Otáčky vyčesávacího válečku	9500	[ot.min ⁻¹]
Odtahová rychlost	103,1/145	[m.min ⁻¹]
Délka návínu	5 000	[m]

2.3. Podmínky měření

Pro popsání kvality vlákenné suroviny byly použity následující parametry, které jsou blíže specifikovány v kapitole 1.2 – jemnost vláken t , střední délka vláken zjišťovaná četnostně L_n , střední délka vláken zjišťovaná hmotnostně L_w , počet nopků Nep , velikost nopků $Nep\ size$, počet prachových částic $Dust$, velikost prachových částic $Dust\ size$, počet nečistot $Trash$ a velikost nečistot $Trash\ size$.

Kvalita příze je dána základními charakteristikami, které jsou určeny jejími strukturními a mechanicko-fyzikálními vlastnostmi. Proto byly pro testování zvoleny tyto parametry příze – jemnost T , střední kvadratická nestejnomyšlnost CV , dvoudimenzionální průměr $2D\emptyset$, index chlupatosti H , součtová kritéria chlupatosti S_{12} , S_3 , pevnost P_{TR} , P_{TJ} a tažnost ε_{pTR} , ε_{pTJ} . Jednotlivé parametry jsou popsány podrobněji v kapitole 1.3.

Změnou klimatických podmínek mohou být některé charakteristiky vlákenných útvarů výrazně ovlivněny, proto je doporučeno vlastnosti textilních produktů testovat ve standardizovaných podmínkách. V souladu s normou ČSN EN ISO 139 (800056) laboratorní analýza probíhala v normálním ovzduší, které je specifikováno teplotou 20 °C s tolerancí ± 2 °C a relativní vlhkostí 65 % s tolerancí ± 4 %. Každá cívka s přízí byla před testováním klimatizována 24 hodin v normálním ovzduší (v normovaných klimatických podmínkách), při tvrdém návínu je doba klimatizování 48 hodin [31].

Při většině testů je postup měření proveden na daném vzorku opakovaně (např. v případě vlákenného materiálu je z každé suroviny proměřeno 10 vzorků o hmotnosti 0,5 g a v případě příze je měření provedeno na každé cívce z dané skupiny – každá skupina je složena z 5 cívek). Naměřené hodnoty jsou poté přístrojem statisticky vyhodnoceny a výsledkem testování je aritmetický průměr \bar{x} , směrodatná odchylka s , variační koeficient v a interval spolehlivosti 95% IS ze získaných dat.

Použitý vlákenný materiál byl testován dle standardních podmínek pomocí přístroje USTER® AFIS PRO 2. Byly analyzovány vlastnosti jednotlivých komponent před smíchováním – zvlášť byly měřeny vlastnosti čisté bavlny, odpadu a výčesků a následně byly hodnoceny připravené směsi těchto komponent. Vzorky vláken ze směsí byly pro testování odebrány z nachystaných pramenů.

Postup měření jemnosti příze je dán dle normy ČSN EN ISO 2060 (800702). Nejdříve se na vijáku odmotá 100 m příze z jedné cívky, ta se následně zváží na vahách. Jemnost se vypočítá dle vztahu (7) [24].

Hmotná nestejnomyěrnost, index chlupatosti a další parametry se měří na přístroji USTER® TESTER 5. Příze se testuje rychlostí 400 m/min po dobu 2,5 minuty – testovací délka činí 1000 m. Nestejnomyěrnost pramene se testuje rychlostí 25 m/min po dobu 1 minuty – testovací délka činí 25 m. Postup testování odpovídá podmínkám normy ČSN 80 0706 [27].

USTER® ZWEIGLE HL 400 měří chlupatost přízi – chlupatost je dána součtovými kritérii chlupatosti S_{12} , S_3 . Měří se po dobu 1 minuty rychlostí 400 m/min – testovací délka je 400 m.

Podmínky měření pevnosti a tažnosti jsou dány normou ČSN EN ISO 2062 (800700). Pevnost a tažnost je možné měřit pomocí USTER® TENSORAPID a USTER® TENSOJET, každý z přístrojů má ale jiné podmínky testování [32].

USTER® TENSORAPID měří pevnost a prodloužení příze, nastaví se předpětí 0,5 cN/tex (pro přízi 29,5 tex bude předpětí 14,9 cN a pro přízi 59 tex bude předpětí 29,9 cN). Testovací rychlost je 5000 mm/min. Na jedné cívce se provede 60 trhů.

USTER® TENSOJET měří s testovací rychlostí 400 m/min. Podmínky pro předpětí zůstávají stejné jako u TENSORAPIDU. Na každé cívce je provedeno 500 trhů.

2.4. Hodnocení výsledků

Použité měřicí přístroje mají v sobě zabudován vlastní software, který během testování automaticky provádí statistickou analýzu dat. Vyhodnocení zahrnuje ověření normality, homogenity dat a určení základních statistických ukazatelů (střední hodnota, směrodatná odchylka, variační koeficient a 95% interval spolehlivosti). Tyto údaje jsou následně shrnuty ve výstupních protokolech měřicích přístrojů.

Střední hodnota μ je odhadována charakteristikou polohy – aritmetickým průměrem \bar{x} , který je vypočítán z naměřených hodnot podle vztahu (13) [33]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (13)$$

\bar{x}aritmetický průměr
 x_i i -tá hodnota výběru
 npočet měření

Rozptyl s^2 je základní charakteristikou variability dat, která popisuje kolísání náhodné veličiny x_i kolem střední hodnoty (př. aritmetického průměru). Určí se podle vztahu (14) [33].

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (14)$$

s^2 rozptyl
 \bar{x} aritmetický průměr
 x_i i -tá hodnota výběru
 n počet měření

Směrodatná odchylka s popisuje míru variability zkoumaných dat. Pokud jsou si data v souboru podobná, hodnota směrodatné odchylky bude malá, pokud budou data velmi odlišná, bude hodnota odchylky naopak velká. Je určena dle vztahu (15) [33].

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (15)$$

s směrodatná odchylka
 s^2 rozptyl
 x_i i -tá hodnota výběru
 n počet měření
 \bar{x} aritmetický průměr

Variační koeficient v zahrnuje charakteristiku polohy (průměr \bar{x}) i charakteristiku variability (směrodatná odchylka s) dat. Je definován jako poměr těchto dvou veličin a vypočítá se podle vztahu (16) [33].

$$v = \frac{s}{|\bar{x}|} \cdot 100 \quad (16)$$

v variační koeficient [%]
 s směrodatná odchylka
 \bar{x} aritmetický průměr

Interval spolehlivosti lze zjednodušeně popsat jako odhad intervalu, ve kterém bude s určitou pravděpodobností ležet střední hodnota. Nejběžněji je používán 95% interval spolehlivosti, ve kterém s pravděpodobností 0,95 bude ležet střední hodnota zkoumaného souboru. Horní a dolní mez intervalu je určena podle vztahu (17) [33].

$$95\% IS = \left(\bar{x} - t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}; \bar{x} + t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \quad (17)$$

\bar{x} aritmetický průměr
 $t_{1-\alpha/2}(n-1)$ kvantil studentova rozdělení pro $(n-1)$
 α hladina významnosti (pro 95% IS je rovna 0,05)
 s směrodatná odchylka
 n počet měření

ANOVA (název je odvozen od anglického analysis of variance) je statistická metoda vyhodnocení rozptylu, kterou lze provést ve statistickém programu QC Expert. Podstatou analýzy rozptylu je rozklad celkového rozptylu dat na složky objasněné (zdroje známé variability) a složku neobjasněnou, o níž se předpokládá, že je náhodná. Následně se testují hypotézy o významnosti jednotlivých zdrojů variability [33].

Vztah (18) je jednoduchý model, který udává, že zdrojem variability výsledků měření y_{ij} jsou jednotlivé úrovně faktoru, kde y_{ij} představuje očekávaný výsledek, který je dán součtem skutečné „teoretické“ hodnoty výsledku μ_i pro kombinaci dvou faktorů a náhodné chyby e_{ij} . Hodnotu μ_i je možné rozložit dle vztahu (19) na celkový průměr μ^* , složky α_i a β_j , které odpovídají efektům faktoru A_f a B_f a jejich vzájemnou interakci τ_{ij} . Nejjednodušším modelem interakce je Tukeyův model, který je vyjádřen ve vztahu (20) [33].

$$y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \quad (18)$$

$$\mu_i = \mu^* + \alpha_i + \beta_j + \tau_{ij} \quad (19)$$

$$\tau_{ij} = C\alpha_i\beta_j \quad (20)$$

y_{ij}zdroj variability výsledků měření
 μ_iskutečná „teoretická“ hodnota výsledků analýz
 ε_{ij}náhodná chyba
 μ^*celkový průměr
 α_iefekt faktoru A_f
 β_jefekt faktoru B_f
 τ_{ij}interakce efektu A_f a B_f
 Ckonstanta

Pomocí ANOVY bylo určeno testovací F -kritérium, součet čtverců, velikost průměrného čtverce, směrodatná odchylka a p -hodnota.

Pro vyhodnocení míry vlivu vstupní suroviny a vlivu jemnosti na kvalitu příze byla použita dvoufaktorová analýza rozptylu ANOVA. Konkrétně byla použita dvoufaktorová analýza rozptylu s pevnými efekty pro vyvážené modely bez opakování pro (pro S_{12} , S_3 , P_{TR} , P_{TJ} , ε_{TR} , ε_{TJ}) a s opakováním (pro CV , H , $2D\emptyset$, *slabá místa -40%*, *slabá místa -50%*, *silná místa +35%*, *silná místa +50%*, *nopky +140%*, *nopky +200%*, *nopky +280%*). Jako faktor A_f byla zvolena jemnost (má dvě úrovně – 29,5 tex, 59 tex) a jako faktor B_f byla zvolena vstupní surovina (má pět úrovní – materiál A, B, C, D a E). Vyhodnocení dat z ANOVY je shrnuto v tabulkách č. (7.a, 7.b) v Příloze C.

2.5. Diskuze experimentálních výsledků

2.5.1. Vlákenný materiál

V této kapitole jsou nastíněny předpoklady očekávaných experimentálních výsledků pro vlákenný materiál. Jsou přiblížena a hodnocena data vybraných sledovaných parametrů vlákenné suroviny, která byla naměřena dle norem a postupů uvedených v kapitole 2.3. Zvolené parametry jsou podrobněji definovány v kapitole 1.3.

Odpadní materiál je směs vláken a nečistot odstraněná z primární suroviny, proto lze očekávat, že bude obsahovat vysoký podíl prachu, nečistot a nopků. Jelikož tyto částice mají stejný původ jako primární surovina, lze předpokládat, že velikost těchto částic bude přibližně stejná nebo mírně větší. Při čištění materiálu je těžší odstranit malé částičky a je pravděpodobnější, že čisticí mechanismus zachytí částice s větší velikostí, které jsou následně vyloučeny do odpadu. Při čištění se spíše odstraní krátká vlákna a procento odstraněných delších vláken bude minimální. Průměrná délka odpadních vláken by měla být menší než 100% CO.

Výčesky jsou odpad, který vzniká při operaci česání. Vyčesávána jsou krátká vlákna a zbytky nečistot z materiálu, který byl pročištěn a zbaven většiny prachu, nečistot a části nopků již během mykání. Je možné očekávat, že délka vláken bude oproti standardu velmi krátká, obsah prachu a nečistot bude minimální a bude se blížit nule. Velikost nečistot, prachu a nopků by měla být menší v porovnání s velikostí těchto částic v odpadu, protože během česání se pouze dovyčesávají částice, které nebyly odstraněny během mykání.

Všechny komponenty pochází ze stejné primární suroviny, je tedy pravděpodobné, že jemnost vláken bude ve všech komponentách přibližně stejná.

Směs A neobsahuje žádné procento výčesků ani odpadu, je možné předpokládat, že materiál bude vykazovat nejlepší charakteristiky ze všech směsí. Střední délky vláken by měly nabývat nejvyšších hodnot, naopak hodnota obsahu prachu, nečistot a nopků by měla být nejnižší.

Materiály B a C jsou složeny ze stejného procenta čisté bavlny a v obsahu výčesků a odpadních vláken jsou si velmi podobné. Lze očekávat, že tyto směsi budou mít podobné vlastnosti. Materiál B obsahuje o 10 % více výčesků než materiál C, je možné, že se tím způsobí pokles hodnot středních délek vláken a obsahu nečistot v materiálu B.

Je možné se domnívat, že i materiály D a E budou vykazovat podobné chování, neboť jsou složeny z přibližně stejných procent čisté bavlny a výčesků a obě dvě směsi mají vysoký podíl odpadu.

S klesajícím obsahem 100% CO ve směsi by měla klesat střední délka vláken, protože střední délka vláken odpadu a výčesků je nižší. S přibývajícím procentem odpadních vláken ve směsi lze očekávat, že se bude zvyšovat obsah nečistot a prachu v materiálu. Jak už bylo řečeno u hodnocení jednotlivých komponent, všechny směsi

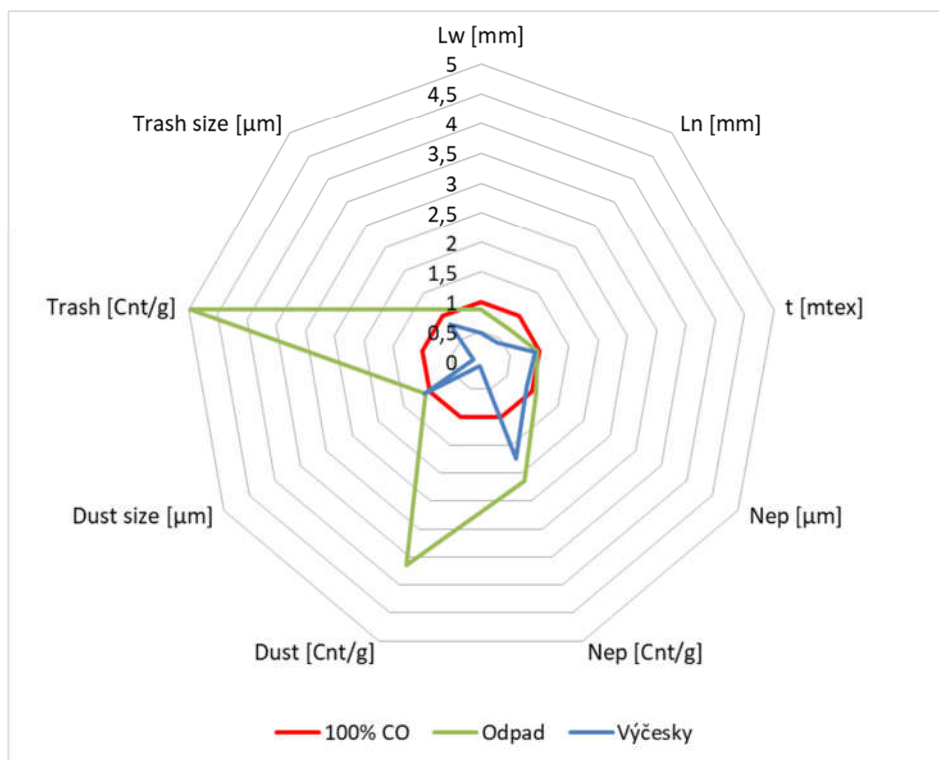
pocházejí ze stejné primární suroviny, proto by jemnost vláken ve všech směsích měla být přibližně stejná.

Naměřená data jsou přebrána z laboratoře firmy Rieter CZ s.r.o. [34]. Pro jednodušší a přehlednější hodnocení parametrů vlákenné suroviny byla experimentální data umístěna do paprskového grafu. Rozsah naměřených hodnot je veliký, při vložení těchto dat do grafu by rozdíly mezi některými parametry zanikly, proto byla 100% bavlna zvolena jako referenční materiál a následně byly porovnávány úbytky a přírůstky ostatních komponent a směsí vůči tomuto standardu. V tabulce č. (8) jsou shrnuty střední hodnoty z proměřené 100% bavlny, odpadu, výčesků a jednotlivých směsí, které jsou složeny z těchto komponent podle směšovací poměrů popsaných v tabulce č. (3), jež je uvedena v kapitole 2.2.

Tabulka č. (8) Kvalita vlákenného materiálu

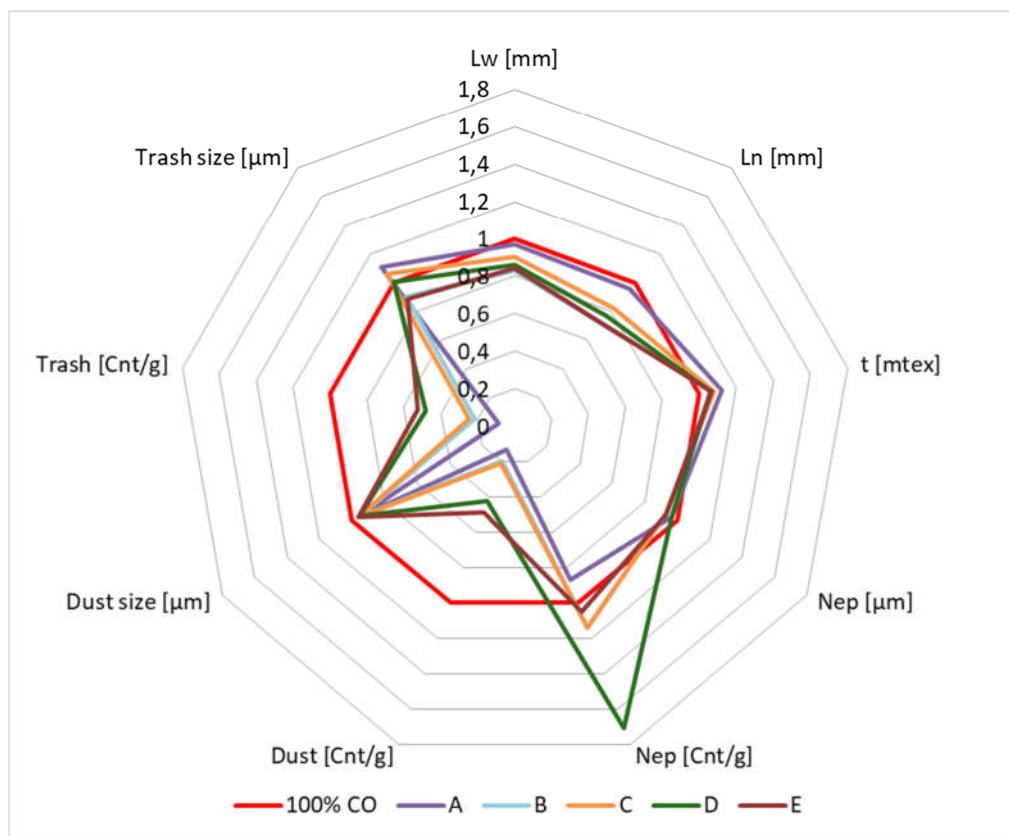
	100% CO	Odpad	Výčesky	A	B	C	D	E
L_w [mm]	25,4	21,9	12,2	24,6	21,1	22,9	21,9	21,4
L_n [mm]	21,4	15,4	8,9	20,4	15,4	17,5	16,4	15,3
t [mtex]	151	146	139	169	161	163	160	161
Nep [μm]	757	810	671	731	703	706	730	707
Nep [Cnt/g]	318	678	555	277	363	363	543	334
$Dust$ [Cnt/g]	617	2255	48	81	121	127	261	299
$Dust\ size$ [μm]	225	244	247	217	217	216	215	216
$Trash$ [Cnt/g]	114	566	15	10	25	28	55	60
$Trash\ size$ [μm]	875	1004	710	967	785	929	879	776

Všechny předpoklady pro jednotlivé komponenty potvrzují data zobrazená v grafu na obrázku (12).



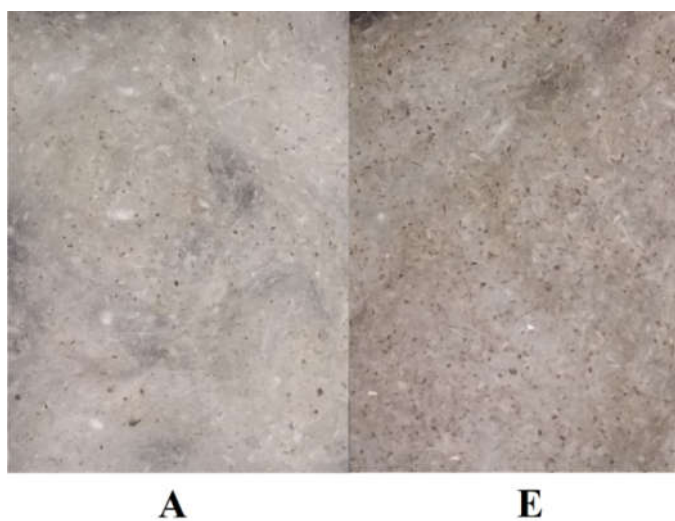
Obr. (12) Kvalita jednotlivých vlákenných komponent

Obrázek (13) popisuje charakteristiky vlákenných směsí a potvrzuje, že v určitých případech směsi B a C a směsi D a E vykazují srovnatelné velikosti sledovaných charakteristik. Vlákna mají přibližně stejnou jemnost. Se zvyšujícím se procentem odpadu se zvyšuje obsah prachu a nečistot, přičemž prachové částice jsou rozměrově přibližně stejné ve všech směsích. Střední délky vláken a velikost nečistot s klesajícím obsahem čisté bavlny klesají, pouze směs B je v těchto parametrech svými hodnotami velmi podobná směsi E. Směs B obsahuje nejmenší nopky, velikostí nopků jsou si podobné směsi C a E a u směsí A a D jsou největší. Nejnižší obsah nopků má směs A, následně směs E, směsi B a C se hodnotou obsahu nopků podobají. Nejvíce nopků se nachází ve směsi D.



Obr. (13) Kvalita vlákenných směsí v porovnání se 100% CO

Na obrázku č. (14) je možné vidět porovnání odpadu vyčesaného vyčesávacím válečkem rotorového dopřádacího stroje, který byl odebrán po předení směsi A a E. Kvůli koncepci stroje může být vizuální hodnocení pouze orientační, protože je možné, že odpad obsahuje nečistoty i z předchozích výpředů. Přesto je zjevně vidět, že odpad E obsahuje vyšší procento nečistot (je tmavší) než odpad ze směsi A. Tento fakt potvrzuje, že vstupní surovina skutečně obsahovala větší podíl nečistot, které bylo nutné odstranit v procesu ojednocení vláken na rotorovém dopřádacím stroji.



Obr. (14) Porovnání odpadu směsi A a E

2.5.2. Příze

V této kapitole jsou na základě provedené rešerše stanoveny hypotézy týkající se očekávaných výsledků experimentu pro příze. Bylo zmíněno už dříve, že bavlněný odpad je velmi variabilní materiál, a vzhledem k tomu lze z výsledků předchozích experimentů vycházet pouze orientačně. Je pravděpodobné, že charakteristiky použitého odpadu v této práci jsou odlišné od vlastností odpadu z předchozích studií, proto by některé zjištěné poznatky nemusely být platné pro tento experiment. Vybrané charakteristiky přízí, které byly měřeny za podmínek nadefinovaných v kapitole 2.3, jsou blíže popsány v kapitole 1.4. Kompletní přehled naměřených výsledků je shrnut v tabulkách (9) a (10) v *Příloze B*.

V minulosti bylo provedeno několik studií zabývajících se zpracováním bavlněných odpadních vláken, přesto kvůli velké komplexnosti této problematiky nebyl vliv odpadu na kvalitu příze zcela jednoznačně objasněn. Z důvodu velké diversity bavlněného odpadu nemůže být jeho vliv na kvalitu příze zobecněn.

Experimenty popsané v článcích [1], [2], [35], [36] jsou si v určitých ohledech podobné. Je připraveno několik směsí s různými procenty obsaženého odpadu, ze kterých jsou následně vypředeny vzorky přízí s jednou či více úrovněmi jemnosti. Laboratorní analýza přízí je zaměřena na testování hmotné nestejnomyšlosti CV , indexu chlupatosti H , součtových kritérií chlupatosti S_{12} a S_3 , pevnosti P a tažnosti ε_p . Je hodnoceno více faktorů ovlivňujících kvalitu přízí.

Studie se mezi sebou liší v počtu směsí, v konkrétních poměrech směsování a v typech použitých odpadů. Do primární bavlněné suroviny jsou přimísены odlišné typy bavlněných odpadů. Při výpředu jsou nastaveny většinou vyšší hodnoty jemnosti a rozdílné hodnoty zákrutů. Účel využití přízí je odlišný. Pro vyhodnocení jsou použity různé metody, např. pomocí indexu celkové kvality příze, metody analýzy rozptylu ANOVA 2 apod.

Uspořádání vláken v přízi hodnocené prostřednictvím hmotné nestejnomyšlosti, počtu vad a chlupatosti předurčuje mechanicko-fyzikální vlastnosti příze. Při dobrém uspořádání jsou vlastnosti vláken lépe využity, což vede k dobrým hodnotám pevnosti a tažnosti příze. Menší míra upořádání vláken vede ke zhoršení všech sledovaných vlastností přízí. Vady příze jsou místa s nízkou mírou uspořádání vláken, tato místa negativně ovlivňují pevnost přízí.

Příze s větší jemností obsahují ve svém průřezu vyšší počet vláken, proto nejsou tolik citlivé na kolísání hmoty v průřezu jako příze s nižší jemností. Příze s jemností 29,5 tex budou díky menšímu počtu vláken v průřezu citlivější na obsah nečistot a krátkých vláken, proto lze očekávat, že budou vykazovat horší mechanicko-fyzikální vlastnosti, vyšší hodnoty hmotné nestejnomyšlosti CV a větší variabilitu výsledků (konfidenční intervaly budou mít větší rozsah) než příze s jemností 59 tex.

V předchozí kapitole bylo potvrzeno, že s přibývajícím procentem odpadních vláken ve směsi se zvyšuje obsah nečistot a prachu. Toto může během výpředu způsobit zanesení rotorové drážky. Na nečistotu usazenou v drážce rotoru se postupně přilepuje

prach a další nečistoty. Po určitou dobu tato usazenina způsobuje pouze hmotnou nestejnou měrnost příze z důvodu změny geometrie rotoru. Příliš velké zanesení ale zabrání tvorbě vlákně stužky, která je nezbytná pro tvorbu příze, a tím způsobí přerh příze. Drážku je nutné vyčistit, aby se mohlo pokračovat v předení.

Během výpředu směsí A až C nebyly zpozorovány žádné známky zanesení v drážkách rotoru. U směsi D byla drážka mírně zanesena, ale nečistoty nebyly pevně přilnuté k povrchu, proto mohlo být toto zanesení považováno za nevýznamné. Směs E obsahuje již takové množství prachu a nečistot, že došlo i během krátkého výpředu k významnému zanesení drážky viz obrázky č. (15) a (16). Lze proto předpokládat, že příze ze směsi E budou nabývat vysokých hodnot CV a budou mít velký počet vad.



Obr. (15) Detail zanesené drážky rotoru

Obr. (16) Zanesená drážka rotoru

Příze s vyšší hodnotou jemnosti obsahuje v průřezu více vláken a má větší plochu povrchu, tudíž je větší pravděpodobnost, že vlákna budou vyčnívat. Lze předpokládat, že příze s jemností 59 tex budou vykazovat vyšší hodnoty chlupatosti než příze s jemností 29,5 tex.

Podle [2], [35] a [36] se hodnota hmotné nestejnou měrnosti CV se zvyšujícím se procentem odpadu zvyšuje. Zároveň je konstatováno, že jemnost příze T má větší vliv na hodnotu CV , proto s rostoucí jemností T nebude hodnota CV zdatelně ovlivněna.

V člancích [2], [35] a [36] bylo pozorováno, že procento odpadu ve směsi ovlivňuje chlupatost příze. Se zvyšujícím se procentem odpadu se mírně zvyšuje hodnota chlupatosti (kvůli vyššímu obsahu krátkých vláken v odpadu). Vliv materiálu byl tak malý, že nebyl statisticky potvrzen. Článek [2] doplňuje, že významnější vliv na hodnotu chlupatosti než procento odpadu má jemnost příze. Se zvyšující se jemností se zvyšuje hodnota chlupatosti.

Podobně jako u chlupatosti v [2], [35], [36] je uvedeno, že na vady příze (slabá místa, silná místa a nopky) má jemnost větší vliv než procento odpadu. Bylo konstatováno, že s rostoucím procentem odpadu se zvyšuje počet vad. Výsledky experimentu [35] jsou ale v rozporu s tímto konstatováním, protože bylo zjištěno, že v některých případech příze vyrobené ze suroviny s vyšší mírou odpadu vykazují nižší

počty vad. Tato variabilita dat je pravděpodobně způsobena velkou variabilitou odpadního materiálu, proto je možné, že počet vad bude vzhledem k použité vstupní směsi proměnlivý.

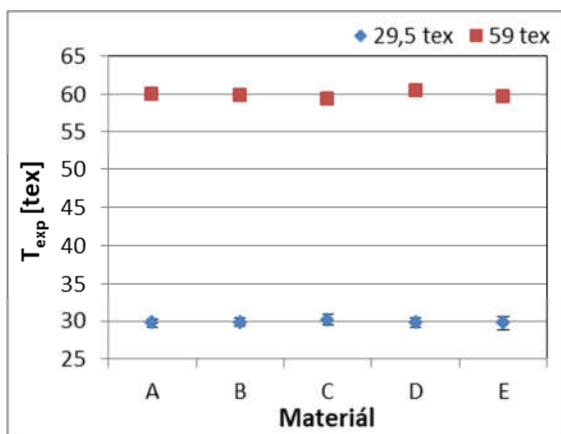
Pevnost a tažnost přízí bude podle [2], [36] s rostoucím obsahem odpadních vláken klesat, ale s rostoucí jemností budou hodnoty těchto charakteristik růst. V článku [36] bylo zjištěno, že příze ze směsí, které obsahují odpadní vlákna získaná z čistírenské linky, vykazují vyšší pevnosti než příze s příměsí odpadních vláken získaných z mykacího přístroje.

Práce [2] shrnuje, že na celkovou kvalitu rotorové příze má největší vliv procento obsaženého odpadu ve vstupní směsi a jako druhý nejvýznamnější faktor je zvolená jemnost.

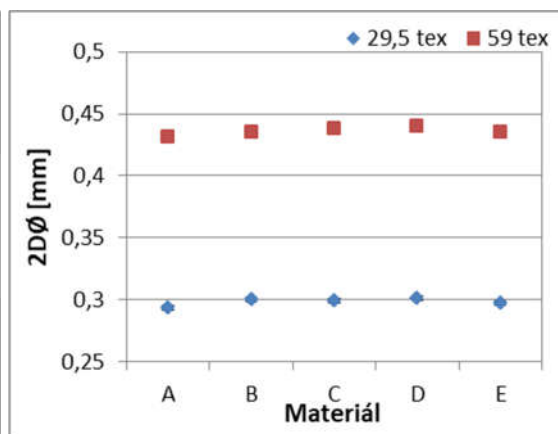
N základě informací ze zdrojů [1], [2], [10] až [12], [35] a [36] zmiňovaných v kapitole 1.1.1. lze předpokládat, že hmotná nestejnomyěrnost se bude se zvyšujícím se procentem odpadu zvyšovat, ale díky použité metodě mísení ve vložce by příze mohly vykazovat poměrně dobré hodnoty hmotné nestejnomyěrnosti. Procentuální obsah odpadu by neměl významně ovlivňovat chlupatost příze, je však možné očekávat mírný nárůst charakteristik popisujících chlupatost (index chlupatosti, součtová kritéria chlupatosti), důvodem je zvýšený počet krátkých vláken přítomných v surovině [21]. Pevnost a tažnost by měla s přibývajícím obsahem odpadních vláken klesat. Příze s jemností 59 tex by měly být z daných směsí obecně kvalitnější než příze s jemností 29,5 tex, které vlivem menšího počtu vláken v průřezu příze budou náchylnější na vliv přímomnosti krátkých vláken a nečistot, čímž se bude kvalita celkově snižovat. Podle výsledků z testování vláknenné suroviny popsanych v předchozí kapitole je možné očekávat, že příze ze směsí B a C a příze ze směsí D a E by se měly v určitých charakteristikách podobat. Příze z materiálu A by měly v případě obou jemností vykazovat nejlepší vlastnosti.

Ve všech následujících hodnocených grafech jsou znázorněny naměřené experimentální střední hodnoty vybraných kvalitativních ukazatelů včetně jejich konfidenčních intervalů, jejichž rozsah je někdy tak malý, že je není možné v grafu zřetelně pozorovat. Pro jednoduchost jsou v grafech jednotlivé příze z daných materiálů označeny v souladu s typem použitých vstupních směsí (písmeny A-E).

Hodnoty jemnosti T znázorněné v grafu na obrázku (17) a dvoudimenzionálního průměru $2D\emptyset$, které jsou vykresleny v grafu na obrázku (18), potvrdily, že nastavení technologických parametrů, které je uvedeno v tabulce (6) v kapitole 2.2, vyhovuje pro stabilní předení přízí s jemností 29,5 tex a 59 tex. Teoretické hodnoty jsou zcela v souladu s experimentálně zjištěnými středními hodnotami jemnosti a spadají do intervalů spolehlivosti. 95% IS se překrývají, je proto možné potvrdit, že přes rozdílné vlastnosti materiálů není nutné měnit parametry předení. Zvolené nastavení je vyhovující pro všechny připravené směsi vstupní suroviny. Lze předpokládat, že v přádelně by bylo možné uvedené materiály spřádat i ve vyšších parametrech.



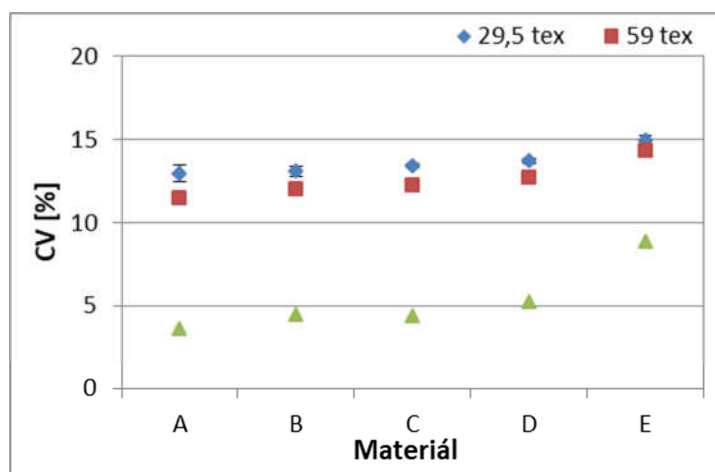
Obr. (17) Porovnání jemnosti T přízí



Obr. (18) Porovnání průměru $2D\emptyset$ přízí

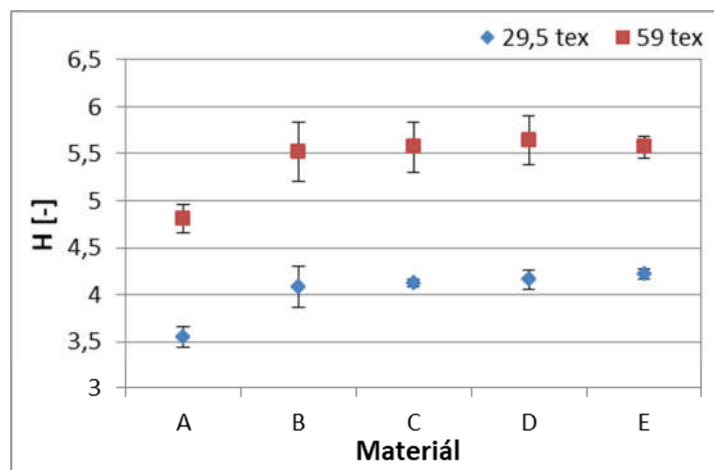
Na obrázku (19) je možné vidět graf porovnání hmotné nestejnoměrnosti pramenů. Se zvyšujícím se obsahem odpadních vláken roste hmotná nestejnoměrnost pramene. Hodnoty nestejnoměrnosti pramenů z materiálu B a C se jeví jako velmi podobné, pramen ze směsi D má CV nepatrně vyšší a pramen z materiálu E se hodnotou CV významně odlišuje od všech zbylých pramenů.

Na obrázku (19) jsou rovněž porovnány hodnoty hmotné nestejnoměrnosti přízí. S přibývajícím obsahem odpadních vláken roste hmotná nestejnoměrnost přízí. Intervaly spolehlivosti se nepřekrývají, proto je možné říci, že vliv materiálu na CV je významný. Hodnoty nestejnoměrnosti jsou vyšší u přízí s jemností 29,5 tex než u přízí s jemností 59 tex.



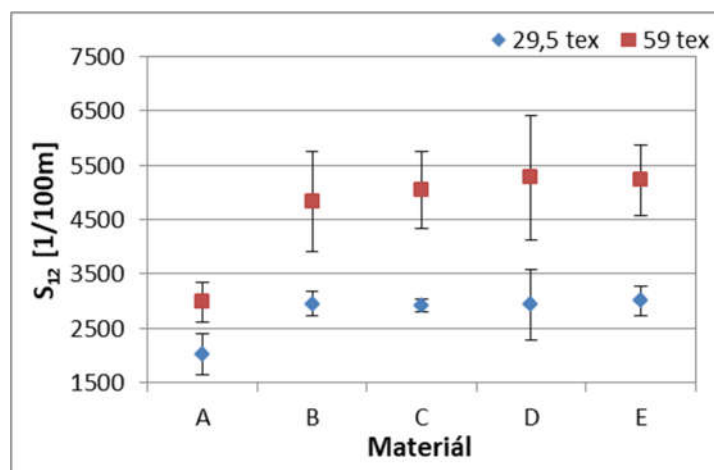
Obr. (19) Porovnání hmotné nestejnoměrnosti CV přízí a pramenů

Porovnání indexu chlupatosti H přízí je znázorněno v grafu na obrázku (20). Příze vyrobené ze směsí B, C, D a E nabývají podobných hodnot indexu chlupatosti H . Příze z materiálu A má v porovnání s ostatními přízemi výrazně nižší chlupatost. Konfidenční intervaly přízí B, C, D a E se překrývají, čímž je statisticky potvrzeno, že materiál nemá mezi těmito přízemi statisticky významný vliv na index chlupatosti. Příze s jemností 59 tex vykazují vyšší hodnoty chlupatosti než příze s jemností 29,5 tex. Intervaly spolehlivosti jemností se navzájem nepřekrývají, vliv jemnosti je významný.



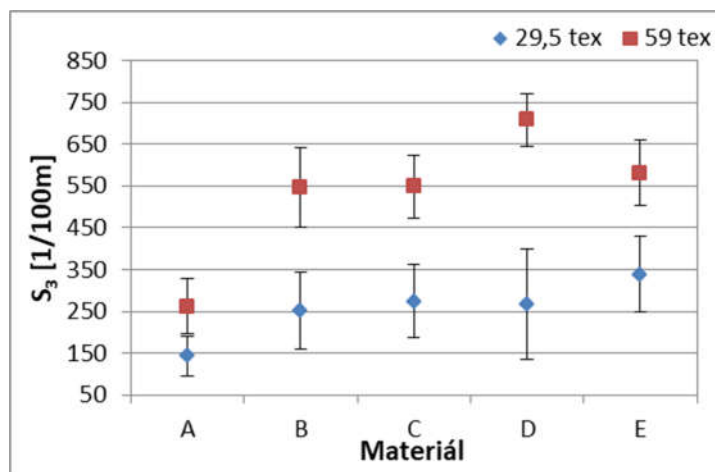
Obr. (20) Porovnání indexu chlupatosti H přízí

Graf na obrázku (21) porovnává součtová kritéria S_{12} . Součtové kritérium pro délky odstávajících vláken 1 mm a 2 mm vykazuje podobný trend jako index chlupatosti H . Hodnoty jsou si velmi podobné u přízí z materiálů B, C, D a E a pouze příze z materiálu A nabývají nižších hodnot. Je zřejmé, že materiál má vliv na S_{12} , ale protože se 95% IS překrývají, byl tento vliv vyhodnocen jako statisticky nevýznamný. Příze s jemností 59 tex mají vyšší hodnotu chlupatosti S_{12} než příze s jemností 29,5 tex. Intervaly spolehlivosti se u jednotlivých jemností nepřekrývají, vliv jemnosti je statisticky významný.



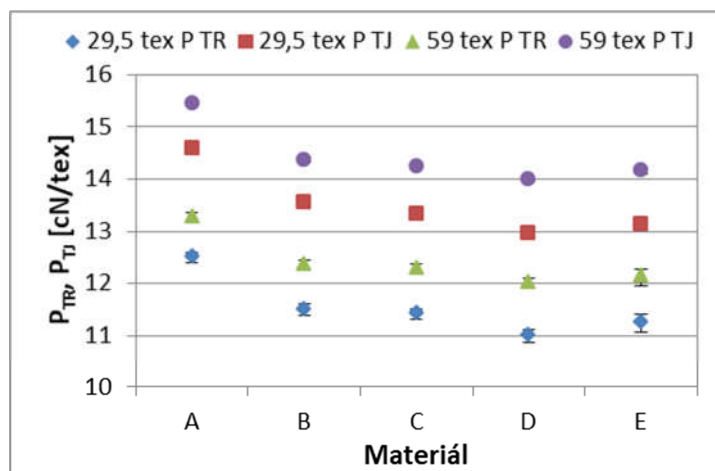
Obr. (21) Porovnání součtového kritéria S_{12} přízí

Porovnání součtových kritérií S_3 je znázorněno v grafu na obrázku (22). Hodnoty chlupatosti S_3 vykazují podobný trend jako H a S_{12} . Příze z materiálu A nabývají nejnižších hodnot chlupatosti. Je možné opětovně tvrdit, že materiálové složení má vliv na S_3 , protože se ale konfidenční intervaly překrývají, tento vliv není možné vyhodnotit jako statisticky významný. Příze s jemností 59 tex nabývají vyšších hodnot chlupatosti a vykazují vyšší variabilitu hodnot napříč materiály. Statisticky bylo potvrzeno, že jemnost má významný vliv na součtové kritérium chlupatosti S_3 .



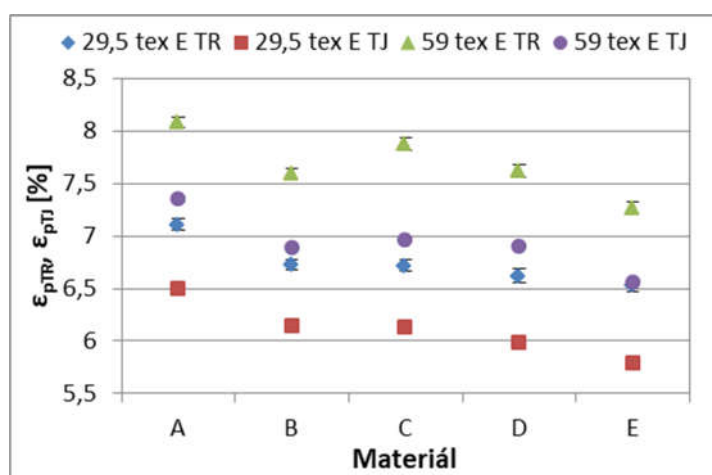
Obr. (22) Porovnání součtového kritéria S_3 přízí

Pevnosti P_{TR} a P_{TJ} jsou znázorněny v grafu na obrázku (23). Všechny příze mají podobný trend. S přibývajícím obsahem odpadu poměrná pevnost mírně klesá. Nejvyšší hodnoty poměrné pevnosti mají ve všech případech příze z materiálu A a nejnižší hodnoty poměrné pevnosti nabývají vždy příze ze směsi D. Příze ze směsí B a C se hodnotami poměrných pevností podobají. Konfidenční intervaly se v rámci materiálů (obecně) a jemností nepřekrývají, proto je možné statisticky potvrdit, že materiál i jemnost mají významný vliv na hodnotu poměrné pevnosti příze. Intervaly spolehlivosti přízí B, C a E se u hodnot P_{TR} překrývají, proto je možné prohlásit, že je vliv materiálu mezi těmito přízemi v rámci techniky TR nevýznamný. U hodnot P_{TJ} se konfidenční intervaly (kromě přízí s jemností 59 tex z C a E) nepřekrývají, významný vliv materiálu v rámci techniky TJ je potvrzen. Hodnoty poměrných pevností P_{TJ} jsou vždy vyšší než hodnoty poměrných pevností P_{TR} . Testování pomocí TJ využívá vyšších testovacích rychlostí než testování pomocí TR, což způsobí, že příze mají menší čas na odezvu na vyvolané zatížení, proto se příze jeví jako tužší a pevnější.



Obr. (23) Porovnání pevnosti P_{TR} a P_{TJ} přízí

Graf na obrázku (24) porovnává tažnosti ε_{pTR} a ε_{pTJ} . Všechny příze mají podobný trend. Nejvyšší hodnotu tažnosti má ve všech případech příze z materiálu A a nejnižších hodnot tažnosti nabývá ve všech případech příze ze směsi E. Hodnoty tažnosti přízí B a C se podobají. Intervaly spolehlivosti se v rámci materiálů (obecně, kromě u přízí A a E s jemností 29,5 tex) a jemností nepřekrývají, vliv materiálu i jemnosti je statisticky významný. Intervaly spolehlivosti se u tažností ε_{pTR} přízí z materiálů B a D překrývají, proto je možné prohlásit, že je vliv materiálu mezi těmito přízemi v rámci techniky TR nevýznamný. U tažností ε_{pTJ} se konfidenční intervaly přízí s jemností 29,5 tex z materiálů B a C a intervaly spolehlivosti přízí s jemností 59 tex z materiálů B a D překrývají, vliv materiálu mezi těmito přízemi je v rámci techniky TJ statisticky nevýznamný. Hodnoty tažnosti ε_{pTR} jsou vždy vyšší než hodnoty tažnosti ε_{pTJ} . Technika TR používá nižší testovací rychlosti než TJ, proto mají příze větší čas na odezvu na vyvolané zatížení, díky tomu se příze jeví jako tažnější.



Obr. (24) Porovnání tažnosti ε_{pTR} a ε_{pTJ} přízí

V Příloze A jsou na obrázcích (25-31) zobrazeny grafy vad přízí (*slabá místa* -40%, -50%; *silná místa* +35%, +50%; *nopky* +140%, +200%, +280%). Počet vad přízí je napříč materiály velmi variabilní. V několika případech u příze s jemností 59 tex je možné sledovat trend rostoucího počtu vad s rostoucím procentem odpadu. U příze s jemností 29,5 tex je v několika případech jistá podobnost počtu vad u přízí z materiálů A a B, C a D. Příze s jemností 29,5 tex má ve většině případů více vad než příze s jemností 59 tex.

V Příloze C jsou shrnuty v tabulce (7) výsledky ze statistické analýzy rozptylu ANOVA 2. Vliv materiálu pro součtová kritéria chlupatosti S_3 a S_{12} a pro *slabá místa* -50% byl vyhodnocen jako statisticky nevýznamný. Vliv materiálu byl statisticky významný pro dvoudimenzionální průměr $2D\emptyset$, hmotnou nestejnomyšnost CV , index chlupatosti H , *slabá místa* -40%, *silná místa* (+35%, +50%), *nopky* (+140%, +200%, +280%), pevnosti P_{TR} a P_{TJ} a tažnosti ε_{pTR} a ε_{pTJ} . Vliv jemnosti byl vyhodnocen jako statisticky významný pro všechny testované charakteristiky přízí. Interakce mezi faktory

3. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce je identifikovat vliv materiálového složení vstupní suroviny s různým podílem vlákenného odpadu na kvalitu rotorové příze a pokusit se zjistit, zda a v jakém poměru je možné využít bavlněný odpad pro výrobu přízí, které by přes obsah sekundárního materiálu svými vlastnostmi vyhovovaly trhu. Toto téma by mohlo být zajímavé, protože se zabývá znovuvyužitím vláken z odpadu, což má za následek snížení objemu produkovaného textilního odpadu, a to pozitivně ovlivňuje ceny výchozí suroviny.

Na základě provedené rešerše, ve které byla popsána komplexnost tématu bavlněných odpadů, byly stanoveny předpoklady a hypotézy související s vlivem vstupního materiálu na výslednou kvalitu rotorové příze. Podle zkušeností z praxe firmy Rieter CZ s.r.o. byl navržen a podrobně popsán experiment, který byl ve spolupráci s touto firmou realizován. Byly vypředeny dvě sady přízí s jemnostmi 29,5 tex a 59 tex z pěti vstupních bavlněných směsí, ve kterých se obsah odpadu měnil v rozmezí 0-70 %. Základní parametry vlákenných materiálů (t , L_n , L_w , Nep , $Nep\ size$, $Dust$, $Dust\ size$, $Trash$, $Trash\ size$) a přízí (T , CV , $2D\emptyset$, H , S_{12} , S_3 , P , ϵ_p), které byly zvoleny pro popis jejich kvality, byly definovány. Podle stanovených podmínek měření byly vzorky vlákenných surovin, pramenů a přízí laboratorně analyzovány. Dvoufaktorová analýza rozptylu ANOVA 2 byla jako statistický nástroj využita k ověření, zda dva faktory (vstupní surovina a jemnost) mají staticky významný vliv na sledované charakteristiky příze. V rámci experimentu bylo nejprve ověřeno, zda zvolené parametry předení zmíněné v kapitole 2.2. jsou vyhovující pro všechny připravené směsi. Důvodem byla snaha omezit případný vliv různého nastavení strojního zařízení na sledované kvalitativní ukazatele příze. Parametry předení vyhověly pro všechny připravené směsi, proto lze předpokládat, že v přádelně by bylo možné uvedené materiály sprádat i ve vyšších parametrech.

Ze zjištěných dat lze konstatovat, že materiál i jemnost mají vliv na vlastnosti přízí. Experimentální data naznačují, že hmotná nestejnomyšnost s rostoucím procentem odpadu mírně narůstá, shodně také mírně roste chlupatost přízí. Naopak hodnoty poměrné pevnosti a tažnosti s přibývajícím procentem odpadu ve vstupní surovině mírně klesají. Důvodem pravděpodobně bude obsah většího podílu krátkých vláken s mírně vyšší jemností vláken a nezanedbatelný obsah nečistot a prachových částic v připravených vlákenných směsích vstupní suroviny, který je způsoben právě přimícháním vlákenného odpadu do vstupního materiálu. Tento fakt vede ke zhoršení míry uspořádanosti vláken v těle i na povrchu příze, proto není možné plně využít pevnost vláken pro přenos a mechanicko-fyzikální vlastnosti přízí jsou tedy zhoršeny, což je potvrzeno z rešerše a předchozích experimentů.

Příze s obsahem odpadních vláken vykazují poměrně dobré hodnoty hmotné nestejnomyšnosti pravděpodobně díky použité metodě mísení ve vložce. Zjištěné počty vad v přízi nevykazují jednoznačný trend a jejich počty značně kolísají také zcela jistě

díky tomu, že odpadní vlákna vykazují ve své kvalitě výraznou variabilitu. Na základě předpokladů souvisejících s projevem chování vláknenné suroviny se potvrdilo, že příze z materiálu A vykazují v případě obou jemností nejlepší vlastnosti. Pravděpodobně díky podobnému obsahu odpadních regenerovaných bavlněných vláken příze ze směsi B a C vykazují podobné hodnoty CV , H , S_{12} , S_3 , P , ε_p a příze ze směsi D a E se podobají hodnotami H , S_{12} , P , ε_p . Jak bylo předpokládáno, příze ze směsi E vykazují nejvyšší hodnoty hmotné nestejnomy.

Porovnáním získaných výsledků vybraných kvalitativních ukazatelů přízí v rámci jemností je možné konstatovat, že se zvyšující se jemností klesá hodnota hmotné nestejnomy a ve většině případů klesá i počet vad přízí. Naopak hodnoty poměrné pevnosti a tažnosti se se zvyšující hodnotou jemnosti zvyšují. Příze s vyšší jemností mají ve svém průřezu větší počet vláken, který zapříčiní, že příze nejsou tak citlivé na kolísání hmoty v průřezu příze a na přítomnost krátkých vláken a nečistot, které zhoršují míru uložení vláken v přízi. Při větším počtu vláken v průřezu má příze více nosných elementů, což zapříčiní lepší rozložení síly při namáhání a povede k vyšším hodnotám poměrných pevností a tažností. Se zvyšující se jemností se zvyšuje také hodnota chlupatosti. Příze s vyšší jemností má větší povrch, proto je zde větší pravděpodobnost, že vlákna a obzvláště krátká vlákna z odpadů obsažená ve směsi vstupní suroviny budou vyčnívat z povrchu těla příze. Příze s nižší jemností tedy vykazují lepší hodnoty chlupatosti.

Předpoklad o nevýznamnosti vlivu materiálu na chlupatost příze nebyl potvrzen, protože vliv materiálu na hodnotu indexu chlupatosti H byl pomocí ANOVY 2 vyhodnocen jako statisticky významný. Dále byl vliv materiálu vyhodnocen jako statisticky významný pro dvoudimenzionální průměr $2D\emptyset$, hmotnou nestejnomy CV , slabá místa -40%, silná místa (+35%, +50%), nopky (+140%, +200%, +280%), pevnosti P_{TR} a P_{TJ} a tažnosti ε_{pTR} a ε_{pTJ} . Pro součtová kritéria chlupatosti S_3 a S_{12} a pro slabá místa -50% byl vliv materiálu vyhodnocen jako statisticky nevýznamný. Vliv jemnosti byl vyhodnocen jako statisticky významný pro všechny testované charakteristiky přízí. Interakce mezi faktory (mezi jemností a materiálem) byly vyhodnoceny jako významné pro hmotnou nestejnomy CV , součtové kritérium chlupatosti S_{12} , slabá místa -40%, silná místa (+35%, +50%) a nopky (+200%, +280%). Jako nevýznamné byly vyhodnoceny interakce mezi faktory pro dvoudimenzionální průměr $2D\emptyset$, součtové kritérium chlupatosti S_3 , index chlupatosti H , slabá místa -50%, nopky +140%, pevnosti P_{TR} a P_{TJ} a tažnosti ε_{pTR} a ε_{pTJ} .

Souhrnně je možné konstatovat, že s přibývajícím procentem odpadních regenerovaných vláken obsažených v materiálu se zhoršují mechanicko-fyzikální vlastnosti příze. Podle zhodnocení kvality přízí v USTER® STATISTICS 2018 je ale možné orientačně říci, že kvalita vyrobených přízí s jemností 29,5 tex je srovnatelná s 76-95 % světové produkce a kvalita přízí s jemností 59 tex je srovnatelná s hladinou 51-75 % světové produkce. Přes použití značné části odpadních vláken ve vstupní surovině je možné vyrobit přízi s dostatečnými kvalitativními vlastnostmi.

Zvýšení kvality přízí by mohlo být provedeno individuálním upravením nastavení pro každou směs. Experiment by mohl být rozšířen o podrobnější analýzu vlivu obsahu odpadu na vady příze. Dále by mohl být prozkoumán vliv přízí z materiálu obsahujícího bavlněné odpady na vlastnosti plošné textilie (mechanicko-fyzikální vlastnosti, egalita vybarvení, míra užitečných vlastností – např. odolnost vůči oděru a žmolkovitost,...).

4. SEZNAM LITERATURY

- [1] **Khan, K. R., Hossain, M. M., Sarker, R. Ch.** Statistical Analyses and Predicting the Properties of Cotton/Waste Blended Open-End Rotor Yarn Using Taguchi OA Design. *International Journal of Textile Science*. 2015, 4(2): 27-35; DOI:10.5923/j.textile.20150402.01
- [2] **Halimi, M. T., Hassen, M. B., Azzouz, B., Sakli, F.** Effect of cotton waste and spinning parameters on rotor yarn quality. *Journal of The Textile Institute*. 2007, 98:5, 437-442, DOI: 10.1080/00405000701547649
- [3] **Dockray, G. H., Meadowst, B., Smith, L.** Cotton waste. *Textile research journal*. 1950, 684-718
- [4] ČSN 80 1900 (80 1900) Textilní odpady. Základní názvosloví, Úřad pro normalizaci a měření, 1984
- [5] **Moučková, E.** *Přádelnictví – 3.-4. přednáška – Vlákná zpracovávaná v přádelnách, Technologické postupy výroby příze* [Online]. Liberec: TUL, 2017 [citováno 16. 3. 2019] dostupné z: <https://elearning.tul.cz/course/view.php?id=2655>
- [6] **Moučková, E.** *Přádelnictví – Úvodní přednáška* [Online]. Liberec: TUL, 2017 [citováno 24. 2. 2019] dostupné z: <https://elearning.tul.cz/course/view.php?id=2655>
- [7] NPTEL :: Textile Engineering - Textile Testing. *NPTEL* [online]. Copyright © Dynamic Drive DHTML code library [cit. 15.4.2019]. Dostupné z: <https://nptel.ac.in/courses/116102029/17>
- [8] Uster Technologies AG: *USTER® AFIS PRO 2 Brochure*, 240841- 02020/10.16/, Uster, 2016.
- [9] **Halimi, M. T., Hassen, M. B., Sakli, F.** Cotton waste recycling: Quantitative and qualitative assessment. *Elsevier*. 2008, 52, (785–791)
- [10] **Kaplan, S., Göktepe, Ö.** Investigation into Navel Selection for Rotor Spinning Machine Using Cotton Waste. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 2006, Vol. 14, No. 3 (57)
- [11] **Hasani, H., Tabatabaei, S. A.** Optimizing Spinning Variables to Reduce the Hairiness of Rotor Yarns Produced from Waste Fibres Collected from the Ginning. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 2011, Sv. Vol. 19, No. 3 (86).
- [12] **Hasani, H., Semnani, D., Tabatabaei, S.** Determining the optimum spinning conditions to produce the rotor yarns from cotton wastes. *industria textila*. 2010, vol. 61, nr. 3.
- [13] **Rohlena, V.** *Bezvrетенové předení*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1974. Řada textilní literatury.
- [14] **Ursíny, P.** *Předení II*. Liberec : TUL, 2009.
- [15] **Lawrence, C. A., Chen, K. Z.** Rotor spinning. *Textile Progress*, Vo. 13, Nr. 4. The Textile Institute 1984, pp. 73, ISSN: 1754-2278.

- [16] **Kovačič, V.** *Textilní zkušebnictví*. Díl I. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004.
- [17] ČSN EN ISO 1973 (80 0269) Textilie – Zjišťování délkové hmotnosti – Gravimetrická a vibroskopická metoda, Český normalizační institut, 1997
- [18] ČSN EN ISO 10 306 Textilie – Bavlněná vlákna – Hodnocení zralosti metodou průtoku vzduchu, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014
- [19] **Neckář, B.** *Příze*. Praha : SNTL , 1990
- [20] **Lord, P. L.** (2003) *Handbook of Yarn Production: Technology, Science and Economics*. Woodhead Publishing.
- [21] **Barella, A.** Yarn Hairiness. *Textile Progress*, Vo. 43, Nr. 1. The Textile Institute 1983, pp. 57, ISBN: 0900739649, ISSN: 1754-2278.
- [22] **Schwarz, P.** (editor): *Structure and mechanics of textile fibre assemblies*, Woodhead publishing, USA, 2008
- [23] **Ursíny, P.** *Předení I*. Liberec : TUL, 2001.
- [24] ČSN EN ISO 2060 (80 0702) Textilie – Nitě na návinech – Zjišťování jemnosti (délkové hmotnosti) pásmovou metodou, Český normalizační institut, 1996.
- [25] **Moučková, E.** *Prádelnictví – 2.přednáška – Nestejnoměrnost délkových textilií* [Online]. Liberec: TUL, 2017 [citováno 24. 2. 2019] dostupné z: <https://elearning.tul.cz/course/view.php?id=2655>
- [26] **Dostálová, M., Křivánková, M.** *Základy textilní a oděvní výroby*, Technická univerzita v Liberci, Liberec, 2004.
- [27] ČSN 80 0706 (80076) Zjišťování hmotné nestejnoměrnosti pramenů, přástů a nití, Federální úřad pro normalizaci a měření, 1992.
- [28] Uster Technologies AG: *Uster Statistics Application Handbook*, V1.0/240 840-14020, Uster, 2013.
- [29] **Ibrahim, S., a další, a další.** *Výroba příze s nižší chlupatostí (závěrečná práce)*. Liberec: Centrum textil, 2009
- [30] **Kovačič, V.** *Textilní zkušebnictví*. Díl II. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004.
- [31] ČSN EN ISO 139 (80 0056) Textilie – Normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení, Český normalizační institut, 2005.
- [32] 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), Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [33] **Meloun, M., Militky, J.:** *Statistické zpracování experimentálních dat*, Plus, spol. s.r.o. Praha 1994.
- [34] Výsledky testování kvality vlákenné suroviny, interní materiály Rieter s.r.o. CZ, 2019.

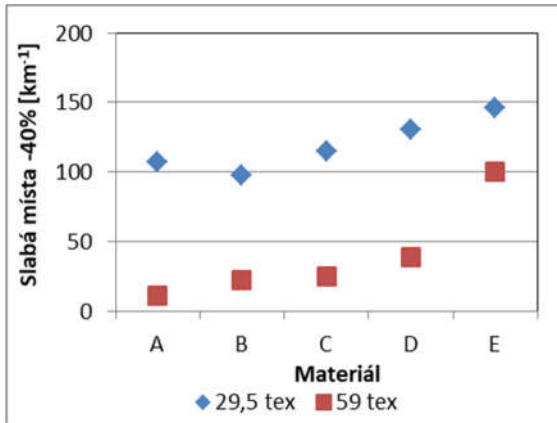
- [35] **Halimi, M. T., Azzouz, B., Hassen, M. B., Sakli, F.** Influence of Spinning Parameters and Recovered Fibers from Cotton Waste on the Uniformity and Hairiness of Rotor Spun Yarn. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. 2009, Vol. 4, Issue 3 (36)
- [36] **Yilmaz D.,Yelkovan S., Tirak Y.** Comparison of the Effects of Different Cotton Fibre Wastes on Different Yarn Types. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 2017; 25, 4(124): 19-30. DOI: 10.5604/01.3001.0010.2340

5. SEZNAM PŘÍLOH

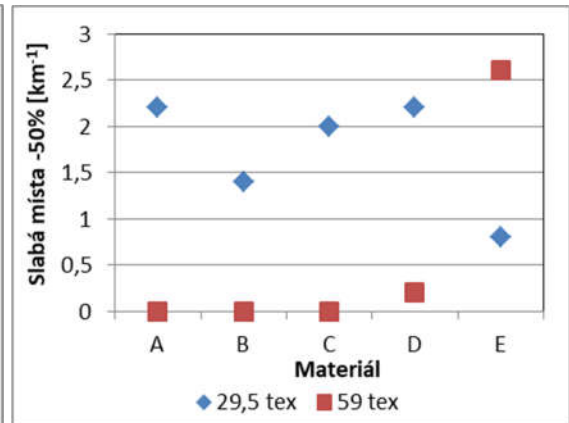
<i>Příloha A</i>	Grafy vad přízí
<i>Příloha B</i>	Souhrnné tabulky naměřených dat
<i>Příloha C</i>	Souhrnná data z Anovy 2
<i>Příloha D</i>	Porovnání výsledků z protokolů USTER® STATISTICS 2018 o zhodnocení kvality přízí

Příloha A

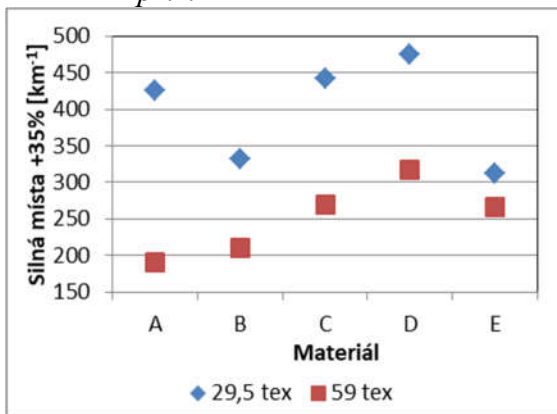
Grafy vad přízí



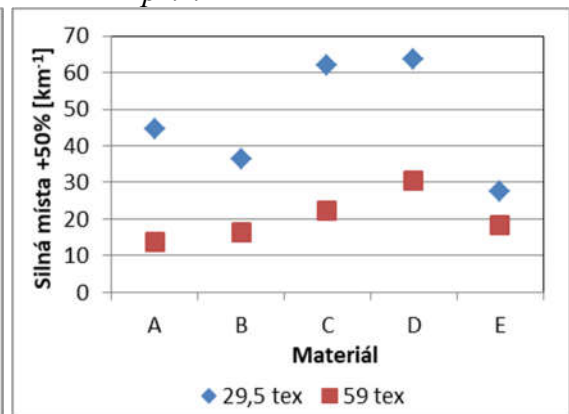
Obr. (25) Porovnání Slabých míst -40% přízí



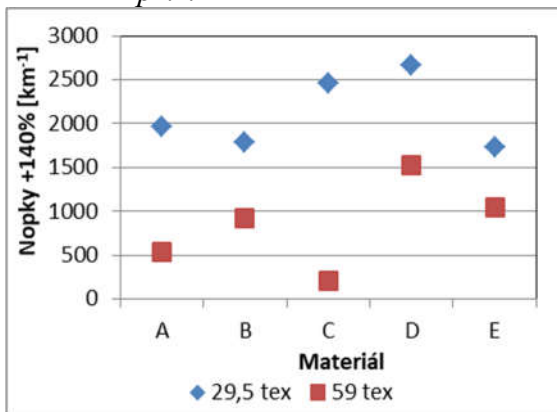
Obr. (26) Porovnání Slabých míst -50% přízí



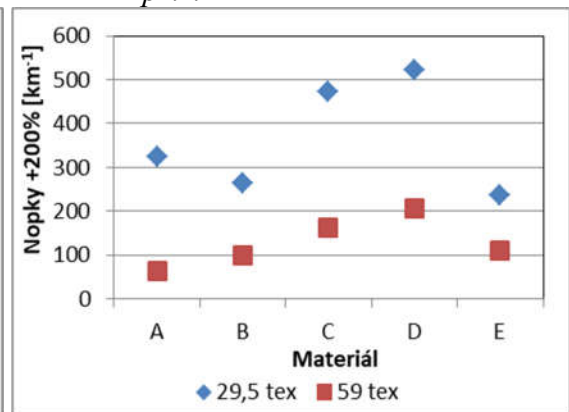
Obr. (27) Porovnání Silných míst +35% přízí



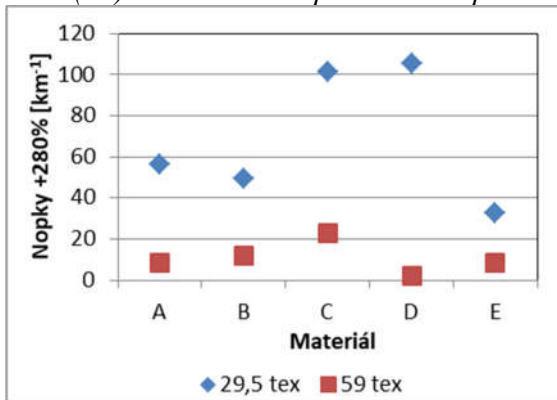
Obr. (28) Porovnání Silných míst +50% přízí



Obr. (29) Porovnání Nopků +140% přízí



Obr. (30) Porovnání Nopků +200% přízí



Obr. (31) Porovnání Nopků +280% přízí

Příloha B

Souhrnné tabulky naměřených dat

Tabulka č. (9) Souhrnná výsledná data pro příze 29,5 tex

		Materiál				
T_{nom} [tex]	29,5	A	B	C	D	E
T_{exp} [tex]	\bar{x}	29,7	29,8	30,1	29,8	29,7
	s	0,12	0,13	0,17	0,148	0,214
	95% IS	(29,20;30,20)	(29,26;30,34)	(29,4;30,8)	(29,19;30,42)	(28,80;30, 06)
$2D\emptyset$ [mm]	\bar{x}	0,293	0,3	0,299	0,301	0,297
	s	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
	95% IS	(0,291;0,295)	(0,298;0,302)	(0,297;0,301)	(0,299;0,303)	(0,295;0,299)
CV [%]	\bar{x}	12,96	13,07	13,4	13,72	14,93
	s	0,43	0,24	0,11	0,12	0,25
	95% IS	(12,43;13,49)	(12,77;13,37)	(13,27;13,53)	(13,57;13,87)	(14,62;15,24)
H [-]	\bar{x}	3,6	4,1	4,1	4,2	4,2
	s	0,09	0,18	0,03	0,08	0,05
	95% IS	(3,44;3,66)	(3,86;4,3)	(4,08;4,16)	(4,06;4,26)	(4,16;4,28)
S_{12} [1/100m]	\bar{x}	2025	2951	2918	2931	2999
	s	307,9	179,3	98,6	518,6	227,6
	95% IS	(1643;2407)	(2728;3174)	(2796;3040)	(2287;3575)	(2716;3282)
S_3 [1/100m]	\bar{x}	143	251	274	268	339
	s	38	74,8	71	106,4	72,1
	95% IS	(95,8;190,2)	(158,1;343,9)	(185,9;362,1)	(135,9;400,1)	(249,5;428,5)
P_{TR} [cN/tex]	\bar{x}	12,48	11,49	11,4	11	11,23
	s	0,92	0,95	0,91	1,09	1,49
	95% IS	(12,39;12,59)	(11,38;11,6)	(11,3;11,5)	(10,88;11,12)	(11,06;11,4)
ε_{pTR} [%]	\bar{x}	7,11	6,73	6,72	6,62	6,53
	s	0,49	0,48	0,45	0,58	0,52
	95% IS	(7,05;7,17)	(6,68;6,78)	(6,67;6,77)	(6,55;6,69)	(6,47;6,59)
P_{TJ} [cN/tex]	\bar{x}	14,6	13,55	13,33	12,97	13,14
	s	1,17	1,21	1,21	1,32	1,73
	95% IS	(14,55;14,65)	(13,5;13,6)	(13,28;13,38)	(12,92;13,02)	(13,07;13,21)
ε_{pTJ} [%]	\bar{x}	6,5	6,14	6,13	5,98	5,78
	s	0,52	0,47	0,49	0,5	0,46
	95% IS	(6,48;6,52)	(6,12;6,16)	(6,11;6,15)	(5,96;6)	(5,76;5,8)

Tabulka č. (10) Souhrnná výsledná data pro příze 59 tex

		Materiál				
T_{nom} [tex]	59	A	B	C	D	E
T_{exp} [tex]	\bar{x}	59,9	59,7	59,3	60,4	59,6
	s	0,15	0,33	0,35	0,13	0,21
	95% IS	(59,59;60,22)	(59,00;60,40)	(58,57;60,03)	(60,13;60,67)	(59,17;60,03)
$2D\emptyset$ [mm]	\bar{x}	0,431	0,435	0,438	0,44	0,435
	s	0,002	0,003	0,003	0,003	0,001
	95% IS	(0,429;0,433)	(0,431;0,439)	(0,434;0,442)	(0,436;0,444)	(0,433;0,437)
CV [%]	\bar{x}	11,46	12	12,26	12,72	14,3
	s	0,1	0,1	0,13	0,1	0,25
	95% IS	(11,33;11,59)	(11,88;12,12)	(12,1;12,42)	(12,6;12,84)	(13,98;14,62)
H [-]	\bar{x}	4,8	5,5	5,6	5,6	5,6
	s	0,12	0,26	0,21	0,21	0,09
	95% IS	(4,66;4,96)	(5,2;5,84)	(5,3;5,84)	(5,38;5,9)	(5,45;5,69)
S_{I2} [1/100m]	\bar{x}	2984	4826	5034	5273	5221
	s	292,6	736,7	574,1	921,2	516,6
	95% IS	(2621;3347)	(3911;5741)	(4321;5747)	(4129;6417)	(4580;5862)
S_3 [1/100m]	\bar{x}	262	547	549	709	581
	s	53,1	75,8	60,7	50,9	62,9
	95% IS	(196,1;327,9)	(452,9;641,1)	(473,6;624,4)	(645,8;772,2)	(502,9;659,1)
P_{TR} [cN/tex]	\bar{x}	13,27	12,34	12,27	12	12,12
	s	0,8	0,9	0,88	0,87	1,41
	95% IS	(13,18;13,36)	(12,24;12,44)	(12,17;12,37)	(11,9;12,1)	(11,96;12,28)
ε_{pTR} [%]	\bar{x}	8,08	7,59	7,87	7,62	7,26
	s	0,45	0,48	0,49	0,5	0,48
	95% IS	(8,03;8,13)	(7,54;7,64)	(7,81;7,93)	(7,56;7,68)	(7,2;7,32)
P_{TJ} [cN/tex]	\bar{x}	15,45	14,37	14,24	13,99	14,16
	s	0,94	1,1	1,05	1,14	1,6
	95% IS	(15,41;15,49)	(14,33;14,41)	(14,2;14,28)	(13,95;14,03)	(14,1;14,22)
ε_{pTJ} [%]	\bar{x}	7,35	6,88	6,96	6,9	6,55
	s	0,44	0,45	0,47	0,45	0,45
	95% IS	(7,33;7,37)	(6,86;6,9)	(6,94;6,98)	(6,88;6,92)	(6,53;6,57)

Příloha C

Souhrnná data z Anovy 2

Tabulka č. (7) Souhrnná data z ANOVY 2 část a)

ZDO [mm]									CV [%]								
Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota	Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota
T [tex]	0,23777	0,23777408	1	0,4876208	48426,4929	4,084746	Významný	2,70E-63	T [tex]	14,31125	14,31125	1	3,7830213	325,263074	4,08474573	Významný	8,15E-21
Surovina	0,00046	0,00011387	4	0,010671	23,191446	2,605975	Významný	5,69E-10	Surovina	34,82211	8,705528	4	2,95E+00	197,857406	2,60597495	Významný	8,84E-26
Interakce	1,37E-05	3,43E-06	4	0,001852	0,69857434	2,605975	Nevýznamný	0,597483812	Interakce	0,94904	0,23726	4	4,87E-01	5,39239528	2,60597495	Významný	0,001436555
Rezidua	0,0002	4,91E-06	40	0,0022159					Rezidua	1,75996	0,043999	40	0,2097594				
Celkem	0,23844	0,00486612	49	0,0697576					Celkem	51,84236	1,05800739	49	1,0285949				
S ₁₂ [1/100km]									S ₃ [1/100km]								
Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota	Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota
T [tex]	9051620	9051619,6	1	3008,591	58,7876875	7,708647	Významný	0,001555486	T [tex]	188512,9	188512,9	1	434,18072	28,2304254	7,70864742	Významný	0,006033034
Surovina	3738641	934660,15	4	966,77823	6,07035108	6,388233	Nevýznamný	0,054353591	Surovina	100550,6	25137,65	4	158,54857	3,76444558	6,38823291	Nevýznamný	0,113666547
Interakce	593304	593304,45	1	784,78366	78,8236685	10,12796	Významný	0,003012994	Interakce	18805,56	18805,561	1	163,43378	7,13680002	10,1279645	Nevýznamný	0,075595094
Rezidua	22581	7526,98347	3	86,75819					Rezidua	7905,039	2635,01302	3	51,332378				
Celkem	1,3E+07	1489571,73	9	1220,4801					Celkem	315774,1	35086,0111	9	187,3126				
H [-]									Slabá místa -40% [km ⁻¹]								
Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota	Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota
T [tex]	24,458	24,458018	1	4,9455048	1027,64782	4,084746	Významný	3,79076E-30	T [tex]	80080,02	80080,02	1	282,98413	351,969146	4,08474573	Významný	1,98E-21
Surovina	3,70401	0,926003	4	0,9622905	38,9076891	2,605975	Významný	2,75815E-13	Surovina	27904,48	6976,12	4	83,52317	30,6615682	2,60597495	Významný	1,05E-11
Interakce	0,08129	0,020323	4	0,1425588	0,85390756	2,605975	Nevýznamný	0,499797935	Interakce	4279,28	1069,82	4	32,708103	4,70209212	2,60597495	Významný	0,003322333
Rezidua	0,952	0,0238	40	0,1542725					Rezidua	9100,8	227,52	40	15,083766				
Celkem	29,1953	0,5958229	49	0,7718957					Celkem	121364,6	2476,82816	49	49,767742				
Slabá místa -50% [km ⁻¹]									Silná místa +35% [km ⁻¹]								
Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota	Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota
T [tex]	23,12	23,12	1	4,8083261	12,2328042	4,084746	Významný	0,001165884	T [tex]	264119,1	264119,12	1	513,92521	177,551911	4,08474573	Významný	2,69E-16
Surovina	12,92	3,23	4	1,7972201	1,70899471	2,605975	Nevýznamný	0,167030483	Surovina	103633,4	25908,35	4	160,96071	17,4166756	2,60597495	Významný	2,38E-08
Interakce	15,48	3,87	4	1,9672316	2,04761905	2,605975	Nevýznamný	0,106010801	Interakce	47037,08	11759,27	4	108,44017	7,90507274	2,60597495	Významný	8,57E-05
Rezidua	75,6	1,89	40	1,3747727					Rezidua	59502,4	1487,56	40	38,568899				
Celkem	127,12	2,59428571	49	1,6106787					Celkem	474292	9679,42857	49	98,384087				

Tabulka č. (7) Souhrnná data z ANOVY 2 část b)

Silná místa +50% [km ⁻¹]									Nopky +140% [km ⁻¹]								
Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota	Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota
T [tex]	8817,92	8817,92	1	93,903781	204,782164	4,084746	Významný	2,52E-17	T [tex]	14341226	14341225,7	1	3786,9811	152,017722	4,08474573	Významný	3,32E-15
Surovina	4370,72	1092,68	4	33,055711	25,3757548	2,605975	Významný	1,63E-10	Surovina	5241858	1310464,6	4	1144,7553	13,8909914	2,60597495	Významný	3,44E-07
Interakce	1441,28	360,32	4	18,982097	8,3678588	2,605975	Významný	5,29E-05	Interakce	884603,1	221150,78	4	470,26671	2,34420952	2,60597495	Nevýznamný	0,071088775
Rezidua	1722,4	43,06	40	6,5620119					Rezidua	3773567	94339,17	40	307,14682				
Celkem	16352,3	333,720816	49	18,268027					Celkem	24241254	494719,469	49	703,36297				
Nopky +280% [km ⁻¹]									Nopky +200% [km ⁻¹]								
Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota	Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota
T [tex]	35324,8	35324,82	1	187,94898	1306,87458	4,084746	Významný	3,62E-32	T [tex]	699034,9	699034,88	1	836,08306	191,107488	4,08474573	Významný	7,98E-17
Surovina	16715,3	4178,83	4	64,643871	154,599704	2,605975	Významný	9,28E-24	Surovina	313164,1	78291,02	4	279,80533	21,4037963	2,60597495	Významný	1,68E-09
Interakce	5945,08	1486,27	4	38,552172	54,9859416	2,605975	Významný	9,93E-16	Interakce	75124,72	18781,18	4	137,04445	5,13454225	2,60597495	Významný	0,001958321
Rezidua	1081,2	27,03	40	5,1990384					Rezidua	146312,4	3657,81	40	60,479831				
Celkem	59066,4	1205,43714	49	34,719406					Celkem	1233636	25176,2465	49	158,67024				
P _{TR} [cN/tex]									P _{TJ} [cN/tex]								
Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota	Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota
T [tex]	1,936	1,936	1	1,3914022	656,271186	7,708647	Významný	1,38E-05	T [tex]	2,13444	2,13444	1	1,4609723	488,989691	7,70864742	Významný	2,48E-05
Surovina	2,2954	0,57385	4	0,7575289	194,525424	6,388233	Významný	7,82E-05	Surovina	2,9787	0,744675	4	0,8629455	170,601375	6,38823291	Významný	0,000101482
Interakce	0,00827	0,00827256	1	0,1086278	7,03561372	10,12796	Nevýznamný	0,076831155	Interakce	0,007777	0,00777683	1	0,1321363	2,4093849	10,1279645	Nevýznamný	0,218416674
Rezidua	0,00353	0,00117581	3	0,0342901					Rezidua	0,009683	0,00322772	3	0,0568131				
Celkem	4,2432	0,47146667	9	0,6866343					Celkem	5,1306	0,57006667	9	0,7550276				
ε _{TR} [%]									ε _{TJ} [%]								
Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota	Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantil	Závěr	p-hodnota
T [tex]	2,21841	2,21841	1	1,4894328	179,120711	7,708647	Významný	0,000180246	T [tex]	1,68921	1,68921	1	1,2996961	679,762576	7,70864742	Významný	1,29E-05
Surovina	0,53046	0,132615	4	0,3641634	10,7077109	6,388233	Významný	0,020640273	Surovina	0,59426	0,148565	4	0,3854413	59,7847083	6,38823291	Významný	0,000803051
Interakce	0,0167	0,0166998	1	0,2225758	1,52555061	10,12796	Nevýznamný	0,304693587	Interakce	0,000889	0,00088864	1	0,0996995	0,29453082	10,1279645	Nevýznamný	0,625054637
Rezidua	0,03284	0,01094673	3	0,1046266					Rezidua	0,009051	0,00301712	3	0,0549283				
Celkem	2,79841	0,31093444	9	0,557615					Celkem	2,29341	0,25482333	9	0,5048003				

Příloha D

Porovnání výsledků z protokolů USTER® STATISTICS 2018 o zhodnocení kvality přízí
(Nastavení pro všechny příze: Cotton, 100%, Carded, Rotor yarn, Package, Weaving)

USTER® STATISTICS 2018



Characteristic	Description	Value	Unit	USP™	Value	Unit	USP™	Value	Unit	USP™	Value	Unit	USP™	Value	Unit	USP™
Mass CS - USTER® TESTER																
CVm	Coefficient of variation of mass	12.96	[%]	11	13.07	[%]	14	13.4	[%]	23	13.72	[%]	33	14.93	[%]	73
Imperfection CS - USTER® TESTER																
Thin -40%	Thin places -40%	107.2	[/km]	23	97.6	[/km]	19	115	[/km]	27	130.8	[/km]	32	145.6	[/km]	37
Thin -50%	Thin places -50%	2.2	[/km]	7	1.4	[/km]	<5	2	[/km]	5	2.2	[/km]	7	1.8	[/km]	<5
Thick +35%	Thick places +35%	425.4	[/km]	33	331.6	[/km]	16	441.2	[/km]	37	475.2	[/km]	42	312.6	[/km]	13
Thick +50%	Thick places +50%	44.6	[/km]	48	36.4	[/km]	38	62	[/km]	66	63.6	[/km]	67	27.6	[/km]	23
Neps +200%	Neps +200%	325.2	[/km]	64	263.4	[/km]	55	473	[/km]	81	522.2	[/km]	84	236	[/km]	49
Neps +280%	Neps +280%	56	[/km]	78	49.6	[/km]	75	101.2	[/km]	>95	105.6	[/km]	>95	32.8	[/km]	59
Hairiness OH / HL - USTER® TESTER																
H	Hairiness	3.55	[]	<5	4.08	[]	18	4.12	[]	19	4.16	[]	21	4.22	[]	23
CVb H	Coefficient of variation of hairiness, between		[%]			[%]			[%]			[%]			[%]	
sH	Standard deviation of hairiness		[]			[]			[]			[]			[]	
S3u	Sum of Uster hairiness length classes longer than 3mm	143	[/100m]	<5	251	[/100m]	<5	274	[/100m]	<5	268	[/100m]	<5	339	[/100m]	<5
S1+2u	Sum of Uster hairiness length classes 1 and 2mm	2025	[/100m]	<5	2951	[/100m]	<5	2918	[/100m]	<5	2931	[/100m]	<5	2999	[/100m]	<5
Diameter OM - USTER® TESTER																
CV2D 0.3mm	Coefficient of variation of two dimensional diameter at a cut ...	13.53	[%]	38	13.99	[%]	49	14.75	[%]	69	14.8	[%]	69	14.53	[%]	63
Dust, trash OI - USTER® TESTER																
Dst Cnt	Dust count	961.4	[/km]	85	3121	[/km]	>95	2731	[/km]	>95	4321	[/km]	>95	4466	[/km]	>95
Tr Cnt	Trash count	6.6	[/km]	90	8.6	[/km]	>95	15.2	[/km]	>95	13.2	[/km]	>95	11.4	[/km]	>95
Strength, elongation 5 m/min - USTER® TENSORAPID																
FH	Breaking force		[cN]			[cN]			[cN]			[cN]			[cN]	
RH	Tenacity	12.48	[cN/tex]	46	11.49	[cN/tex]	69	11.4	[cN/tex]	71	11	[cN/tex]	81	11.23	[cN/tex]	75
CVt RH	Coefficient of variation of tenacity, total		[%]			[%]			[%]			[%]			[%]	
EH	Breaking elongation	7.11	[%]	21	6.73	[%]	33	6.72	[%]	34	6.62	[%]	37	6.53	[%]	41
CVt EH	Coefficient of variation of breaking elongation, total		[%]			[%]			[%]			[%]			[%]	
WH	Work to break		[cNcm]			[cNcm]			[cNcm]			[cNcm]			[cNcm]	
CVt WH	Coefficient of variation of work to break, total		[%]			[%]			[%]			[%]			[%]	
Strength, elongation 400 m/min - USTER® TENSOJET																
FH	Breaking force		[cN]			[cN]			[cN]			[cN]			[cN]	
RH	Tenacity	14.6	[cN/tex]	35	13.55	[cN/tex]	53	13.33	[cN/tex]	57	12.97	[cN/tex]	63	13.14	[cN/tex]	60
CVt RH	Coefficient of variation of tenacity, total		[%]			[%]			[%]			[%]			[%]	
EH	Breaking elongation	6.5	[%]	25	6.14	[%]	40	6.13	[%]	41	5.98	[%]	47	5.78	[%]	55

Typ přize: A 29,5 tex B 29,5 tex C 29,5 tex D 29,5 tex E 29,5 tex

Obr. (32) Porovnání výsledků z protokolů USTER® STATISTICS 2018 o zhodnocení kvality přzí 29,5 tex

USTER® STATISTICS 2018



Characteristic	Description	Value	Unit	USP™	Value	Unit	USP™	Value	Unit	USP™	Value	Unit	USP™	Value	Unit	USP™
Mass CS - USTER® TESTER																
CVm	Coefficient of variation of mass	11.46	[%]	<5	12	[%]	15	12.26	[%]	21	12.72	[%]	37	14.3	[%]	85
Imperfection CS - USTER® TESTER																
Thin -40%	Thin places -40%	10.8	[/km]	<5	22	[/km]	14	25	[/km]	18	38.4	[/km]	36	99.8	[/km]	77
Thin -50%	Thin places -50%	0	[/km]	<5	0	[/km]	<5	0	[/km]	<5	0.2	[/km]	<5	2.6	[/km]	63
Thick +35%	Thick places +35%	191.4	[/km]	19	210.8	[/km]	24	270.2	[/km]	40	317.4	[/km]	51	265.8	[/km]	39
Thick +50%	Thick places +50%	13.8	[/km]	31	16.4	[/km]	38	22.4	[/km]	51	30.4	[/km]	66	18.4	[/km]	43
Neps +200%	Neps +200%	61.8	[/km]	52	99.6	[/km]	70	160.8	[/km]	86	206.2	[/km]	>95	109	[/km]	73
Neps +280%	Neps +280%	8.6	[/km]	59	12	[/km]	71	23	[/km]	91	27.2	[/km]	>95	8.6	[/km]	59
Hairiness OH / HL - USTER® TESTER																
H	Hairiness	4.81	[]	<5	5.52	[]	19	5.57	[]	21	5.64	[]	22	5.57	[]	20
CVb H	Coefficient of variation of hairiness, between		[%]			[%]			[%]			[%]			[%]	
sH	Standard deviation of hairiness		[]			[]			[]			[]			[]	
S3u	Sum of Uster hairiness length classes longer than 3mm	262	[/100m]	<5	547	[/100m]	<5	549	[/100m]	<5	709	[/100m]	<5	581	[/100m]	<5
S1+2u	Sum of Uster hairiness length classes 1 and 2mm	2984	[/100m]	<5	4826	[/100m]	25	5034	[/100m]	30	5273	[/100m]	35	5221	[/100m]	34
Diameter OM - USTER® TESTER																
CV2D 0.3mm	Coefficient of variation of two dimensional diameter at a cut ...	11.59	[%]	23	12.62	[%]	48	13.14	[%]	61	13.43	[%]	69	13.56	[%]	71
Dust, trash OI - USTER® TESTER																
Dst Cnt	Dust count	1534	[/km]	51	5236	[/km]	>95	4356	[/km]	>95	7761	[/km]	>95	8478	[/km]	>95
Tr Cnt	Trash count	15.8	[/km]	79	21	[/km]	88	27.2	[/km]	>95	52.4	[/km]	>95	47.6	[/km]	>95
Strength, elongation 5 m/min - USTER® TENSORAPID																
FH	Breaking force		[cN]			[cN]			[cN]			[cN]			[cN]	
RH	Tenacity	13.27	[cN/tex]	43	12.34	[cN/tex]	62	12.27	[cN/tex]	64	12	[cN/tex]	71	12.12	[cN/tex]	68
CVt RH	Coefficient of variation of tenacity, total		[%]			[%]			[%]			[%]			[%]	
EH	Breaking elongation	8.08	[%]	17	7.59	[%]	31	7.87	[%]	22	7.62	[%]	30	7.26	[%]	43
CVt EH	Coefficient of variation of breaking elongation, total		[%]			[%]			[%]			[%]			[%]	
WH	Work to break		[cNcm]			[cNcm]			[cNcm]			[cNcm]			[cNcm]	
CVt WH	Coefficient of variation of work to break, total		[%]			[%]			[%]			[%]			[%]	
Strength, elongation 400 m/min - USTER® TENSOJET																
FH	Breaking force		[cN]			[cN]			[cN]			[cN]			[cN]	
RH	Tenacity	15.45	[cN/tex]	21	14.37	[cN/tex]	40	14.24	[cN/tex]	42	13.99	[cN/tex]	47	14.16	[cN/tex]	44
CVt RH	Coefficient of variation of tenacity, total		[%]			[%]			[%]			[%]			[%]	
EH	Breaking elongation	7.35	[%]	21	6.88	[%]	37	6.96	[%]	34	6.9	[%]	37	6.55	[%]	50

Typ příze: A 59 tex B 59 tex C 59 tex D 59 tex E 59 tex

Obr. (33) Porovnání výsledků z protokolů USTER® STATISTICS 2018 o zhodnocení kvality přízí 59 tex