

VLIV TYPU PERFOROVANÉHO ŘEMÍNKU NA KOMPAKTNÍM DOPŘÁDACÍM STROJI NA VLASTNOSTI KEVLAROVÝCH PŘÍZÍ

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 - Textil

Studijní obor: 3107R007 - Textilní marketing

Autor práce: **Štěpán Kvapil**

Vedoucí práce: Ing. Petra Jirásková



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Štěpán Kvapil**
Osobní číslo: **T11000658**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní marketing**
Název tématu: **Vliv typu perforovaného řemínku na kompaktním dopřádacím stroji na vlastnosti kevlarových přízí**
Zadávající katedra: **Katedra textilních technologií**

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

1. Proveďte rešerši stávajících poznatků o kompaktním předení a jeho vlivu na vlastnosti přízí, zaměřte se na provedení Suessen EliTe.
2. Seznamte se s technologií výroby kevlarových přízí v podniku Schoeller Křešice, zaměřte se na technologii dopřádání. Podle stávajících podmínek podniku naplánujte experimentální výhled přízí a vyberte vlastnosti, které budete sledovat.
3. Proveďte experimentální měření vybraných vlastností na souboru přízí z kevlarových vláken vypředěných na kompaktním dopřádacím stroji s různým typem perforovaného řemínku.
4. Naměřená data vyhodnoťte a statisticky zpracujte. Sledujte vliv typu perforovaného řemínku na vlastnosti vyrobených přízí.



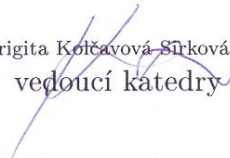
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **cca 30 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

- [1] Ursíny, P., Jirásková, P, Moučková, E.: **Analýza vlastností kompaktních přízí, rešeršní studie, TUL 2007.**
- [2] Čelik , P., Kadoglu, H.: **A Research on the Compact Spinning for Long Staple Yarns, Fibres & Textiles in Eastern Europe, October / December 2004, Vol. 12, No. 4 (48).**
- [3] **Spinnnovation, No.19, 10/2003.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petra Jirásková**
Katedra textilních technologií
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Eva Moučková, Ph.D.**
Katedra textilních technologií
Ostatní konzultanti: **prof. Ing. Petr Ursíny, DrSc.**
Katedra textilních technologií
Datum zadání bakalářské práce: **16. září 2013**
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2014**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




Ing. Brigita Kolčarová-Sírková,
vedoucí katedry

V Liberci dne 24. září 2013

Technická univerzita v Liberci
Fakulta textilní
Katedra textilních technologií
Studentská 2
461 17 Liberec

Štěpán Kvapil

Letná 431 Liberec 12
460 01

ŽÁDOST

Žádám o prodloužení termínu odevzdání bakalářské práce do 14.5.2015. Původní termín odevzdání bakalářské práce 19.5.2014.

Důvod prodloužení: Nesplnění předmětu „Struktura a vlastnosti textilií“ v řádném termínu.

Název bakalářské práce: Vliv typu perforovaného řemínku na kompaktním doprřadacím stroji na vlastnosti kevlarových přízí

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Jirásková

V Liberci dne 12.5.2014

Vyjádření vedoucího práce:

POUHLAČEK Jirg

Vyjádření vedoucí katedry:

POUHLAČEK



Prohlášení

Byl jsem seznámen 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 vědom 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 vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

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

Datum:

Podpis:

Poděkování

Tímto bych chtěl velice poděkovat Ing. Petře Jiráskové za čas, cenné rady, připomínky a odborné vedení mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Evě Moučkové, Ph.D. za poskytnuté rady a všem pracovníkům laboratoří na Katedře textilních technologií za jejich ochotu. Také děkuji firmě Schoeller Křešice s. r. o., za poskytnutí kevlarových přízí pro experimentální část mé bakalářské práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za podporu v celé délce studia.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá porovnáním vlastností kevlarových přízí vypředených na kompaktním dopřádacím stroji. Cílem bylo zjistit jaký je vliv typu perforovaného řemínku ve zhušťovací zóně kompaktního dopřádacího stroje na vlastnosti vypředených přízí.

V rešeršní části práce byl popsán technologický postup výroby kevlarové příze. Dále byly definovány testované vlastnosti a způsob jejich měření. V rámci experimentu byly sledovány tyto vlastnosti: průměr příze, chlupatost, nestejnomyšnost, vady, pevnost a tažnost. Vlastnosti byly naměřeny na aparaturách Zweigle, Uster Tester a trhacím přístroji.

V experimentální části práce jsou uvedeny statisticky zpracované výsledky měření vybraných vlastností. Hodnoceny byly vlastnosti přízí vypředených s použitím různých typů řemínků ve zhušťovací zóně kompaktního dopřádacího stroje.

Annotation

The bachelor thesis compares the properties of kevlar yarns spun on compact spinning machine. The goal is to find out what the effect on the properties of a perforated lattice apron of spun yarns.

The research describes the technological process of kevlar yarn. Furthermore, test features are defined and their method of measurement. In the experiment, we monitored the following characteristics: diameter yarn, hairiness, unevenness, defects, strength and ductility. The properties were measured on experimental apparatuses Zweigle, Uster Tester and the tear device.

In the experimental part of the work, statistical measurements of selected characteristics, compared the results of perforated lattice apron and evaluated their effect on the properties of yarn.

Klíčová slova

příze	yarn
kompaktní příze	compact yarn
chlupatost	hairiness
jemnost	fineness
pevnost	strength
tažnost	breaking elongation
hmotná nestejnoměrnost	mass unevenness
průměr příze	yarn diameter
zákrutový trojúhelník	twist triangle
silná a slabá místa	thick and thin places
nopky	neps
mřížkově tkaný řemínek	lattice apron

Seznam použitých symbolů a zkratk

Symbol	Význam
am	Phrixův zákrutový koeficient [$ktex^{2/3} \cdot m^{-1}$]
CV	Kvadratická hmotná nestejnomyěrnost [%]
CV_{lim}	Limitní kvadratická hmotná nestejnomyěrnost [%]
F	Absolutní pevnost v tahu [N]
H	Index chlupatosti [–]
l	Délka příze [$km; m; yds$]
L_o	Délka vzorku příze v okamžiku upnutí mezi čelisti [mm]
L_p	Délka vzorku příze v okamžiku přetrhu [mm]
m	Hmotnost příze [$lb; g$]
n	Počet vláken v průřezu příze
N	Počet měření
$Neps + 200\%$	Počet nopků na kontrolní hranici +200% [$1/km$]
Nm	Číslo metrické
R	Poměrná pevnost v tahu [cN/tex]
s_x^2	Rozptyl [<i>dle počítaných dat</i>]
s_x	Směrodatná odchylka [<i>dle počítaných dat</i>]
sH	Směrodatná odchylka chlupatosti [–]

S_3	Chlupatost (kategorie 3. až 15.) dle Zweigle [Počet odstávajících vláken / 100m]
S_{12}	Hustá chlupatost (kategorie 1. až 2.) dle Zweigle [Počet odstávajících vláken / 100m]
T	Jemnost příze [<i>tex</i>]
$T_{(N-1)}$	Kvantil Studentova rozdělení
$Thin -50\%$	Počet slabých míst na kontrolní hranici -50% [$1/km$]
$Thin +50\%$	Počet silných míst na kontrolní hranici +50% [$1/km$]
U	Lineární nestejnomyěrnost [%]
v	Variační koeficient [%]
$v_3; v_4$	Počet stupňů volnosti Poissonova rozdělení
x_i	Jednotlivé naměřené hodnoty
\tilde{x}	Aritmetický průměr [<i>dle počítaných dat</i>]
Z	Zákrut [$1/m$]
α	Koechlinův zákrutový koeficient [$ktex^{\frac{1}{2}}.m^{-1}$]
ε	Tažnost [%]
$X_{\alpha/2}^2(v_3); X_{1-\alpha/2}^2(v_4)$	Příslušné kvantily X^2 rozdělení o v stupních volnosti
95% IS	95% interval spolehlivosti [<i>dle počítaných dat</i>]

OBSAH

Úvod.....	12
REŠERŠNÍ ČÁST.....	13
1. Vlákna.....	13
1.1. Kevlar.....	13
2. Technologický postup výroby.....	15
2.1 Výroba kevlarové příze.....	15
2.1.1 Trhání nebo řezání kabele na konvertorech	16
2.1.2 Družení a protahování.....	16
2.1.3 Předpřádání.....	17
2.1.4 Dopřádání.....	17
2.1.5 Kompaktní dopřádání.....	19
3. Předchozí výzkumy.....	22
4. Vlastnosti přízí.....	23
4.1. Jemnost	23
4.2. Zákrut	24
4.3. Chlupatost	25
4.4. Průměr příze.....	27
4.5. Pevnost.....	27
4.6. Tažnost	28
4.7. Hmotná nestejnomyěrnost.....	29
5. Statistické zpracování naměřených dat	31
6. Chlupatost.....	38
7. Pevnost.....	47
8. Tažnost	50
9. Hmotná nestejnomyěrnost.....	53
10. Počet vad	56
11. Průměr	62
12. Souhrn vlastností	64
Závěr	67
Literatura	70
Seznam obrázku.....	73
Seznam tabulek.....	74

Úvod

Uplatnění kevlarových přízí se v textilním průmyslu stále zvyšuje. Zejména pro jeho vysokou pevnost je důležitým materiálem v leteckém průmyslu. Používá se na tvorbu neprůstřelných vest a na ochranné oděvy. Hlavní použití kevlarových přízí je v oblastech proti průřezu, nebo přetržení odolného vybavení hasičů, armády a policie. Kevlarové příze se testují, aby se zjistilo, jaké vlastnosti přízí jsou pro danou výrobu nejvhodnější, dle požadavků kladených na výsledné výrobky.

Cílem této práce je porovnání vlastností kevlarových přízí vyrobených na kompaktním dopřádacím stroji s různým typem perforovaného řemínku. Účelem výroby kompaktní příze je dosáhnout u výsledné příze především snížení chlupatosti, a zvýšení pevnosti. Dále zvýšení tažnosti. Chlupatost výrazným způsobem ovlivňuje jak zpracovatelské vlastnosti příze, tak i užité vlastnosti koncového produktu (omak, zaplnění, vzhled, nopky atd.).

V rešeršní části je popsán technologický postup výroby kevlarové příze. Následuje popis sledovaných vlastností: chlupatost, průměr příze, pevnost, tažnost, hmotná nestejnost, vady příze a způsob jejich měření.

V experimentální části jsou uvedeny výsledky měření sledovaných vlastností s následným popisem a závěrem. Testované příze použité pro experimentální část byly připravené ve firmě Schoeller Křešice s. r. o. Byly hodnoceny příze ve třech jemnostech se třemi druhy perforovaného řemínku vyrobené na kompaktním dopřádacím stroji. Naměřené hodnoty testovaných přízí byly statisticky vyhodnoceny.

Jednotlivé vlastnosti byly měřeny na aparaturách Zweigle, Uster Tester a trhacím přístroji Instron.

REŠERŠNÍ ČÁST

1. Vlákna

Tato bakalářská práce se zabývá porovnáním kevlarových přízí vypředených na kompaktním dopřádacím stroji pomocí různého typu perforovaného řemínku.

1.1. Kevlar

Kevlar je obchodní značka pro para-aramidové vlákno. Kevlar je vlákno chemického typu. Hlavní surovina pro výrobu kevlarového vlákna je ropa, ze které se vytvářejí základní látky k výrobě. Polymer sestávající z Iontové složky ($CaCl_2$), která se váže na vodíkové můstky a z organického rozpouštědla (N-metylpyrolidon). Roztok ze sloučeniny se zvláknuje přes trysku, vlákna pak ztuhnou při průchodu spřádací lázni, suší se a dluží při teplotě 300-400°C.

Vlastnosti:

- Relativní hustota 1,44 g/cm³
- Pevnost v tahu vláken: 20-21 cN/dtex
- Modul pevnosti 3,6-4,1 GPa – 5x vyšší než ocel
- Tažnost 2,8-4,0 %
- Při 160°C se snižuje pevnost o 10%
- Při 450°C se kevlar sublimuje
- Absorbace rázové energie
- Značná odolnost vůči chemikáliím

Nevýhody:

- Špatně využitelný ve vlhkém prostředí a ve stlačované formě
- Citlivý na UV záření
- Malá odolnost proti ultrafialovému záření

- Malá odolnost proti vlhku
- Špatná barvitelnost
- Velmi tuhý

Kevlar je vhodný na použití tam, kde je třeba vysoké pevnosti a výjimečné tepelné odolnosti.

Použití:

- Šicí nitě
- Filtrace horkých plynů
- Šňůry a lana používaná zejména při vysokých teplotách.
- Neprůstřelné vesty
- Optické kabely
- Části letadel, brzd a podvozků [1]

2. Technologický postup výroby

Postup, při němž se vytvoří příze z předkládaných kabelů. Chemická vlákna jsou dodávána ve formě kabelů a dále zpracována na přízi.

Kabel: délková textilie z nekonečných vláken, zpravidla celkové jemnosti více než 10 ktex, určená zejména pro zpracování na konvertoru nebo k řezání na spřadatelná vlákna. [2]

Příze: délková textilie složená ze spřadatelných vláken, zpevněná zákrutem nebo pojením tak, že při přetrhu příze dochází i k přetrhu jednotlivých vláken. [2]

Stapl: průměrná délka všech vláken z jednoho vzorku textilních surovin. [3]

2.1 Výroba kevlarové příze

Níže je uveden postup výroby 100% kevlarové kompaktní příze.

- Trhání nebo řezání kabele na konvertorech
- Družení a protahování
- Předpřádání
- Dopřádání

Předení chemických vláken je kratší než předení přírodních vláken, protože odpadají různé přípravné práce (rozvolňování, čištění, čechrání). Celá technologie začíná zpracováním kabelů na konvertorech. Výstupem je pramen, který je na výstupu svinován do konve. [4]

2.1.1. *Trhání nebo řezání kabele na konvertorech*

Konvertor je stroj na přeměnu textilních filamentů na staplová vlákna. Stroji se předkládá materiál ve formě kabelu, ze kterého se získávají vlákna v předem stanovených délkách, paralelně uložená do tvaru pramene

Druhy konvertoru:

- A) *Řezací konvertor* – kabely s filamenty prochází přes podávací válec k řezacímu ústrojí, kde jsou vlákna kabelů řezány válcem se šroubovicovým nožem. Dochází k drcení vláken mezi řezacím a hladkým válcem. Ke konečnému rozdělení vláken dochází v ústrojí pro rozdělení řezaných vláken. Kabel rozřezaných vláken se pak zjemňuje v průtahovém ústrojí a zhušťuje do pramene, který se ukládá do konví. Při drcení se konce vláken natavují a slepují, tudíž je vždy nutné přečesávání vyrobených pramenů.
- B) *Trhací konvertor* – používán firmou Schoeller Křešice. Je častěji používaný než řezací konvertor, díky vyšší kvalitě výsledného pramene. Vlákna v kabelu jsou postupně napínány až do přetrhu. Průchod kabelů mezi páry válců – rozdíl v obvodových rychlostech válců (v %) je větší, než je míra tažnosti trhaných vláken. K přetrhu dochází v nejslabším místě vláken v úseku mezi svěry válců. Často se používá několik párů válců za sebou, čímž nedochází k přetrhu vláken najednou a vlákna tak nejsou extrémně namáhána. Jedná se tedy o napínání až do přetrhu. Z konvertoru vychází konvertorový pramen. [4]

2.1.2 *Družení a protahování*

Účel protahování:

Účelem protahování je napřímít a urovnat vlákna do rovnoběžné polohy. Zjemnit a ztenčit předlohu a současným družením zlepšit stejnoměrnost. Dále se při

protahování vlivem druzení mísí materiál a v případě potřeby se vytvoří směs. Posledním účelem je vytvořit vhodnou předlohu pro další stroj (pramen).

Hřebenová průtahová ústrojí se rozdělují na jedno hřebenové (Gillbox) nebo dvou hřebenové (Intersekting). Pro vlákna chemického typu se na posukovacích strojích používá dvouhřebenové průtahové ústrojí. [5]

Typy konstrukcí protahovacího ústrojí:

- Hřebeny vedeny vodícími lištami
- Hřebenové PÚ s rotujícími kotouči
- Hřebeny spojeny nekonečným řetězem

2.1.3 Předpřádání

Účelem předpřádání je vyrobit přást a vytvořit vhodnou předlohu pro dopřádací stroj. Během předpřádání dochází ke třem procesům: Zjemnit pramen průtahem, zpevnit stužku vláken zákrutem a navinout přást na přástovou cívku.

Firma Schoeller Křešice používá zkrácený francouzský předpřádací sortiment, který má tři pasáže protahování. Poslední pasáží je finizér.

Vstupem do finizéru je pramen a výstupem je přást s nepravým zákrutem. Finizér zjemňuje prameny až na jemnost přástu, přást pak zpevňuje nepravým zákrutem, tudíž dojde k větší soudržnosti vláken v přástu. Nepravý zákrut se do přástu vkládá pomocí zaoblovacích pásů. Ten zvýší tření mezi vlákny, tím přást získá pevnost nutnou pro další zpracování a přást se zpevní. Průtah je větší než druzení. [6]

2.1.4 Dopřádání

Cílem dopřádání je vyrobit přízi. Firma Scholler Křešice vyrábí kevlarové příze na kompaktním dopřádacím stroji. Kompaktní dopřádací stroj má všechny části stroje beze změny oproti klasickému prstencovému dopřádání až na průtahové ústrojí, kde

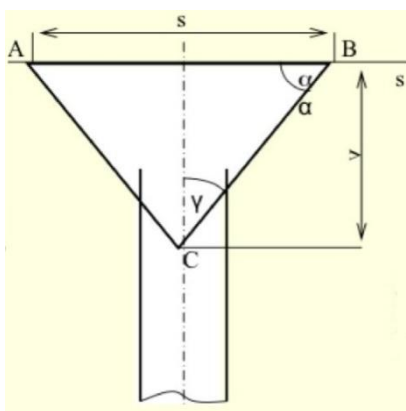
je přidána kompresní zóna. Procesy při dopřádání: zjemnit předlohu (přást), zpevnit vlákennou stužku trvalým zákrutem, vyrobít přízi a tu navinout na přízové těleso. Prstencový dopřádací stroj je tvořen průtahovým ústrojím, zakrucovacím ústrojím a navíjecím ústrojím.

Za průtahovým ústrojím se do protažené stužky vkládá pravý – trvalý zákrut, čímž se vytvoří příze.

Zákrutový trojúhelník

Zákrutový trojúhelník se tvoří v místě, kde vlákenná stužka vychází z průtahového ústrojí a končí v místě tvorby příze. Jedná se o trojúhelník ABC na obr. 1, kde s označuje svěrnou linii odváděcích válců průtahového ústrojí. Bod C označuje tvorbu příze. Šířka AB závisí na jemnosti příze, přítlaku a povlaku válců.

Výška v závisí na zákrutu příze a úhlu opásání spodního válečku stužkou. Vlákna, která jsou uložena ve vlákenné stužce na okraji, jsou namáhána nejvíce, tudíž jsou vlákna napínána nerovnoměrně – osová méně, krajová více.



Obr. 1 Zákrutový trojúhelník [7]

Nerovnoměrné namáhání způsobuje vyšší chlupatost, nižší pevnost a nižší tažnost.

Kvůli nižší pevnosti a nižší tažnosti příze dochází k častějšímu přetrhu vláken v dalších procesech zpracování. Aby se částečně eliminoval zákrutový trojúhelník a zlepšily se výsledné vlastnosti, používá se místo klasického prstencového dopřádacího stroje kompaktní dopřádací stroj. [7]

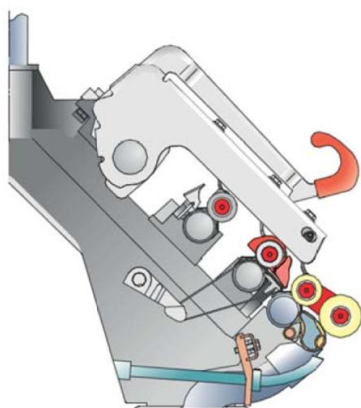
2.1.5. Kompaktní dopřádání

Změna oproti prstencovému dopřádání je v průtahovém ústrojí, kde je vložena kompresní neboli zhušťovací zóna. Kompresní zónu tvoří perforovaný řemínek, mřížkově tkaný řemínek a perforovaný válec. Díky kompresní zóně se vlákenná stužka zúží, a tím dochází k rovnoměrnějšímu napínání vláken. Vlákná jsou tak lépe přichycena k tělu příze a většinou své délky zapojena do její struktury, tím dochází ke snížení chlupatosti, zlepšení nestejnomyěrnosti příze a zvýšení pevnosti a tažnosti.

Provedení úprav průtahového ústrojí kompaktních dopřádacích strojů:

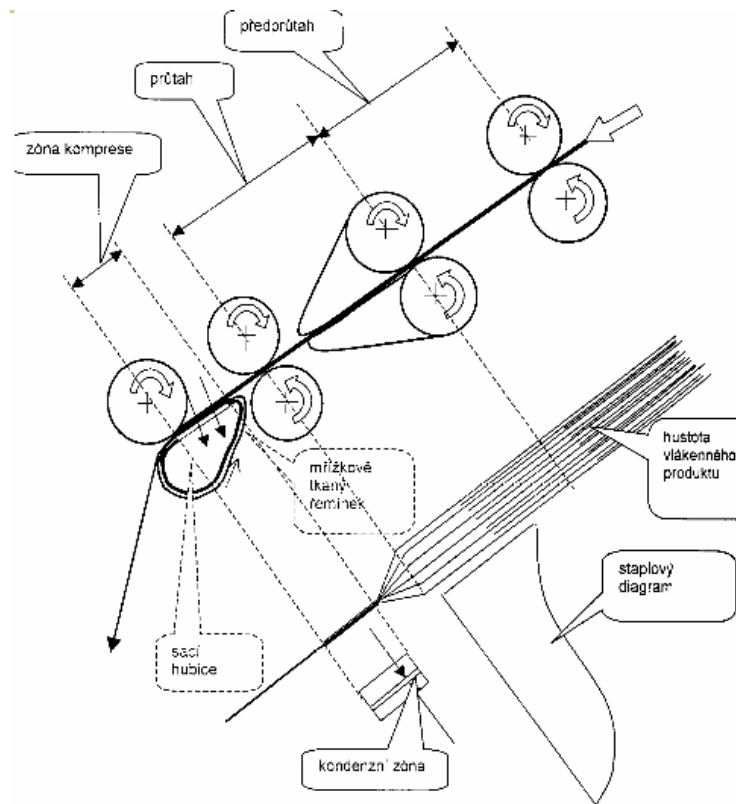
- a) *S perforovaným řemínkem* (firma Zinser),
- b) *S perforovaným válcem* (firma Rieter, Marzoli)
- c) *S mřížově tkaným řemínkem* (firma Suessen)
- d) *Mechanicko – magnetický způsob bez pneumatického nasávání vzduchu*
(firma ROTORCRAFT) [8]

Společnost Schoeller Křešice využívá k předení kompaktních přízí kompaktní dopřádací stroj od firmy Suessen EliTe s mřížkově tkaným řemínkem. Obrázek tohoto průtahového ústrojí je uveden na obr. 2.



Obr. 2 Průtahové ústrojí kompaktního dopřádacího stroje Suessen EliTe [9]

Suessen EliTe



Obr. 3 Schéma kompakčního dopřádacího stroje Suessen EliTe [8]

System Suessen Elite se skládá z válečků průtahového ústrojí, za které je přidána kompresní zóna v podobě horního kontaktního válce, sací hubice a mřížkově tkaného řemínku. Mřížkově tkaný řemínek je nasunut přes sací trubici, která má nakloněnou rovinu. Profil trubky je stacionární.



Obr. 4 Sací hubice kompakčního dopřádacího stroje Suessen EliTe [10]

Šikmá drážka v profilu trubky je znázorněna na obrázku 4. Šikmá drážka pomáhá při zařazení vnějších vláken do příze kvůli sací síle. Vzduch je nasáván přes odsávací štěrby, což napomáhá vláknům obtáčet se kolem osy příze, což

má za následek lepší orientaci vláken a v důsledku toho je většina vláken narovnaná a zhutněná, a to vede ke snížení chlupatosti, větší pevnosti a tažnosti.

Mřížkově tkaný řemínek je nezbytnou součástí Suessen EliTe. Jsou tři typy řemínků: řemínek s kovovým vláknem, plastový tužší řemínek a jemný plastový řemínek. Řemínek má malé otvory, které napomáhají přidržovat vlákna v linii tvorby příze. Otvory jsou tak malé, aby jimi neprošlo vlákno. Nejjemnější mřížku tkaniny má jemný plastový řemínek - kolem 3000 otvorů/cm².

Výhody Suessen Elite

- vyšší pracovní kapacita o 30% (max)
- vyšší pevnost příze o 20% (max)
- vyšší protažení příze o 20%
- nižší chlupatost o 85% (max) [10]

3. Předchozí výzkumy

Problematikou práce ohledně porovnání typu perforovaných řemínku na kompaktním dopřádacím stroji se doposud nikdo nezabýval, nebo práce nebyla publikována. Na porovnání klasických a kompaktních dopřádacích strojů byly publikovány práce autorů [27], [28].

Ve výzkumné práci [27], která se zabývá porovnáním dopřádacích strojů, se uvádí, že zákrutový trojúhelník je nejproblematičtější místo při výrobě přízí na prstencovém dopřádacím stroji. Zejména z tohoto důvodu bylo vyvinuto kompaktní předení, kde se zlepšila kvalita vypředené příze díky eliminaci zákrutového trojúhelníku. Příze vypředená na kompaktním dopřádacím stroji dosahuje vyšší pevnosti a tažnosti, nižší chlupatosti, je více stejnoměrná. Také dosahuje nižšího počtu slabých míst, silných míst a počtu nopků.

V literatuře [28] se zabývají porovnáním vlastností vypředených přízí na kompaktním dopřádacím stroji a klasickém dopřádacím stroji. Příze vypředené na kompaktním dopřádacím stroji dosahují nižší chlupatosti až o 60%, vyšší pevnosti a tažnosti o 8-15% než příze vypředené na klasickém dopřádacím stroji. Zároveň jsou hladší a lesklejší. Naopak negativní vlastností kompaktní přízí je nižší navlhavost, tvrdší omak a nižší termoizolační vlastnosti.

4. Vlastnosti přízí

V této kapitole jsou zahrnuty vlastnosti, kterými se tato bakalářská práce bude dále zabývat.

4.1. Jemnost

Jemnost neboli délková hmotnost, vyjadřuje vztah mezi hmotností a délkou. Dá se vyjádřit dvěma způsoby:

- a) Hmotnostní – Vyjadřuje se v soustavě tex
- Soustava tex – základní jednotka je [tex]

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

(1)

Kde:

T – jemnost příze [tex]

m – hmotnost příze [g]

l – délka příze [km]

Jemnost se může udávat i méně používanými jednotkami:

- Titr denier Td kde $Td = 9 * T$ [den]
- (2)
- Vyjadřuje, kolik gramu váží 9 km příze
 - Td se používá především pro označení jemnosti u chemického hedvábí

- b) Délkové – tento způsob se používají dva způsoby vyjádření:

- Číslo metrické - vyjadřuje 1g délkové textilie

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

(3)

Kde:

N_m – číslo metrické

l – délka příze [m]

m – hmotnost příze [g]

- Číslo anglické - vyjadřuje kolik přaden o určité délce (yd) připadne na 1 lb materiálu. Je stanoveno pro každý materiál zvlášť. Používá se pouze pro bavlnu, vlnu a len. [11]

4.2. Zákrut

Zákrut je parametr příze. Zákrutem se rozumí zakroucení vláken ve tvaru šroubovice kolem osy nitě. Příze se zakrucuje, kvůli dosažení pevnosti. Zákrut vyjadřuje počet otáček, ke kterým dojde při zakrucování. Je vyjádřen počtem otáček na 1 metr [m^{-1}]. Následkem zakrucování dochází ke zkracování původní délky o absolutní rozdíl Δl . Při zakrucování je to úbytek délky, při rozkrucování její přírůstek. Podle směru uložení vláken do vzestupné šroubovice se rozeznává pravý (**Z**) a levý (**S**) zákrut. Zákrut se také rozděluje, zda je trvalý (pravý) či nepravý. Zákruty se vyjadřují pomocí parametrů stroje, nebo zákrutových koeficientů.

Zákrut podle Kőechlina

$$z = \frac{\alpha * 31,623}{\sqrt{T}}$$

(4)

Kde:

z – počet zákrutů [m^{-1}]

α – Kőechlinův zákrutový koeficient [$ktex^{1/2}/m$]

T – jemnost příze [tex] [11]

Zákrut podle Phrixe

$$z = a_m \frac{100}{\sqrt[3]{T^2}}$$

(5)

Kde:

z – počet zákrutů [m^{-1}]

a_m – Phrixův zákrutový koeficient [$ktex^{2/3}/m$]

T – jemnost příze [tex] [11]

4.3. Chlupatost

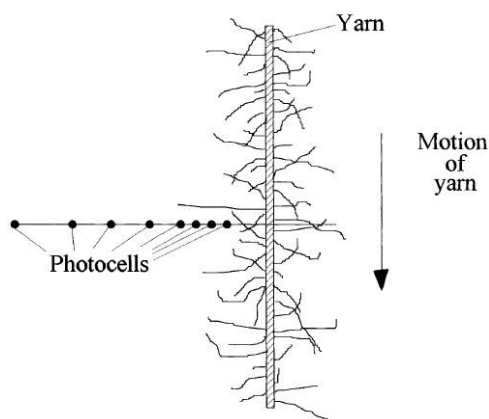
Příze vyrobené ze staplových materiálů jsou charakteristické chlupatostí. Chlupatost je charakterizována, jako množství vystupujících nebo volně pohyblivých konců vláken nebo vlákných smyček [50]. Chlupatost je velice důležitá vlastnost příze, ovlivňuje zpracovatelské vlastnosti příze i výsledného produktu. Chlupatost můžeme posuzovat z hlediska počtu odstávajících vláken jejich délky a plochy. Chlupatost je negativní vlastnost z hlediska zpracovatelnosti příze. Odstávající vlákna se během procesů zachytávají do stroje, čímž se stroj znečistí a dojde ke snížení jeho výkonu. Rozlišujeme dva typy chlupatosti:

- Hustá chlupatost: Je těsně přiléhající k vnitřní části příze, ovlivňuje přízi kladně ve užitných vlastnostech například má lepší tepelně-izolační vlastnosti.
- Řídká chlupatost: Jsou dlouhé konce vláken, ovlivňuje přízi negativně ve zpracovatelských i užitných vlastnostech. [12]

Metody měření chlupatosti

- *Přístroj Zweigle*

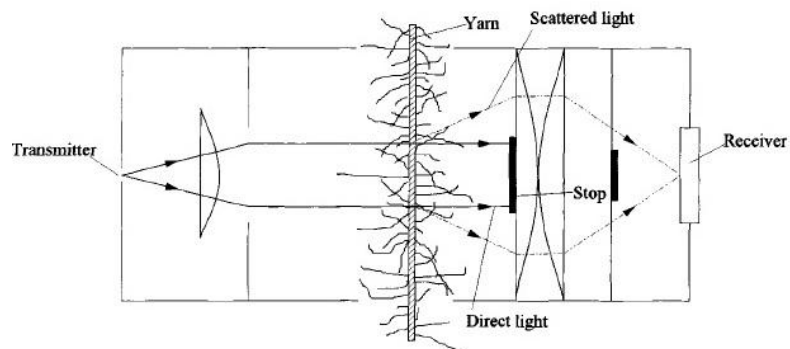
Přístroj slouží pro optické měření chlupatosti předkládaného vzorku příze. Měřicím přístrojem prochází příze, která svým průchodem přerušuje tok světla a vyvolá tak proměnnou odezvu na sérii fototranzistorů. To umožňuje určit počet odstávajících vláken a rozdělit je podle délek do 9 kategorií. 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm a 15 mm. Obvykle se vyhodnocuje chlupatost v délkové kategorii S_{12} , což je součet odstávajících vláken v kategorii 1 mm a 2 mm (krátká odstávající vlákna). A v kategorii S3, která je součtem všech kategorií 3 mm až 15 mm (dlouhá odstávající vlákna). Jako hodnotu chlupatosti považujeme třídu S3, která vyjadřuje počet odstávajících vláken na délku 100m.



Obr. 5 Měření chlupatosti na přístroji Zweigle [13]

- *Přístroj Uster Tester*

Metoda, která se zakládá na fotometrickém principu. Měření spočívá s prosvětlení příze monochromatickým infračerveným zářením, aby se eliminoval vliv barvy. Zdroj světla produkuje záření, jehož proud je rozptýlen odstávajícími vlákny na příze a následně zachytáván senzory. Výsledkem je index chlupatosti H , který vyjadřuje souhrnnou délku všech odstávajících vláken v cm, která je vztažena na délku 1 cm příze. Variabilita chlupatosti je vyjádřena pomocí směrodatné odchylky sh .



Obr. 6 Měření chlupatosti na přístroji Uster Tester [13]

4.4. Průměr příze

Určuje šířku příze v příčném řezu v *mm*. Průměr příze se měří i s dalšími vlastnostmi pomocí kamery na přístroji Uster Tester. Jedná se o senzorovou technologii. V přístroji se nachází infračervený vysílač optického senzoru, který vytváří souběžný světelný paprsek. Pak je sejmout obraz optickým přijímačem a zároveň je pomocí signálu vytvářen průměr těla příze. Senzory jsou v úhlu 0° a 90° a dodávají informace o průměrném 2D průměru a tvaru příze. Průměr příze se vyhodnocuje po celé délce měřeného vzorku. [14]

4.5. Pevnost

Pevnost patří mezi základní popisné charakteristiky, jež jsou zjišťovány namáháním v tahu upnutím definovaného úseku nitě. Pevnost v tahu je odpor příze proti působení vnějších sil. Pevnost je měřena na trhacím přístroji, stejně jako tažnost.

Postup měření:

Příze o upínací délce $l_0 = 0,5\text{m}$ je upnuta do svorek (čelistí) trhacího přístroje s předpětím. Trhací rychlost je volena tak, aby doba přetrhu $t_p = 20\text{s}$. Po přetržení je zaznamenána absolutní pevnost v tahu.

Poměrná pevnost - Poměrná pevnost se používá proto, že absolutní pevnost příze je ovlivněna její jemností. Aby bylo možno porovnávat příze různých délkových hmotností, zavádí se takzvaná poměrná/relativní pevnost, jež je dána vztahem:

$$R = \frac{F}{T}$$

(6)

kde:

R – poměrná pevnost v tahu [N/tex]

F – absolutní pevnost [N]

T – jemnost příze [tex] [15]

Zkouška pevnosti se provádí podle normy ČSN EN ISO 2062. [16]

4.6. Tažnost

Jedná se o celkové poměrné prodloužení při přetrhu. Protážení se měří společně s pevností na trhacím přístroji. Při zkoušce pevnosti dochází k deformování a protažení vzorku. Tažnost příze se vypočítá z protažení příze dle vztahu (7).

$$\varepsilon = \frac{L_p - L_o}{L_o} * 100$$

(7)

Kde:

ε – tažnost při přetrhu [%]

L_p - délka vzorku příze v okamžiku přetrhu [mm]

L_o - délka vzorku příze v okamžiku upnutí mezi čelistmi [mm] [15]

Zkouška tažnosti se provádí podle normy ČSN EN ISO 2062. [16]

4.7. Hmotná nestejnomyěrnost

Hmotná nestejnomyěrnost je kolísání hmoty vláken v průřezu nebo určitých délkových úsecích délkového vláknenného útvaru. Délkový textilní útvar složený ze staplových přízí může být pramen, přást, česanec a příze. Délkový textilní útvar nemá ve svém průřezu stejný počet vláken. Nerovnomyěrné rozložení vláken v přízi je způsobeno charakterem vláken, kdy nejsou všechna vlákna naprosto totožná a také díky nedokonalosti výrobního procesu příze. Hmotná nestejnomyěrnost příze je negativní vlastnost, která ovlivňuje variabilitu dalších vlastností jako je průměr příze, pevnost, zákrut a další. Snahou je mít co nejmenší hmotnou nestejnomyěrnost příze, proto se sleduje už během výrobního procesu. Obvykle se vyhodnocuje lineární a kvadratická hmotná nestejnomyěrnost. Lineární hmotná nestejnomyěrnost vyjadřuje střední lineární odchylku od střední hodnoty hmotnosti délkového úseku vláknenného útvaru. Kvadratická hmotná nestejnomyěrnost je variační koeficient hmotnosti délkových úseků vláknenného útvaru. Příkladem ovlivněných parametrů je variabilita pevnosti a tažnosti, která kolísá v místech nestejnomyěrnosti příze. [17]

Vady příze:

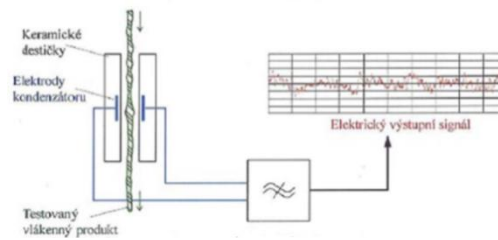
Slabé, silné místo – místo kde dojde k nahromadění nebo naopak úbytku materiálu, a tím ke změně příčného průřezu vláknenného útvaru. U slabého místa dochází k zeslabení příčného průřezu vláknenného útvaru o určitou míru maximálně 60% úbytku. U silného místa dochází k zesílení příčného průřezu vláknenného útvaru o určitou míru. Maximálně se jedná o 100% přírůstku.

Nopky – jedná se o místo, kde dojde k přírůstku příčného řezu vláknenného útvaru o více než 140% na délce 1- 4 mm příze. [18]

Metody měření hmotné nestejnomyěrnosti:

- Diskrétní – Stanovení hmotné nestejnomyěrnosti délkových textilií spočívá v tom, že se délková textilie rozdělí na stejně dlouhé úseky, které se zvaží a stanoví se průměrná hodnota, rozptyl, směrodatná odchylka a variační koeficient.
- Kontinuální – Princip je založen na nepřímém měření kolísání hmoty délkové textilie, která prochází mezi deskami kondenzátoru (viz obr. 7). Kapacita kondenzátoru se mění se změnou hmoty vláknenného materiálu. Kapacita

kondenzátoru je převedena na změnu proudu, jež je úměrná změně hmoty vlákenného materiálu.



Obr. 7 Princip měření na přístroji Uster Tester [18]

Výstupem z přístroje je:

- Údaj o lineární a kvadratické nestejnóměrnosti U[%], CV [%]
- Grafický údaj o kolísání relativní hmotnosti
- Údaj o počtu silných, slabých míst a počtu nopků
- Spektrogram – graf zachycující statistické rozdělení spektra vlnových délek
- Délková variační křivka
- Hodnota DR, DR křivky

5. Statistické zpracování naměřených dat

Aritmetický průměr:

- Součet všech hodnot vydělených jejich počtem. Všechny hodnoty ve výpočtu mají stejnou důležitost

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

(8)

Kde:

\bar{x} – aritmetický průměr

n – počet měření

x_i – jednotlivé naměřené hodnoty [20]

Rozptyl:

- Rozptyl udává, jak moc jsou hodnoty v našem statistickém souboru rozptýleny.

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

(9)

Kde:

s_x^2 – rozptyl

n – počet měření

\bar{x} – aritmetický průměr

x_i - jednotlivé naměřené hodnoty [21]

Směrodatná odchylka:

- Je definována jako (kladná) druhá odmocnina z rozptylu.

$$s_x = \sqrt{s_x^2}$$

(10)

Kde:

s_x - směrodatná odchylka

s_x^2 - rozptyl [22]

Variační koeficient:

Variační koeficient je definovaný jako podíl směrodatné odchylky a absolutní hodnoty ze střední hodnoty. Variační koeficient udává, z kolika procent se podílí směrodatná odchylka na aritmetickém průměru. [23]

$$V[\%] = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

(11)

Kde:

v – variační koeficient

s – směrodatná odchylka

\bar{x} – průměr [24]

95% interval spolehlivosti:

Interval hodnot, ve kterém by měla daná charakteristika ležet s 95% pravděpodobností. To znamená, v jakém pásmu kolem předem určeného aritmetického průměru se s předem stanovenou pravděpodobností 95% nachází skutečná střední hodnota. Intervaly spolehlivosti se konstruují, aby vymezyly hranici, ve které se s určitou pravděpodobností bude odhadovaná hodnota znaku nacházet.

Vzorec pro výpočet intervalu spolehlivosti s normálním rozdělením:

$$95\% IS: \bar{x} \pm t_{(n-1)} \cdot \frac{s_x}{\sqrt{n}}$$

(12)

Kde:

$t_{(n-1)}$ - kvantil Studentova rozdělení

n – počet měření

s_x - směrodatná odchylka

\bar{x} - aritmetický průměr

Předpoklady pro normální rozdělení:

Normalita: soubor sledovaných dat veličiny, který odpovídá Gaussovu normálnímu rozdělení pravděpodobnosti. [25]

Normální rozdělení: patří mezi nejdůležitější rozdělení pravděpodobnosti spojité náhodné veličiny. Charakterizují ho dvě konstanty - střední hodnota a rozptyl.

Homogenita: vlastnost, která označuje skutečnost, že v hodnoceném souboru se nevyskytují vybočující data. Čím je soubor stejnorodější, tím má menší variabilitu.

V případě, že byl počet vad na 1km menší než 30, bylo použito Poissonovo rozdělení celočíselné náhodné veličiny. V případě malého počtu vad je IS nesymetrický, protože data jsou diskrétní veličiny a 95% IS. Podle Studentova rozdělení by vyšel v záporných hodnotách.

Vzorec pro výpočet intervalu spolehlivosti s Poissonovým rozdělením (13).

$$\text{Vzorec: } \frac{1}{2N} \chi_{\alpha/2}^2 (v_3) \leq \lambda \leq \frac{1}{2N} \chi_{1-\alpha/2}^2 (v_4)$$

$$v_3 = 2 \cdot N \cdot \bar{x}_0$$

$$v_4 = 2 \cdot (N \cdot \bar{x}_0 + 1)$$

$$\bar{x}_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{0i}$$

Kde:

$\chi_{\alpha/2}^2 (v_3), \chi_{1-\alpha/2}^2 (v_4)$ - příslušné kvantily χ^2 rozdělení v stupních volnosti

v_3, v_4 - počet stupňů volnosti

n – počet měření

\bar{x}_0 - průměrný počet vad v přízi [1/km]

x_{0i} - počet vad v přízi [1/km] [18]

ANOVA:

Analýza rozptylu je metodou matematické statistiky, která umožňuje ověřit, zda na hodnotu náhodné veličiny pro určitého jedince má statisticky významný vliv hodnota některého znaku, který se u jedince dá pozorovat. Tento znak musí nabývat jen konečného počtu možných hodnot (nejméně dvou) a slouží k rozdělení jedinců do vzájemně porovnávaných skupin. Kvantitativní hodnota znaku přitom nemá povahu míry. Je-li třeba vzít v úvahu i konkrétní kvantitativní hodnotu jako míru určitého znaku, použije se místo analýzy rozptylu lineární model.

Předpoklady pro validní použití metody analýzy rozptylu pro testování rozdílů více středních hodnot: *nezávislost* měření (uvnitř skupin i mezi skupinami). *normalita* dat v každé skupině a *homogenita rozptylů* uvnitř skupin (alespoň přibližná shoda rozptylů uvnitř skupin)

Základním úkolem analýzy rozptylu je posouzení hlavních a interakčních účinků jednotlivých faktorů (kategorických nezávislých proměnných, jejichž hodnoty nazýváme úrovně faktorů) na závisle proměnnou (proměnné) kvantitativního typu.

Jednofaktorová analýza rozptylu:

Představuje nejjednodušší případ analýzy rozptylu, kdy analyzujeme účinek jednoho faktoru na zkoumanou závisle proměnnou. V podstatě se jedná o zobecněnou analogii případu zjišťování rozdílů průměrů mezi dvěma nezávislými skupinami pomocí nepárového *t*-testu. V případě jednofaktorové analýzy rozptylu jde o zjišťování rozdílů průměrů mezi více skupinami (které reprezentují jednotlivé úrovně neboli kategorie sledovaného faktoru) prostřednictvím výpočtu testovacího kritéria *F*. Zjišťujeme, zda skupiny vytvořené klasifikačním faktorem jsou si podobné, nebo zda jednotlivé průměry tvoří nějaké identifikovatelné shluky (homogenní podskupiny s podobnými hodnotami). Jestliže má působící faktor jenom dvě kategorie (úrovně), úloha je totožná

s testováním rovnosti průměrů ve dvou nezávislých výběrech pomocí nepárového t -testu. [26]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Pro experimentální část byly použity vypředené kevlarové příze podniku Schoeller Křešice. Všechny vzorky byly vyrobeny z jedné dodávky materiálu. Příze z materiálu kevlar byly vypředeny na kompaktním dopřádacím stroji Suessen Ellite ve třech jemnostech. Při výpředu byly ve zhušťovací zóně použity mřížkově tkané řemínky různých materiálů: plastový tužší řemínek, řemínek s kovovým vláknem a jemný plastový řemínek. Přehled přízí použitých v experimentální části je uveden v tab. 1. Pro každou variantu kombinace řemínku a jemnosti příze bylo k dispozici 10 potáčů.

Tab. 1 Přehled přízí

TYP ŘEMÍNKU	JEMNOST PŘÍZE	TESTOVANÁ JEMNOST PŘÍZE	OVĚŘENÝ ZÁKRUT
plastový tužší řemínek	12,5 tex	11,86 tex	468/m
	20 tex	19,41 tex	320/m
	35,7 tex	35,42 tex	288/m
řemínek s kovovým vláknem	12,5 tex	12,05 tex	476/m
	20 tex	20,02 tex	327/m
	35,7 tex	35,21 tex	301/m
jemný plastový řemínek	12,5 tex	12,19 tex	454/m
	20 tex	19,46 tex	321/m
	35,7 tex	35,42 tex	295/m

V experimentální části práce byla ověřena jemnost a zákrut příze, což je k vidění v tab. 1. Bylo provedeno měření a vyhodnocení vlastnosti a parametrů: chlupatost, průměr příze, pevnost, tažnost a hmotná nestejnomyrnost. Dále byly sledovány vady příze, jako jsou: nopky, silné a slabé místa v přízi. Pomocí obrazové analýzy byly identifikovány řemínky, kde byla určena jejich vazba, tloušťka vláken, plocha porů a dostava. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

Zkoušky probíhaly v laboratořích katedry textilních technologií. Použité vzorky byly před zkouškou vždy klimatizovány podle normy ČSN 80 0061.

Naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány v programu QC Expert a byla testována normalita a homogenita výběru. Dále byla provedena analýza rozptylu dat v programu ANOVA, pro přesnější vyhodnocení dat. U naměřených dat byl vypočten

aritmetický průměr dle vztahu (8), rozptyl (9), směrodatná odchylka (10), variační koeficient (11) a interval spolehlivosti (12). U přízí s počtem vad menších než 30 odpovídá jejich rozdělení Poissonovu rozdělení, proto bylo v takovém případě použito pro konstrukci intervalu spolehlivosti.

Tab. 2 Přehled řemínků

typ řemínku	PLASTOVÝ TUŽŠÍ ŘEMÍNEK	ŘEMÍNEK S KOVOVÝM VLÁKNEM	JEMNÝ PLASTOVÝ ŘEMÍNEK
šířka řemínku (cm)	2,5	2,5	2,5
délka řemínku (cm)	11,5	11,5	11,5
vazba	plátno	kepr 2/2	plátno
tloušťka vlákna (μm)	270,688	154,116	85,618
hustota útkové mřížky na 1cm	15	28	60
hustota osnovní mřížky na 1cm	16	30	60
dostava útku na 1cm	16	28	60
dostava osnovy na 1 cm	16	30	60
zakrytí	0,63	0,67	0,76
plocha póru (μm^2)	133763	47574	42989

6. Chlupatost

Chlupatost byla blíže vysvětlena v kapitole 3.3. Data byla naměřena při standartních podmínkách.

Chlupatost příze byla naměřena na přístroji Zweigle G 567 a Uster Tester 4-SX.

Výsledky měření chlupatosti na aparatuře Zweigle G 567

Nastavení aparatury:

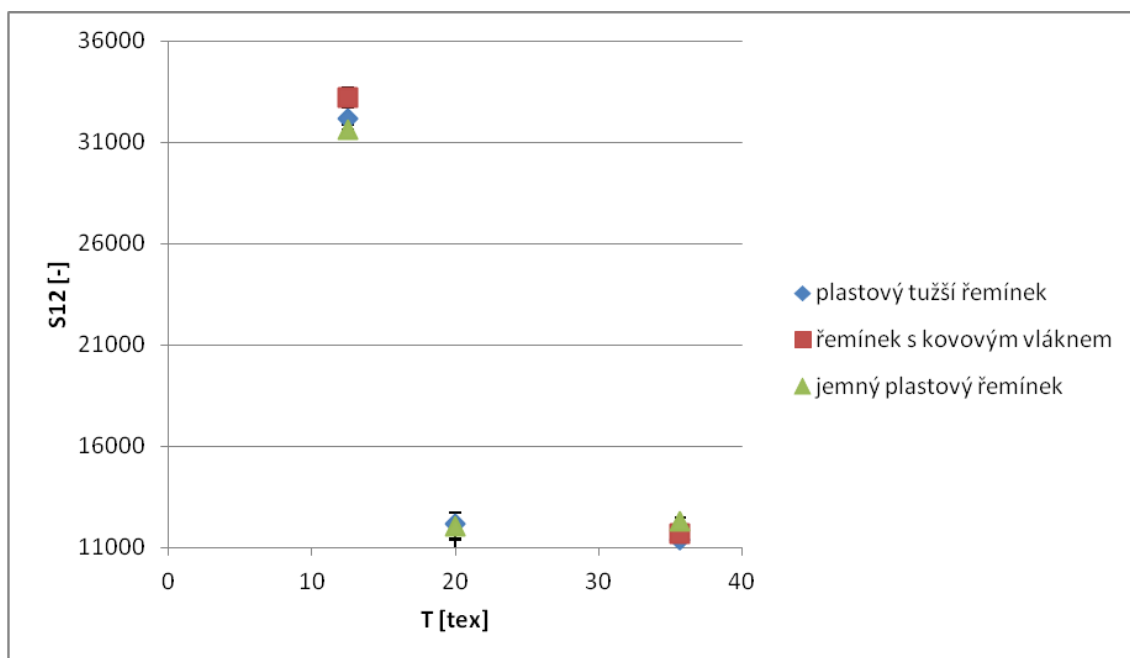
- Rychlost průchodu materiálu: 50 m/min
- Délka proměřené příze: 100 m
- Počet měření: 30 pro soubor 10 potáčů
- Sledované veličiny: $S12$, $S3$

Statisticky zpracované výsledky měření chlupatosti jsou uvedeny v tab. 3

Tab. 3 Statisticky zpracované výsledky měření chlupatosti na přístroji Zweigle

plastový tužší řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
S12	\bar{x} [1/100m]	32160,2	12186	11407,6
	s [1/100m]	1423,4	1391	1190,4
	95% IS [1/100m]	(31628;32691)	(11656;12715)	(10963;11852)
S3	\bar{x} [1/100m]	5077,5	1475,8	1317,6
	s [1/100m]	919	191,6	203
	95% IS [1/100m]	(4734;5240)	(1399;1551)	(1241;1393)
řemínek s kovovým vláknem		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
S12	\bar{x} [1/100m]	33225,4	10967,7	11659,7
	s [1/100m]	1232,2	1299,8	1081,2
	95% IS [1/100m]	(32738;33713)	(10482;11453)	(11256;12063)
S3	\bar{x} [1/100m]	6016	1671,5	1438,9
	s [1/100m]	1002,9	325	184,6

	95% IS [1/100m]	(5600;6431)	(1550;1792)	(1369;1507)
jemný plastový řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
S12	\bar{x} [1/100m]	31618,4	12064,1	12293,6
	s [1/100m]	675,5	1805,1	472,8
	95% IS [1/100m]	(31366;31870)	(11390;12738)	(12117;12470)
S3	\bar{x} [1/100m]	4894,6	1664,9	1613,2
	s [1/100m]	549,5	314,4	102,9
	95% IS [1/100m]	(4689;5099)	(1547;1782)	(1574;1651)



Obr. 8 Závislost počtu odstávajících vláken součtové kategorie *S12* na jemnost příze

Na obr. 8 jsou znázorněny střední hodnoty počtu odstávajících vláken součtové kategorie *S12* pro kevlarové příze vypředené na jednotlivých typech řemíneků v závislosti na jemnosti vypředené příze. Se zvyšující se jemností se chlupatost snižuje u všech přízí vyrobených na daných typech řemíneků.

Při jemnosti příze 12,5 tex jsou rozdíly středních hodnot chlupatosti počtu odstávajících vláken součtové kategorii *S12* statisticky významné mezi řemínkem s kovovým vláknem a jemným plastovým řemínkem, tudíž se jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot nepřekrývají. Naopak mezi plastovým tužším řemínkem

a jemným plastovým řemínkem a dále mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jsou rozdíly středních hodnot chlupatosti $S12$ statisticky nevýznamné, protože se intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají.

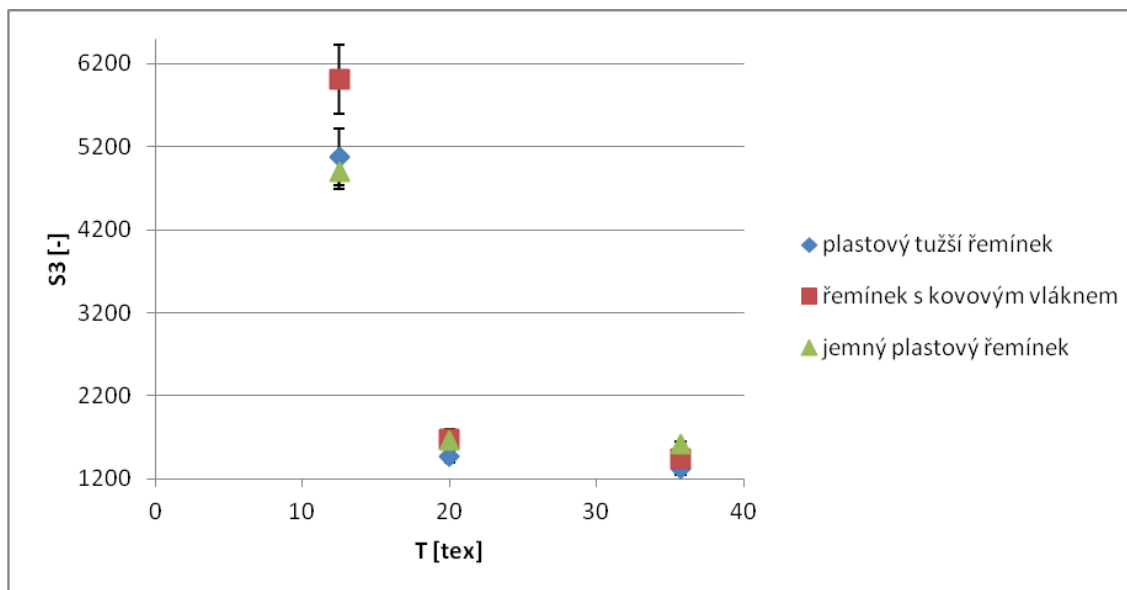
Při jemnosti příze 20 tex jsou rozdíly středních hodnot chlupatosti počtu odstávajících vláken součtové kategorii $S12$ statisticky významný mezi řemínkem s kovovým vláknem a jemným plastovým řemínkem a také mezi řemínkem s kovovým vláknem a plastovým tužším řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Mezi jemným plastovým řemínkem a plastovým tužším řemínkem jsou rozdíly středních hodnot chlupatosti $S12$ statisticky nevýznamné.

U jemnosti příze 35,7 tex jsou rozdíly středních hodnot chlupatosti $S12$ statisticky významné mezi jemným plastovým řemínkem a plastovým tužším řemínkem, a také mezi jemným plastovým řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, protože jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. U plastového tužšího řemínku a řemínku s kovovým vláknem jsou rozdíly středních hodnot chlupatosti počtu odstávajících vláken součtové kategorie $S12$ statisticky nevýznamné, protože se intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají.

Statistická významnost či nevýznamnost rozdílů středních hodnot počtu odstávajících vláken součtové kategorie $S12$ byla ověřena pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Nejvyšší hodnotu chlupatosti $S12$ vykazuje příze vypředená pomocí řemínku s kovovým vláknem u jemnosti příze 12,5 tex, naopak nejnižších hodnot dosahuje příze vypředená pomocí plastového tužšího řemínku u jemnosti příze 35,7 tex.

Autoři v [27] uvádí trend, že čím má příze vyšší jemnost, tím by měla mít vyšší chlupatost $S12$. Toto je způsobeno větším množstvím vláken v průřezu příze. Tento trend zde nebyl potvrzen. Nejpravděpodobnější příčinou může být opotřeбенý běžec při dopřádání, nebo použití různého zákrutu pro různé jemnosti příze viz. tab. 1.

Obr. 9 Závislost počtu odstávajících vláken součtové kategorie S_3 na jemnosti příze

Na obr. 9 jsou znázorněny střední hodnoty počtu odstávajících vláken součtové kategorie S_3 pro kevlarové příze vypředené na jednotlivých typech řemíneků v závislosti na jemnosti vypředené příze. Se zvyšující se jemností se chlupatost snižuje u všech přízí vyrobených na daných typech řemíneků.

Při jemnosti příze 12,5 tex jsou rozdíly středních hodnot počtu odstávajících vláken součtové kategorie S_3 statisticky významné mezi řemínkem s kovovým vláknem a jemným plastovým řemínkem, dále mezi řemínkem s kovovým vláknem a plastovým tužším řemínkem, protože jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Naopak rozdíly středních hodnot počtu odstávajících vláken součtové kategorie S_3 jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemínkem a jemným plastovým řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

U jemnosti příze 20 tex jsou rozdíly středních hodnot počtu odstávajících vláken součtové kategorie S_3 u všech typů řemíneků statisticky nevýznamné, protože jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

Naopak u přízí o jemnosti 35,7 jsou rozdíly středních hodnot počtu odstávajících vláken součtové kategorie S_3 u všech typů řemíneků statisticky významné, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají.

Statistická významnost či nevýznamnost rozdílů středních hodnot počtu odstávajících vláken součtové kategorie S_3 byla ověřena pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Dále se v literatuře [27] uvádí trend, že čím má příze vyšší jemnost, tím by měla mít vyšší chlupatost $S3$. Toto je způsobeno větším množstvím vláken v průřezu příze. Tento trend zde nebyl potvrzen. Nejpravděpodobnější příčinou může být opotřeбенý běžec při dopřádání, nebo použití různého zákrutu pro různé jemnosti příze viz. tab. 1.

Nejméně vhodný se jeví řemínek s kovovým vláknem, který má nejvyšší počet odstávajících vláken součtové kategorie $S3$ u dvou jemností příze 12,5 tex a 20 tex.

Výsledky měření chlupatosti na aparatuře Uster Tester IV. SX

Nastavení aparatury:

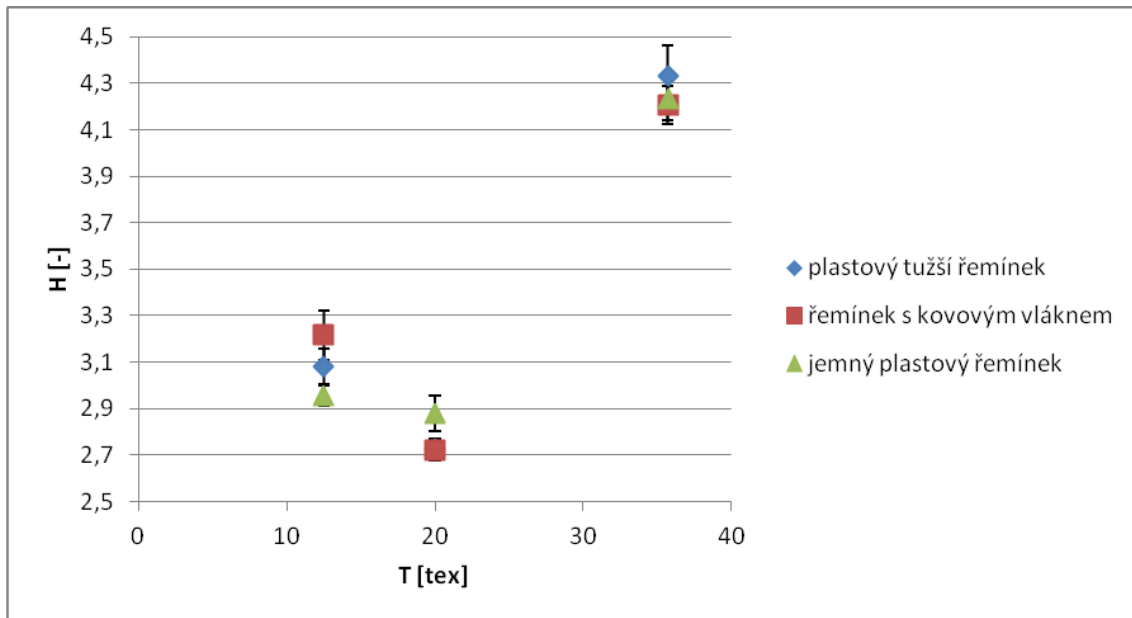
- Rychlost průchodu: 400 m/min
- Doba měření: 1 min
- Počet měření: 30 pro sadu 10 potáčů
- Sledované veličiny: H, sH

Statisticky zpracované výsledky měření chlupatosti jsou uvedeny v tab. 4

Tab. 4 Statisticky zpracované výsledky měření chlupatosti na aparatuře Uster Tester IV. SX

plastový tužší řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
H	\bar{x} [-]	3,08	2,73	4,33
	s [-]	0,20	0,08	0,28
	95% IS [-]	(3;3,15)	(2,69;2,75)	(4,2;4,46)
sH	\bar{x} [-]	0,92	0,85	1,20
	s [-]	0,05	0,03	0,06
	95% IS [-]	(0,9;0,93)	(0,83;0,86)	(1,17;1,22)
řemínek s kovovým vláknem		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
H	\bar{x} [-]	3,21	2,72	4,20
	s [-]	0,28	0,12	0,22
	95% IS [-]	(3,10;3,32)	(2,67;2,76)	(4,2;4,12)
sH	\bar{x} [-]	0,95	0,847	1,16
	s [-]	0,08	0,034	0,05
	95% IS [-]	(0,91;0,97)	(0,84;0,83)	(1,16;1,18)

jemný plastový řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
H	\bar{x} [-]	2,96	2,88	4,23
	s [-]	0,11	0,20	0,24
	95% IS [-]	(2,91;2,99)	(2,80;2,95)	(4,14;4,32)
sH	\bar{x} [-]	0,88	0,92	0,90
	s [-]	0,03	0,04	0,07
	95% IS [-]	(0,87;0,89)	(0,90;0,93)	(1,17;1,22)

Obr. 10 Porovnávání Indexu chlupatosti H

Na obr. 10 jsou znázorněny střední hodnoty indexu chlupatosti H pro jednotlivé typy řemíků v závislosti na jemnosti vypředené příze.

Z porovnání vlivu typu řemíku na index chlupatosti H pro jednotlivé jemnosti je zřejmé, že u jemnosti příze 12,5 tex jsou rozdíly středních hodnot indexu chlupatosti H statisticky významné mezi řemíkem s kovovým vláknem a jemným plastovým řemíkem. Jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Naopak rozdíly středních hodnot indexu chlupatosti H jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemíkem a jemným plastovým řemíkem a dále mezi plastovým tužším řemíkem a řemíkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

Při jemnosti příze 20 tex jsou rozdíly středních hodnot indexu chlupatosti H statisticky významné mezi jemným plastovým řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem a také mezi jemným plastovým řemínkem a plastovým tužším řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Rozdíly středních hodnot indexu chlupatosti H jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

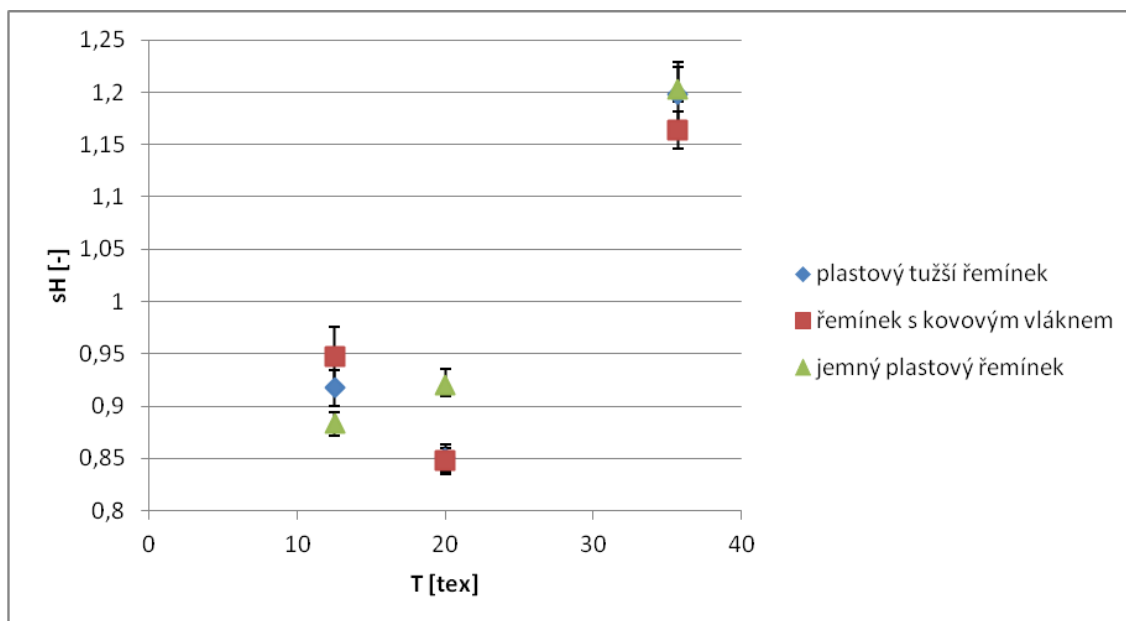
U jemnosti příze 35,7 tex jsou rozdíly středních hodnot indexu chlupatosti H u všech typů řemínků statisticky nevýznamné, protože se jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají.

Statistická významnost či nevýznamnost rozdílů středních hodnot indexu chlupatosti byla ověřena pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Nejvyšší hodnotu indexu chlupatosti H vykazuje příze vypředená pomocí plastového tužšího řemínku u jemnosti příze 35,7 tex, naopak nejnižších hodnot dosahuje příze vypředená pomocí řemínku s kovovým vláknem u jemnosti příze 20 tex.

Podle literatury [27] by měla mít nejjemnější příze nejmenší index chlupatosti H a nejhrubší příze největší index chlupatosti H . Tento trend je způsoben větším počtem vláken v průřezu, tudíž zároveň větší počet potencionálních odstávajících vláken. Tento trend nebyl potvrzen, když nejnižší index chlupatosti H vykazují příze u jemnosti příze 20 tex. Nejpravděpodobnější příčinou může být opotřebený běžec při dopřádání, nebo použití různého zákrutu pro různé jemnosti příze, stejně jako v případě chlupatosti $S12$ a $S3$ měřené na přístroji Zweigle.

Výsledky měření chlupatosti na přístroji Uster Tester měli jiný trend než výsledky chlupatosti na přístroji Zweigle. Výsledky se liší z důvodu odlišné metody měření vláken.

Obr. 11 Porovnání směrodatné odchylky chlupatosti sH

Na obr. 11 jsou znázorněny střední hodnoty směrodatné odchylky chlupatosti sH pro jednotlivé typy řemíneků v závislosti na jemnosti vypředené příze.

Z porovnání vlivu typu řemínku na směrodatnou odchylku chlupatosti sH pro jednotlivé jemnosti je zřejmé, že u jemnosti příze 12,5 tex jsou rozdíly středních hodnot směrodatné odchylky chlupatosti sH statisticky významné mezi řemínkem s kovovým vláknem a jemným plastovým řemínkem. Jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Naopak rozdíly středních hodnot směrodatné odchylky chlupatosti sH jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemínkem a jemným plastovým řemínkem a dále mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

Při jemnosti příze 20 tex jsou rozdíly středních hodnot směrodatné odchylky chlupatosti sH statisticky významné mezi jemným plastovým řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem a také mezi jemným plastovým řemínkem a plastovým tužším řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Rozdíly středních hodnot směrodatné odchylky chlupatosti sH jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

U jemnosti příze 35,7 tex jsou rozdíly středních hodnot směrodatné odchylky chlupatosti sH u všech typů řemíneků statisticky nevýznamné, protože se jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají.

Statistická významnost či nevýznamnost rozdílů středních hodnot směrodatné odchylky chlupatosti sH byla ověřena pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Ze zjištěných výsledků nelze přesně určit, jaký typ řemínku se jeví jako nejlepší či nejhorší, neboť příze vypředené na každém typu řemínku je nejlepší u jedné z jemností, ale zároveň nejhorší u jiné jemnosti.

7. Pevnost

Výsledky měření pevnosti na trhacím přístroji

Pevnost příze byla naměřena na přístroji Instron 4411. Trhací přístroj měří absolutní pevnost, proto pro porovnání pevnosti přízí mezi sebou byla absolutní pevnost přepočtena podle vzorce (6) na relativní pevnost.

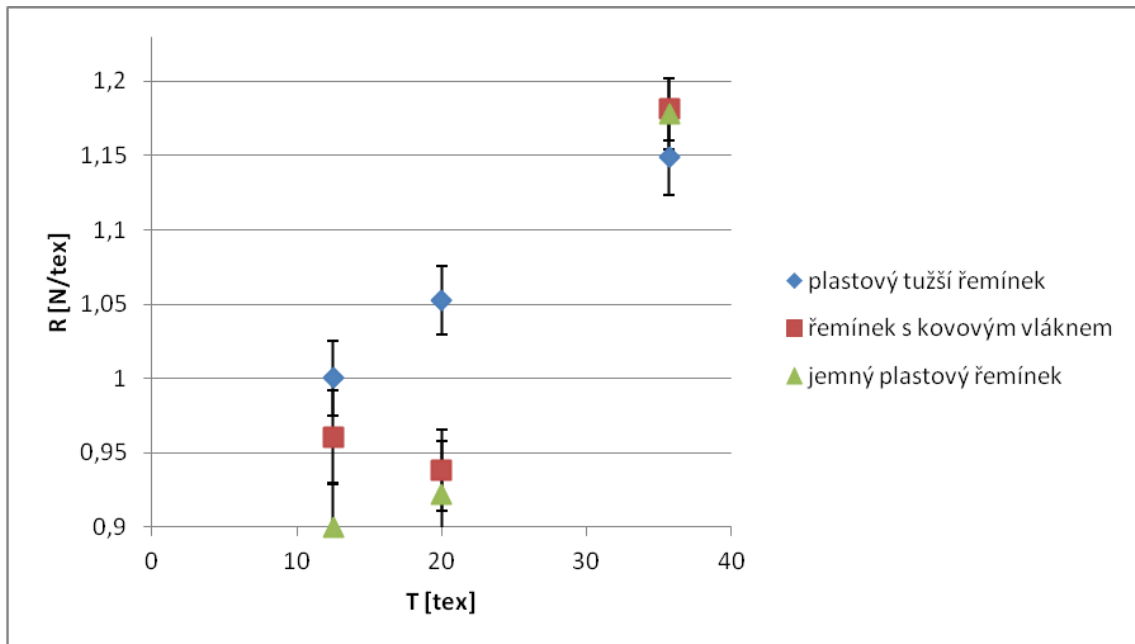
Nastavení aparatury:

- Rychlost přičníku: 50 mm/min
- Upínací délka: 500 mm
- Počet měření: 90 pro sadu 10 potáčů

Statisticky zpracované výsledky měření pevnosti jsou uvedeny v tab. 5

Tab. 5 Statistické zpracování dat měření pevnosti

plastový tužší řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
R	\bar{x} [N/tex]	1	1,05	1,15
	s [N/tex]	0,13	0,12	0,13
	95% IS [N/tex]	(0,97;1,02)	(1,02;1,07)	(1,12;1,17)
řemínek s kovovým vláknem		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
R	\bar{x} [N/tex]	0,96	0,94	1,18
	s [N/tex]	0,16	0,13	0,11
	95% IS [N/tex]	(0,92;0,99)	(0,91;0,96)	(1,16;1,2)
jemný plastový řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
R	\bar{x} [N/tex]	0,9	0,92	1,17
	s [N/tex]	0,15	0,18	0,12
	95% IS [N/tex]	(0,87;0,92)	(0,88;0,95)	(1,15;1,2)



Obr. 12 Závislost poměrné pevnosti na jemnost příze

Na obr. 12 jsou znázorněny střední hodnoty relativní pevnosti R pro jednotlivé typy řemíneků v závislosti na jemnosti vypředené příze.

Z porovnání vlivu typu řemínku na relativní pevnosti R pro jednotlivé jemnosti je zřejmé, že u jemnosti příze 12,5 tex jsou rozdíly středních hodnot relativní pevnosti R statisticky významné mezi jemným plastovým řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem a dále mezi řemínky jemným plastovým řemínkem a plastovým tužším řemínkem. Jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Naopak rozdíly středních hodnot relativní pevnosti R jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

U jemnosti příze 20 tex jsou rozdíly středních hodnot relativní pevnosti R statisticky významné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem a také mezi plastovým tužším řemínkem a jemným plastovým řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Rozdíly středních hodnot relativní pevnosti R jsou statisticky nevýznamné mezi jemným plastovým řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

Při jemnosti příze 35,7 tex jsou rozdíly středních hodnot relativní pevnosti R u všech typů řemínek statisticky nevýznamné, protože se jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají.

Statistická významnost či nevýznamnost rozdílů středních hodnot relativní pevnosti R byla ověřena pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Nejhodnější se jeví plastový tužší řemínek, kdy příze vypředené na tomto řemínku mají u dvou jemností nejvyšší poměrnou pevnost R , naopak nejméně vhodný se jeví jemný plastový řemínek, kdy jeho příze vykazují u dvou jemností nejmenší poměrnou pevnost R .

8. Tažnost

Výsledky měření tažnosti

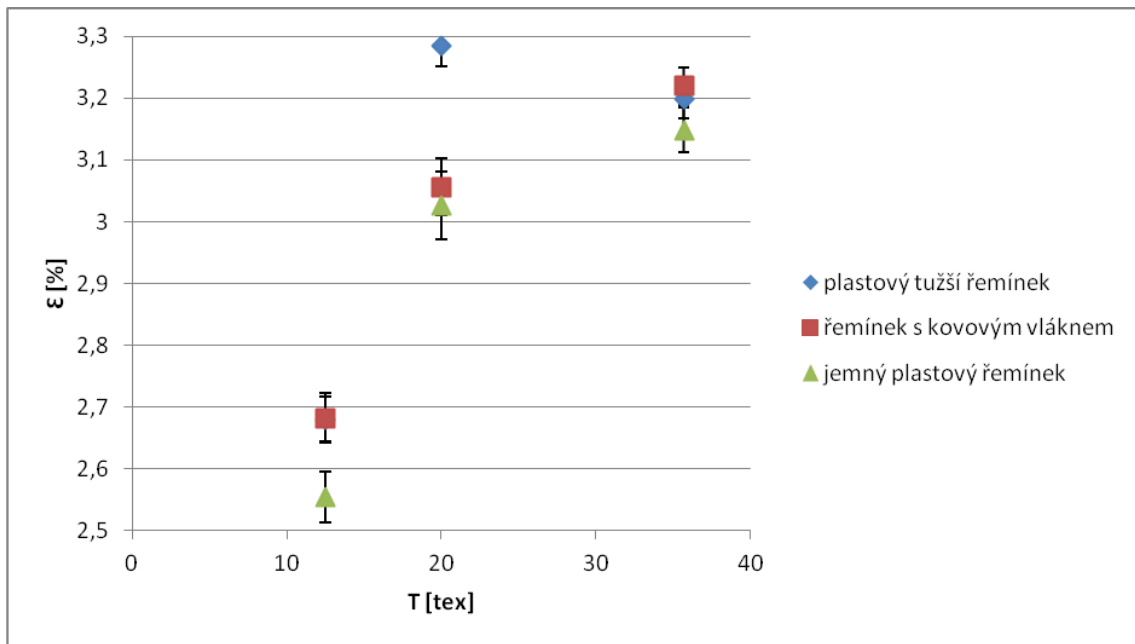
Tažnost příze byla naměřena na trhacím přístroji Instron 4411. Trhací přístroj měří prodloužení příze v okamžiku přetrhu, které se přepočítá podle vzorce (7) na tažnost.

Nastavení aparatury:

- Rychlost příčnicku: 50 mm/min
- Upínací délka: 500 mm
- Počet měření: 90 pro sadu 10 potáčů

Tab. 6 Statistické zpracování dat tažnosti

Plastový tužší řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
ε	\bar{x} [%]	2,68	3,28	3,20
	s [%]	0,19	0,17	0,16
	95% IS [%]	(2,64;2,71)	(3,25;3,31)	(3,16;3,23)
řemínek s kovovým vláknem		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
ε	\bar{x} [%]	2,68	3,05	3,21
	s [%]	0,20	0,23	0,15
	95% IS [%]	(2,64;2,72)	(3,01;3,10)	(3,18;3,24)
jemný plastový řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
ε	\bar{x} [%]	2,55	3,02	3,14
	s [%]	0,21	0,27	0,18
	95% IS [%]	(2,51;2,59)	(2,97;3,08)	(3,11;3,18)



Obr. 13 Závislost tažnosti na jemnosti příze

Na obr. 13 jsou znázorněny střední hodnoty tažnosti \mathcal{E} pro jednotlivé typy řemíneků v závislosti na jemnosti vypředené příze.

Z porovnání vlivu typu řemíneků tažnosti \mathcal{E} pro jednotlivé jemnosti je zřejmé, že u jemnosti příze 12,5 tex jsou rozdíly středních hodnot tažnosti \mathcal{E} statisticky významné mezi jemným plastovým řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem a dále mezi jemným plastovým řemínkem a plastovým tužším řemínkem. Jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Naopak rozdíly středních hodnot tažnosti \mathcal{E} jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

U jemnosti příze 20 tex jsou rozdíly středních hodnot tažnosti \mathcal{E} statisticky významné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem a také mezi plastovým tužším řemínkem a jemným plastovým řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají.

Rozdíly středních hodnot tažnosti \mathcal{E} jsou statisticky nevýznamné mezi jemným plastovým řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

U jemnosti příze 35,7 tex jsou rozdíly středních hodnot tažnosti \mathcal{E} statisticky významné mezi řemínkem s kovovým vláknem a jemným plastovým řemínkem, jejich

intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Naopak rozdíly středních hodnot tažnosti \mathcal{E} jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem dále mezi plastovým tužším řemínkem a jemným plastovým řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

Statistická významnost či nevýznamnost rozdílů středních hodnot tažnosti \mathcal{E} byla ověřena pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Jako nejvhodnější se jeví plastový tužší řemínek, kdy příze vypředené na tomto řemínku mají u všech jemností nejvyšší tažnosti \mathcal{E} , naopak nejméně vhodný se jeví řemínek jemný plastový řemínek, kdy jeho příze vykazují u všech třech jemností nejmenší tažnosti \mathcal{E} . Z výsledků je patrný trend, že čím je příze hrubší, tím má vyšší hodnotu tažnosti. To neplatí pouze u plastového tužšího řemínku, který má vyšší hodnotu pevnosti u jemnosti příze 20 tex než u jemnosti příze 35,7 tex. To odpovídá předpokladům, neboť příze s vyšší jemností mají vyšší tažnost, než příze s nižší jemností.

9. Hmotná nestejnomyěrnost

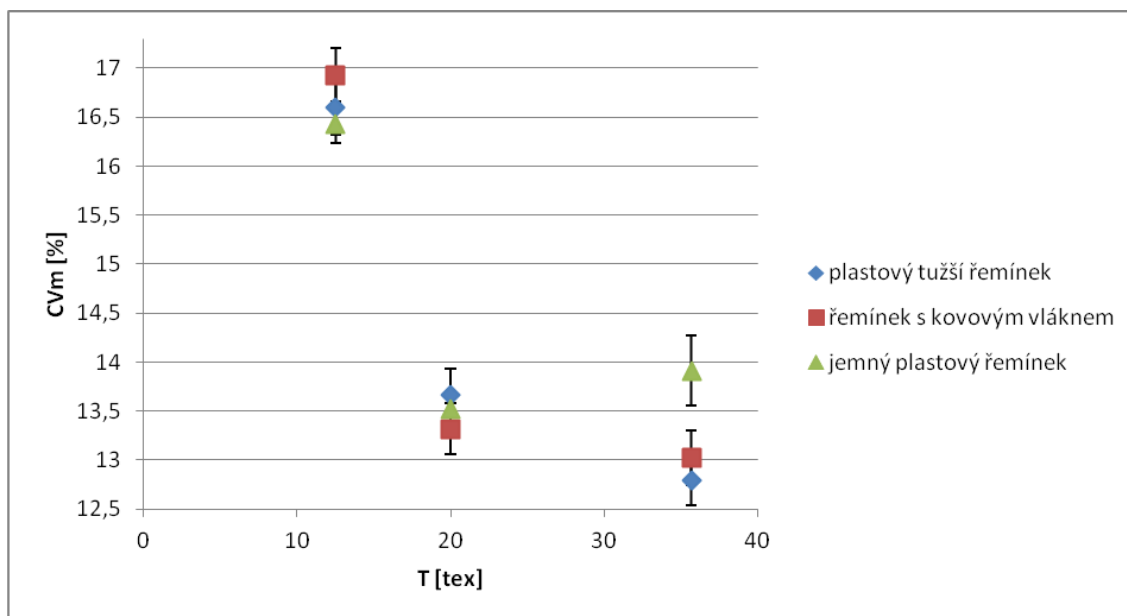
Výsledky měření hmotné nestejnomyěrnosti

Hmotná nestejnomyěrnost byla měřena na přístroji Uster Tester 4-SX.

Nastavení aparatury bylo stejné jako při měření chlupatosti.

Tab. 7 Statistické zpracování dat hmotné nestejnomyěrnosti

plastový tužší řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
CVm	\bar{x} [%]	16,59	13,66	12,78
	s [%]	0,71	0,73	0,52
	95% IS [%]	(16,32;16,87)	(13,39;13,93)	(12,54;13,03)
řemínek s kovovým vláknem		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
CVm	\bar{x} [%]	16,93	13,32	13,30
	s [%]	0,72	0,70	0,75
	95% IS [%]	(16,66;17,2)	(13,05;13,58)	(12,74;13,30)
jemný plastový řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
CVm	\bar{x} [%]	16,42	13,51	13,91
	s [%]	0,48	0,38	0,96
	95% IS [%]	(16,23;16,61)	(13,37;13,66)	(13,55;14,26)



Obr. 14 Závislost hmotné nestejnomyernosti na jemnost přize

Na obr. 14 jsou znázorněny střední hodnoty hmotné nestejnomyernosti CV_m pro jednotlivé typy řemíneků v závislosti na jemnosti vypředené přize.

Při jemnosti přize 12,5 tex jsou rozdíly středních hodnot hmotné nestejnomyernosti CV_m u všech typů řemíneků statisticky nevýznamné, protože se jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají. To platí také u jemnosti přize 20 tex.

U jemnosti přize 35,7 tex jsou rozdíly středních hodnot hmotné nestejnomyernosti CV_m statisticky významné mezi jemným plastovým řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem a také mezi jemným plastovým řemínkem a plastovým tužším řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Rozdíly středních hodnot hmotné nestejnomyernosti CV_m jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

Statistická významnost či nevýznamnost rozdílů středních hodnot hmotné nestejnomyernosti CV_m byla ověřena pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Nejvyšší hmotná nestejnomyernost CV_m vyšla u jemnosti přize 12,5 tex u řemíneků s kovovým vláknem, naopak nejnižší hmotná nestejnomyernost vyšla u jemnosti přize 35,7 tex u plastového tužšího řemíneků, což odpovídá předpokladům, kdy vyšší nestejnomyernost přize mají přize s nižší jemností, než přize s vyšší jemností.

Z grafu je patrné, že čím je přize hrubší, tím má nižší hodnotu hmotné nestejnomyernosti. Nestejnomyernost přize je ovlivněna jemností a počtem vláken

v průřezu příze. Čím hrubší je příze, tím je více vláken v průřezu příze, a tím se hmotná nestejnomyěrnost snižuje.

To neplatí pouze u jemného plastového řemínku, kde příze vypředené na tomto řemínku vykazují vyšší hodnotu hmotné nestejnomyěrnosti u jemnosti příze 35,7 tex než u jemnosti příze 20 tex.

U každé z jemností se jeví nejlépe jiný typ perforovaného řemínku, z tohoto důvodu nelze určit, jaký typ řemínku se jeví jako nejvhodnější. Typ řemínku nemá vliv na hmotnou nestejnomyěrnost příze.

10. Počet vad

Výsledky měření počtu vad

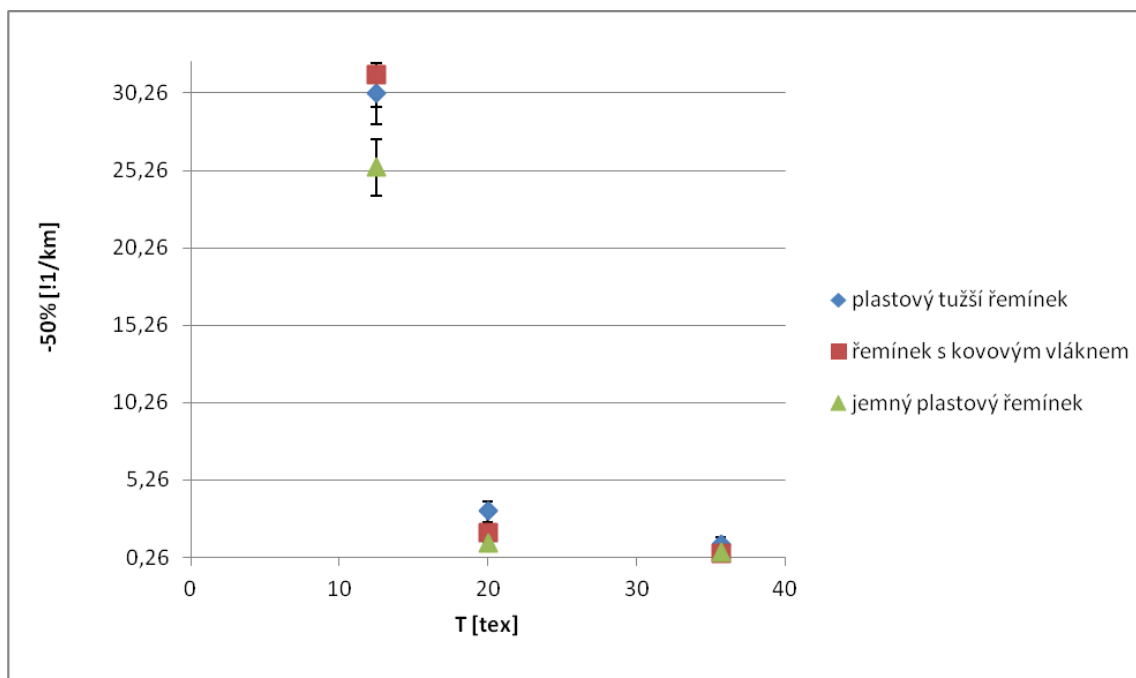
Vady na přízi byly měřeny na přístroji Uster Tester 4 - SX. Nastavení aparatury bylo stejné jako při měření chlupatosti a hmotné nestejnomy. Byly sledovány počty silných míst +50%, slabých míst -50% a počty nopků +200%.

Statisticky zpracované výsledky měření vad přízi jsou uvedeny v tab. 8. V případě, že počet vad na 1km příze byl menší než 30, byl interval spolehlivosti počtu vad a nopků počítán podle vzorce (13).

Tab. 8 Statistické zpracování dat počtu vad

plastový tužší řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
slabá místa -50%	\bar{x} [1/km]	30,25	3,25	1,14
	s [1/km]	24,85	6,73	4,28
	95% IS [1/km]	(28,31;32,28)	(2,63;3,96)	(0,73;1,67)
Silná místa +50%	\bar{x} [1/km]	170,66	56,5	152,38
	s [1/km]	25,39	17,40	22,56
	95% IS [1/km]	(161,18;180,14)	(50,13;62,86)	(142,38;162,39)
Nopky +200%	\bar{x} [1/km]	266,96	111,16	232,15
	s [1/km]	26,66	20,36	28,59
	95% IS [1/km]	(256,41;277,51)	(103,56;118,76)	(219,48;244,83)
řemínek s kovovým vláknem		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
Slabá místa -50%	\bar{x} [1/km]	31,43	1,83	0,5
	s [1/km]	17,63	3,99	2,74
	95% IS [1/km]	(29,46;33,5)	(1,38;2,38)	(0,27;0,82)
Silná místa	\bar{x} [1/km]	189,16	61,33	174,5
	s [1/km]	47,90	16,70	27,64

+50%	95% IS [1/km]	(171,27;207,05)	(55,09;67,56)	(164,17;184,82)
Nopky +200%	\bar{x} [1/km]	293	119,5	278,66
	s [1/km]	60,24	26,56	42,22
	95% IS [1/km]	(270,50;315,49)	(109,58;129,41)	(262,90;294,43)
jemný plastový řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
Slabá místa -50%	\bar{x} [1/km]	25,5	1,17	0,58
	s [1/km]	13,68	2,25	2,43
	95% IS [1/km]	(23,71;27,36)	(0,81;1,6)	(0,34;0,92)
Silná místa +50%	\bar{x} [1/km]	169,33	73,5	236,75
	s [1/km]	32,70	20,99	55,10
	95% IS [1/km]	(157,12;181,54)	(65,66;81,33)	(216,17;257,32)
Nopky +200%	\bar{x} [1/km]	266,25	135,33	370,91
	s [1/km]	38,47	24,62	74,74
	95% IS [1/km]	(251,88;280,61)	(126,13;144,52)	(343;398,82)



Obr. 15 Závislosti počtu slabých míst -50% na jemnost přzí

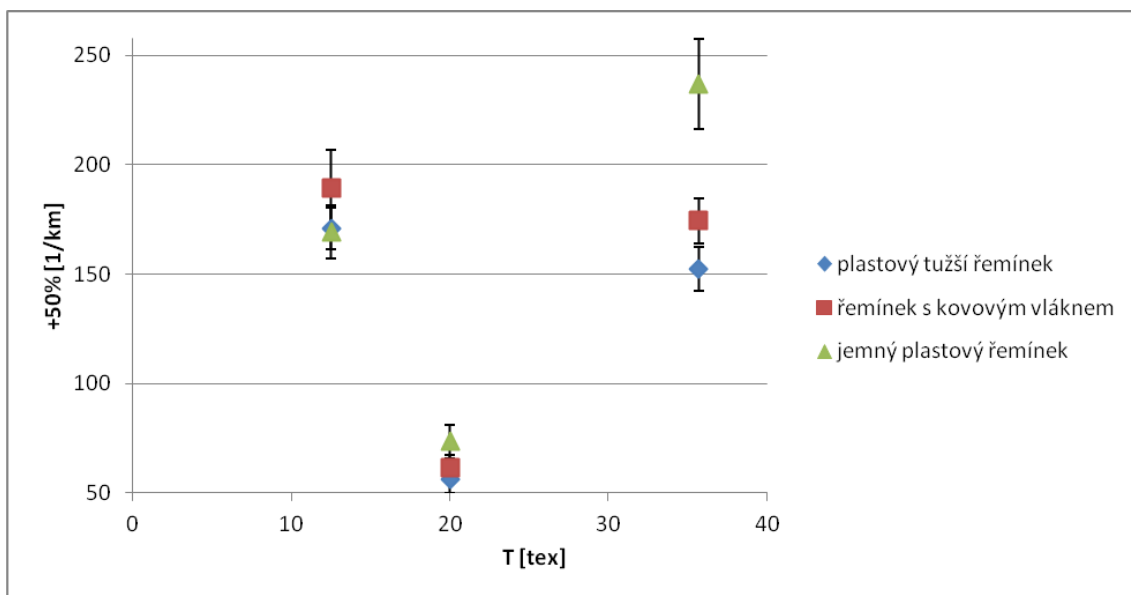
Na obr. 15 jsou znázorněny střední hodnoty počtu slabých míst -50% pro jednotlivé typy řemínků v závislosti na jemnosti vypředené příze.

Při jemnosti příze 12,5 tex jsou rozdíly středních hodnot počtu slabých míst -50% u všech typů řemínků statisticky nevýznamné, protože se jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot počtu slabých míst -50% překrývají. To platí také u jemností přízí 20 tex a 35,7 tex.

Statistická významnost či nevýznamnost rozdílů středních hodnot počtu slabých míst -50% byla ověřena pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Nejvhodnější se jeví jemný plastový řemínek, neboť příze vypředené s použitím tohoto řemínku vykazují nejmenší počet slabých míst -50% u přízí dvou jemností. Naopak nejméně vhodný se jeví plastový tužší řemínek, kdy příze vypředeného pomocí tohoto řemínku vykazují nejvyšší počet slabých míst -50% u jemností přízí 20 tex a 35,7 tex.

Z grafu je patrný trend, kdy při zvyšující se jemnosti klesá počet slabých míst -50% v přízi. Nižší hodnoty počtu slabých míst jsou ovlivněny počtem vláken v průřezu příze, kdy hrubší příze mají větší počet vláken v průřezu. Tento trend je uveden dle článku [29], [30].



Obr. 16 Závislosti počtu silných míst +50% na jemnosti příze

Na obr. 16 jsou znázorněny střední hodnoty počtu silných míst +50% pro jednotlivé typy řemínků v závislosti na jemnosti vypředené příze.

Při jemnosti příze 12,5 tex jsou rozdíly středních hodnot počtu silných míst +50% u všech typů řemínek statisticky nevýznamné, protože se jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají.

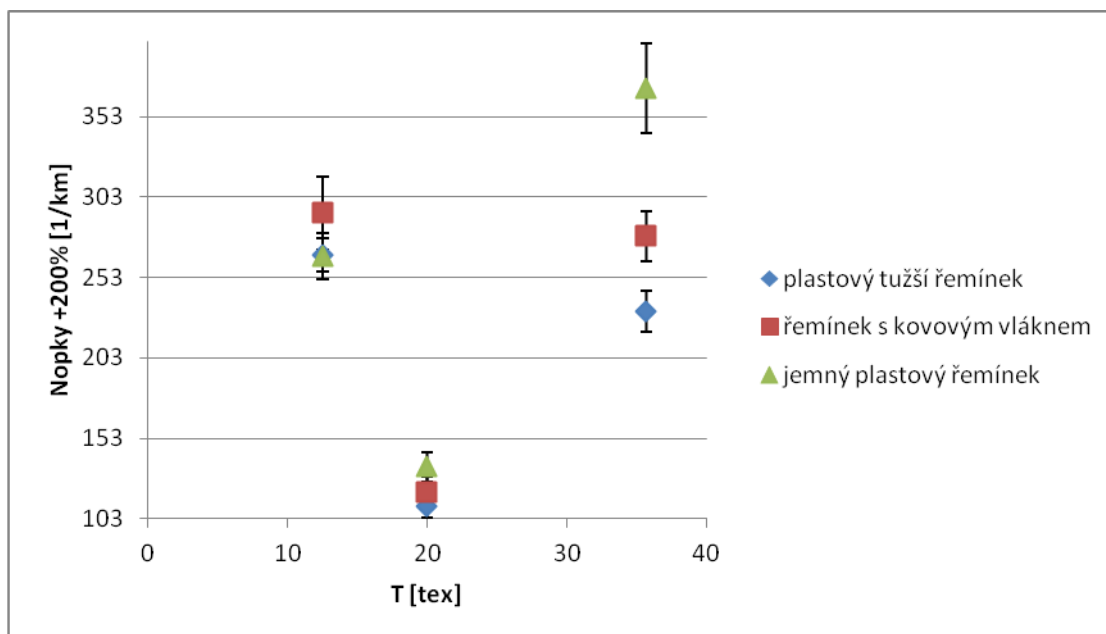
U jemnosti příze 20 tex jsou rozdíly středních hodnot počtu silných míst +50% statisticky významné mezi jemným plastovým řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem a také mezi jemným plastovým řemínkem a plastovým tužším řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Rozdíly středních hodnot počtu silných míst +50% jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

U jemnosti příze 35,7 tex jsou rozdíly středních hodnot počtu silných míst +50% statisticky významné mezi jemným plastovým řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem a také mezi řemínky jemným plastovým řemínkem a plastovým tužším řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Rozdíly středních hodnot počtu silných míst +50% jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

Statistická významnost či nevýznamnost rozdílů středních hodnot počtu silných míst +50% byla ověřena pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Z grafu je patrné že nejméně vhodný se jeví jemný plastový řemínek, kdy příze vypředené pomocí tohoto řemínku vykazují nejvyšší počet silných míst +50% u jemností přízí 20 tex a 35,7 tex. Nejvhodnější se jeví plastový tužší řemínek, neboť příze vypředené pomocí tohoto řemínku vykazují u jemností přízí 20 tex a 35,7 tex nejmenší počet silných míst +50%.

Čím jemnější příze je, tím by měla mít větší počet silných míst, neboť má menší počet vláken v průřezu příze, než hrubší příze. Tento trend je uveden dle článku [29], [30]. Trend se ovšem nepotvrdil, protože nejmenší počet silných míst +50% vykazují příze jemnosti 20 tex.



Obr. 17 Závislost počtu nopků + 200% na jemnosti příze

Na obr. 17 jsou znázorněny střední hodnoty počtu nopků +200% pro jednotlivé typy řemíneků v závislosti na jemnosti vypředené příze.

Při jemnosti příze 12,5 tex jsou rozdíly středních hodnot počtu nopků +200% u všech typů řemíneků statisticky nevýznamné, protože se jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají.

U jemnosti příze 20 tex jsou rozdíly středních hodnot počtu nopků +200% statisticky významné mezi jemným plastovým řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem a také mezi jemným plastovým řemínkem a plastovým tužším řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Rozdíly středních hodnot počtu nopků +200% jsou statisticky nevýznamné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se překrývají.

U jemnosti příze 35,7 tex jsou rozdíly středních hodnot počtu nopků +200% u všech typů řemíneků statisticky významné, protože se jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot nepřekrývají.

Statistická významnost či nevýznamnost rozdílů středních hodnot počtu nopků +200% byla ověřena pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Nejvyšší počet nopků +200% vyšel u jemnosti příze 35,7 tex u jemného plastového řemíneků, naopak nejnižší počet nopků +200% vyšel u jemnosti příze 20 tex

u plastového tužšího řemínku. Z grafu je patrné že nejméně vhodný se jeví jemný plastový řemínek, kdy příze vypředené pomocí tohoto řemínku vykazují nejvyšší počet nopků +200% u jemností přízí 20 tex a 35,7 tex. Nejvhodnější se jeví plastový tužší řemínek, neboť příze vypředené pomocí tohoto řemínku vykazují u jemností přízí 20 tex a 35,7 tex nejmenší počet nopků +200%.

Čím jemnější příze je, tím by měla mít větší počet vad, neboť má menší počet vláken v průřezu příze, než hrubší příze. Tento trend je uveden dle článku [29], [30]. Tento trend se ovšem nepotvrdil stejně jako u silných míst

11. Průměr

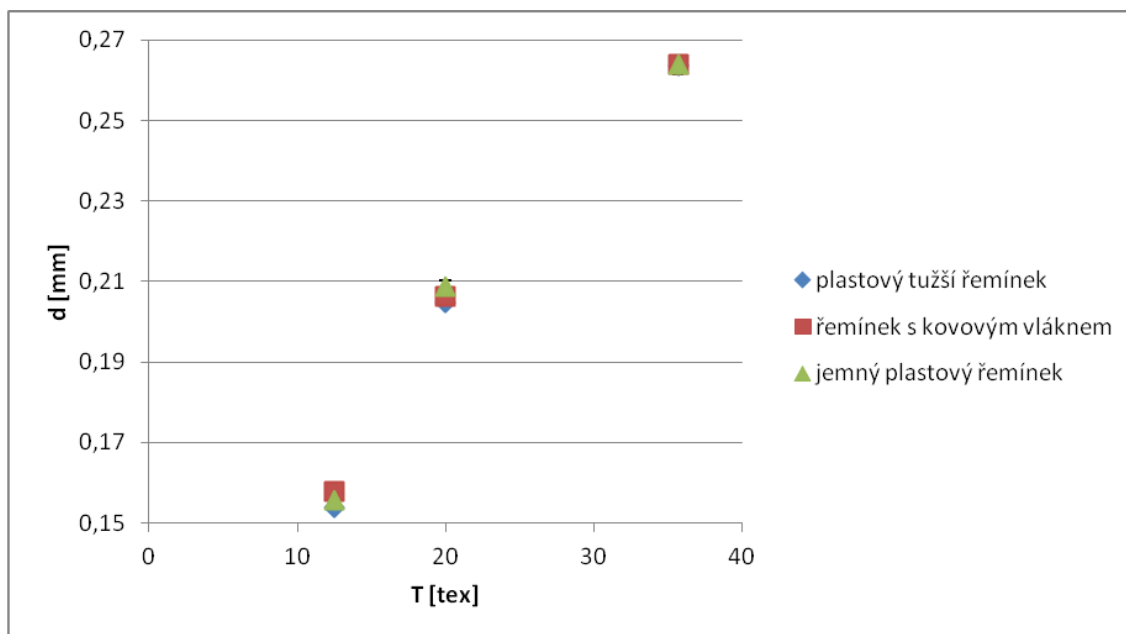
Výsledky měření průměru příze

Průměr příze měří přístroj Uster Tester 4-SX.

Nastavení aparatury bylo stejné jako při měření chlupatosti, hmotné nestejnoměrnosti a vad.

Tab. 9 Statistické zpracování dat průměru příze

plastový tužší řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
D	\bar{x} [mm]	0,154	0,204	0,263
	s [mm]	0,0019	0,0018	0,0041
	95% IS [mm]	(0,153;0,154)	(0,203;0,205)	(0,261;0,265)
řemínek s kovovým vláknem		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
D	\bar{x} [mm]	0,157	0,206	0,263
	s [mm]	0,0028	0,0017	0,0031
	95% IS [mm]	(0,156;0,158)	(0,205;0,207)	(0,262;0,264)
jemný plastový řemínek		12,5 tex	20 tex	35,7 tex
D	\bar{x} [mm]	0,155	0,208	0,263
	s [mm]	0,0012	0,0037	0,0021
	95% IS mm]	(0,155;0,156)	(0,207;0,210)	(0,262;0,264)



Obr. 18 Závislost průměru příze na jemnosti přízí

Na obr. 18 jsou znázorněny střední hodnoty průměru příze pro jednotlivé typy řemíneků v závislosti na jemnosti vypředené příze.

U jemnosti příze 12,5 tex jsou rozdíly středních hodnot průměru příze D statisticky významné mezi plastovým tužším řemínkem a řemínkem s kovovým vláknem a také mezi plastovým tužším řemínkem a jemným plastovým řemínkem, jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot se nepřekrývají. Mezi řemínkem s kovovým vláknem a jemným plastovým řemínkem jsou rozdíly středních hodnot průměru příze D statisticky nevýznamné, neboť se jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají.

U jemnosti příze 20 tex jsou rozdíly středních hodnot průměru příze D u všech typů řemíneků statisticky nevýznamné, protože se jejich intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají. To stejné platí u jemnosti příze 35,7 tex.

Z grafu je vidět trend, že čím je příze hrubší, tím musí mít větší průměr příze, protože čím je příze hrubší, tím má příze v průřezu větší počet vláken.

Statistická významnost či nevýznamnost rozdílů středních hodnot průměru příze D byla ověřena pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Rozdíly v průměru přízí jsou malé a zároveň při každé jemnosti se jeví nejvíce vhodný jiný typ perforovaného řemínku. Typ řemínku nemá vliv na průměr příze.

12. Souhrn vlastností

Pro snadnější porovnání vlivu typu perforovaných řemínků byla vytvořena tab. 10. V tab. 10 jsou uvedeny testované vlastnosti, rozdělené podle jemností příze a typu perforovaného řemínku. Nejlepší hodnota vlastnosti při použití určitého řemínku byla ohodnocena 4 body, střední hodnota vlastnosti při použití určitého řemínku byla ohodnocena 2 body a nejhorší hodnota vlastnosti při použití určitého řemínku nebyla ohodnocena žádným bodem. Pokud se intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývaly u všech typu řemínku, všechny řemínky byly ohodnoceny 2 body. Takto byly ohodnoceny všechny hodnoty vlastností, které dosáhly příze při předení s určitým typem řemínku. Poté se spočítal celkový počet bodů u jednotlivé vlastnosti, který byl následně vynásoben indexem významnosti, který udává jak je daná vlastnost pro kevlarové příze důležitá. Jedná se o technické příze, proto nejvyšší indexovou hodnotu dostaly vlastnosti pevnost R , index chlupatosti H a chlupatost $S3$, naopak nejmenší indexovou hodnotu dostaly vady příze, které byly uvažovány souhrnně (silné místa +50%, slabá místa -50% a nopky +200%) a celkově byly ohodnoceny indexem významnosti 9%. Poté se sečetly všechny body pro všechny řemínky, což je znázorněno v tab. 11.

Tab. 10 Souhrn vlastností

Vlastnost	Jemnost	plastový tužší řemínek	řemínek s kovovým vláknem	jemný plastový řemínek
S3	12,5 tex	2	0	4
	20 tex	2	2	2
	35,7 tex	4	2	0
Celkem		8	4	6
index 20%		1,6	0,8	1,2
S12	12,5 tex	2	0	4
	20 tex	0	4	2
	35,7 tex	4	2	0
Celkem		6	6	6
index 6%		0,36	0,36	0,36
sH	12,5 tex	2	0	4
	20 tex	2	4	0
	35,7 tex	2	2	2
Celkem		6	6	6

index 5%		0,3	0,3	0,3
H	12,5 tex	2	0	4
	20 tex	2	4	0
	35,7 tex	2	2	2
Celkem		6	6	6
index 20%		1,2	1,2	1,2
R	12,5 tex	4	2	0
	20 tex	2	2	2
	35,7 tex	0	4	2
Celkem		6	8	4
index 20%		1,2	1,6	0,8
ε	12,5 tex	2	4	0
	20 tex	4	2	0
	35,7 tex	2	4	0
Celkem		8	10	0
index 10%		0,8	1	0
CVm	12,5 tex	2	2	2
	20 tex	2	2	2
	35,7 tex	4	2	0
Celkem		8	6	4
index 10%		0,8	0,6	0,4
+50%	12,5 tex	2	2	2
	20 tex	4	2	0
	35,7 tex	4	2	0
Celkem		10	6	2
index 3%		0,3	0,18	0,06
-50%	12,5 tex	2	2	2
	20 tex	2	2	2
	35,7 tex	2	2	2
Celkem		6	6	6
index 3%		0,18	0,18	0,18
Nopky +200	12,5 tex	2	2	2
	20 tex	4	2	2
	35,7 tex	4	2	0
Celkem		10	6	4
index 3%		0,3	0,18	0,12

Tab. 11 Celkový souhrn vlastností

Vlastnost	plastový tužší řemínek	řemínek s kovovým vláknem	jemný plastový řemínek
S3	1,6	0,8	1,2
S12	0,36	0,36	0,36
sH	0,3	0,3	0,3
H	1,2	1,2	1,2
R	1,2	1,6	0,8
ϵ	0,8	1	0
CVm	0,8	0,6	0,4
+50%	0,3	0,18	0,06
-50%	0,18	0,18	0,18
nopky + 200%	0,3	0,18	0,12
Součet	7,04	6,4	4,62

Závěr

Cílem této práce bylo porovnat vlastnosti kevlarových přízí vypředených na kompaktním dopřádacím stroji Suessen EliTe a sledovat vliv typu perforovaného řemínku na kompaktním dopřádacím stroji na změnu sledovaných vlastností. Experimentální příze tvořily příze třech jemností 12,5 tex, 20 tex a 35,7 tex a třech typů řemínků: plastový tužší řemínek, řemínek s kovovým vláknem a jemný plastový řemínek. Od každé jemnosti bylo testováno 10 potáčů. Pro testování byly zvoleny typy vlastností: chlupatost, pevnost, tažnost, hmotná nestejnomyšnost, počet vad a průměr příze. Způsob měření těchto vlastností je uveden v rešeršní části práce.

Materiál pro měření poskytla firma Schoeller Křešice s. r. o. Experimentální část práce byla zaměřena na měření a vyhodnocování jednotlivých vlastností kompaktních přízí s různým typem perforovaného řemínku. Naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány pomocí programu QC Expert, kde byla sledována jejich homogenita a normalita. Dále byl počítán průměr, rozptyl, směrodatná odchylka, variační koeficient a 95% interval spolehlivosti pro střední hodnoty jednotlivých vlastností. Posléze byla provedena analýza rozptylu dat v programu ANOVA, pro přesnější určení statisticky významných či nevýznamných změn středních hodnot sledovaných vlastností.

Jako první byla testována jemnost a zákrut příze, která je uvedena v tab. 1. Jemnost vyšla stejně, jako uvádí výrobce. Zákrut byl u každé jemnosti a každého typu perforovaného řemínku jiný.

Další sledovanou vlastností byla chlupatost příze testovaná na přístrojích Uster Tester 4 – SX a Zweigle G567. Na přístroji Uster Tester 4 – XS byl sledován index chlupatosti H a směrodatná odchylka chlupatosti sH . Z naměřených výsledků nelze jednoznačně určit, který typ řemínku je nejlepší. Typ řemínku nemá vliv na změnu index chlupatosti H a směrodatnou odchylku chlupatosti sH . Na přístroji Zweigle G 567 byly sledovány kategorie $S12$ a $S3$. Do kategorie $S12$ patří odstávající vlákna s délkou 1 a 2 mm, zatímco do kategorie $S3$ se řadí vlákna s délkou 3 až 15 mm. Z grafu, kde

byly zpracovány výsledky závislosti chlupatosti příze na jemnosti příze, je patrné že typ řemínku nemá vliv na chlupatost příze v obou kategoriích *S2* a *S13*.

Pevnost příze byla další sledovaná vlastnost na přístroji Instron 4411. Ze zpracovaných výsledků byly konstruovány grafické závislosti vlivu typu řemínku na změnu pevnosti příze R . porovnání třech řemínků je zřejmé, že nejvhodnější se jeví plastový tužší řemínek, kdy příze vypředené pomocí tohoto řemínku vykazují nejvyšší poměrnou pevnost u jemností příze 12,5 tex a 20 tex, naopak nejméně vhodný se jeví jemný plastový řemínek, kdy příze vypředené pomocí tohoto řemínku vykazují nejnižší hodnoty poměrné pevnosti u stejných jemností. U jemnosti 35,7 tex jsou výsledky opačné, kdy příze vypředené pomocí plastového tužšího řemínku vykazují nižší poměrnou pevnost, než příze vypředené pomocí jemného plastového řemínku. Typ řemínku má vliv na pevnost příze. Na jemnější příze je vhodnější plastový tužší řemínek, zatímco na hrubší příze je vhodnější řemínek s kovovým vláknem.

Tažnost příze byla další vlastnost, testovaná společně s pevností na stejném přístroji. Ze zpracovaných výsledků byly konstruovány grafické závislosti vlivu typu řemínku na změnu tažnosti příze \mathcal{E} . Příze vypředené pomocí jemného plastového řemínku vykazují nejmenší tažnost \mathcal{E} u přízí všech jemností, tudíž se dá určit, že jemný plastový řemínek je nejméně vhodný. Výsledky vypředených přízí pomocí plastového tužšího řemínku a řemínku s kovovým vláknem, jsou u jemností přízí 12,5 tex a 35,7 tex takřka totožné. U jemnosti příze 20 tex vykazují vyšší pevnost příze vypředené pomocí plastového tužšího řemínku. Díky tomu se dá určit, že plastový tužší řemínek je nejvhodnější pro použití k vypřádání kevlarových přízí.

Hmotná nestejnomyšlnost byla další sledovanou vlastností na přístroji Uster Tester 4 - SX. Ze zpracovaných výsledků byly konstruovány grafické závislosti vlivu typu řemínku na změnu hmotné nestejnomyšlnosti CV_m příze. Ze zjištěných výsledků nelze určit, jaký typ řemínku je nejvhodnější. U jemností příze 12,5 tex vykazují nejvyšší hodnotu příze vypředené s použitím řemínku s kovovým vláknem, u jemnosti příze 20 tex vykazují nejvyšší hodnotu příze vypředené na plastovém tužším řemínku a u jemnosti příze 35,7 tex vykazují nejvyšší hodnotu příze vypředené na jemném plastovém řemínku. Typ řemínku nemá vliv na nestejnomyšlnost příze, neboť se intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývají mezi všemi typy perforovaných řemínků u jemnosti 12,5 tex a 20 tex.

Dále byly sledovány počty silných míst, slabých míst a nopků, také na přístroji Uster Tester 4 - SX. Ze zpracovaných výsledků byly konstruovány grafické závislosti vlivu typu řemínku na změnu počtu slabých míst -50%, silných míst +50% a nopků +200%. U počtu slabých míst -50% se projevil trend, že čím je příze hrubší, tím má menší počet slabých míst. To je způsobeno větším počtem vláken v průřezu příze [27], [28]. Čím vyšší jemnost, tím jsou menší rozdíly v počtu slabých míst mezi třemi typy řemínku. U nejjemnější příze 12,5 tex a příze 20 tex je jeví jako nejvhodnější řemínek jemný plastový řemínek, kdy příze vypředené pomocí tohoto řemínku vykazují nejnižší počet slabých míst. Typ perforovaného řemínku má vliv na počty slabých míst. U počtu silných míst +50% se nejvhodnější jeví plastový tužší řemínek, když příze vypředené pomocí tohoto řemínku mají u dvou jemností nejmenší počet silných míst. Naopak nejméně vhodný se jeví jemný plastový řemínek, když příze vypředené s pomocí tohoto řemínku vykazují největší počet silných míst jak u přízí jemností 20 tex, tak u přízí jemností 35,7 tex. Stejně výsledky jako u počtu silných míst +50% vyšly u počtu nopků +200%.

Poslední sledovanou vlastností byl průměr příze. Ze zpracovaných výsledků byly konstruovány grafické závislosti průměru příze na jemnosti příze. Z výsledků je patrný trend, že čím je příze hrubší, tím má větší průměr příze, což je způsobeno větším počtem vláken v průřezu příze. Výsledky všech typů řemínků vyšly takřka totožné u všech jemností, tudíž se dá určit, že typ řemínků nemá vliv na změnu průměru příze.

Na závěr bylo provedeno celkové zhodnocení řemínku pomocí tab. 11, kde jsou sečteny všechny body pro jednotlivé řemínky z tab. 10, ve které byly všechny vlastnosti bodově ohodnoceny podle naměřených výsledků. Z tab. 11 je patrné, že nejvíce bodů získal plastový tužší řemínek, tudíž se jeví jako nejvhodnější pro kevlarové příze, zatímco nejméně vhodný se jeví jemný plastový řemínek, který dostal nejmenší počet bodů. Při výběru typu řemínku je důležitým faktorem také cena řemínku, neboť je to část stroje, která se rychle opotřebovává a musí se často měnit. Cena perforovaného řemínku se pohybuje mezi 1-1,5€ za kus. Cena tužšího plastového řemínku a jemného plastového řemínku je stejná, dražší je řemínek s kovovým vláknem, ovšem jeho životnost je větší než u zmíněných dvou řemínků. Dává se do vzájemného poměru cena a životnost řemínku, který rozhoduje o výsledku.

Literatura

- [1] Wikipedie: *Kevlar* [online]. [cit. 25. ledna 2015].
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Plastový_řemínek_-_tužší
- [2] Vscht: *Kabel* [online]. [cit. 25. března 2015].
Dostupné z:
http://old.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/res_delkove_textilie/teorie.htm
- [3] Wikipedie: *Stapl* [online]. [cit. 25. března 2015].
Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Stapl>
- [4] Jirásková, P.: *SBV 2012 Konvertory* [online]. Technická univerzita v Liberci, 2012 [cit. 25. ledna 2015]. Dostupné z:
http://www.ktt.tul.cz/index.php?page=predmety&action=detail&nextaction=view&id_predmet=23
- [5] Jirásková, P.: *SBV 2012 Protahování* [online]. Technická univerzita v Liberci, 2012 [cit. 25. ledna 2015]. Dostupné z:
http://www.ktt.tul.cz/index.php?page=predmety&action=detail&nextaction=view&id_predmet=23
- [6] Jirásková, P.: *SBV 2012 Předřádání* [online]. Technická univerzita v Liberci, 2012 [cit. 19. listopadu 2014]. Dostupné z:
http://www.ktt.tul.cz/index.php?page=predmety&action=detail&nextaction=view&id_predmet=23
- [7] Jirásková, P.: *SBV 2012 Dopřádání prstencové* [online]. Technická univerzita v Liberci, 2012 [cit. 25. ledna 2015]. Dostupné z:
http://www.ktt.tul.cz/index.php?page=predmety&action=detail&nextaction=view&id_predmet=23
- [8] Jirásková, P.: *SBV 2012 Dopřádání kompak* [online]. Technická univerzita v Liberci, 2012 [cit. 25. ledna 2015]. Dostupné z:
http://www.ktt.tul.cz/index.php?page=predmety&action=detail&nextaction=view&id_predmet=23
- [9] Webové stránky firmy Suessen: *Brožura stroje EliTe®CompactSet V5* [online]. [cit. 17. listopadu 2014]. Dostupné z:
<http://www.suessen.com/index.php?id=285&L=0>
- [10] NPTEL [online]. Suessen EliTe [cit. 20. dubna 2015]. Dostupné z:
<http://nptel.ac.in/courses/116102038/29>
- [11] Jirásková, P.: *Výroba délkových textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN 80-7083-845-0
- [12] Voborová, J.: *Chlupatost a průměry přízí, Souhrnná zpráva* [online]. Technická univerzita v Liberci, [cit. 9. ledna 2015]. Dostupné z:

[http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/1Projektovani/1.1_zaverecne_zpravy/\[1.1.08\].pdf](http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/1Projektovani/1.1_zaverecne_zpravy/[1.1.08].pdf)

- [13] Kinor, M. I.: *Measurement of Yarn Hairiness* [online]. Mymensingh, 2012 [cit. 4. března 2015]. Dostupné z: <http://textilelearner.blogspot.cz/2012/05/measurement-of-yarn-hairiness-shirley.html>
- [14] *Hodnocení chlupatosti příze – rozšíření optické metody: DP* [online]. [cit. 6. prosince 2014]. Dostupné z: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/3411/mgr_12960.pdf?sequence=1
- [15] Kovačič, V.: *Zkoušení textilií II*, Technická univerzita v Liberci, skripta [online]
- [16] norma ČSN EN ISO 2062
- [17] Kovačič, V.: *Zkoušení textilií, bakalářské studium* [online]. Technická univerzita v Liberci. [cit. 18. února 2015]. Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/?q=cs/materialy>
- [18] Moučková (Cihlářová), E.: *Hmotová nestejnomyernost*. Technická univerzita v Liberci, 2002
- [20] Vypocitejto: *Aritmetický průměr* [online]. [cit. 18. března 2015]. Dostupné z: <http://www.vypocitejto.cz/matematika/prumer/>
- [21] Matematika: *rozptyl* [online]. [cit. 19. března 2015]. Dostupné z: <http://matematika.cz/rozptyl>
- [22] Wikipedia: *Směrodatná odchylka* [online]. [cit. 19. března 2015]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Sm%C4%9Brodavn%C3%A1_odchylka
- [23] Wikipedia: *Variační koeficient* [online]. [cit. 19. března 2015]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Varia%C4%8Dn%C3%AD_koeficient
- [24] Cyhelský, L., Souček, E.: *Statistické minimum pro studující při zaměstnání v pěti kapitolách*. Technická univerzita v Liberci, 2010. ISBN 978-80-7372-575-4
- [25] Testování normality [online]. *Veterinární a farmaceutická univerzita Brno*. [cit. 21. dubna 2015]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/chi2test.htm>
- [26] Multimediální pomůcky na VFU [online]. *Anova*. [cit. 22. dubna 2015]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/ANOVA.htm>
- [27] Çelik, P., Kadoğlu, H.: *A Research on the Compact Spinning for Long Staple Yarns*, In: *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. Izmir: Ege university, 2004
- [28] Ursíny, P., Jirásková, P., Moučková, E.: *Analýza vlastností kompaktních přízí, řešeršní studie, TUL 2007*

[29] Compact Cotton Yarn. [online]. [cit. 25. dubna 2015]. Dostupné z: http://www.fibtex.lodz.pl/48_08_22.pdf?origin=publication_detail

[30] An Investigation about Tensile Strength, Pilling and Abrasion Properties of Woven Fabrics made from Conventional and Compact Ring-Spun Yarns . [online]. [cit. 25. dubna 2015]. Dostupné z: http://www.fibtex.lodz.pl/60_11_39.pdf

Seznam obrázku

- Obr. 1: Zákrutový trojúhelník [7]
- Obr. 2: Průtahové ústrojí kompaktního dopřádacího stroje Suessen EliTe [9]
- Obr. 3: Schéma kompaktního dopřádacího stroje Suessen EliTe [8]
- Obr. 4: Sací hubice kompaktního dopřádacího stroje Suessen EliTe [10]
- Obr. 5: Měření chlupatosti na přístroji Zweigle [13]
- Obr. 6: Měření chlupatosti na přístroji Uster Tester [13]
- Obr. 7: Princip měření na přístroji Uster Tester [18]
- Obr. 8: Závislost počtu odstávajících vláken součtové kategorie $S12$ na jemnost příze
- Obr. 9: Závislost počtu odstávajících vláken součtové kategorie $S3$ na jemnost příze
- Obr. 10: Porovnávání Indexu chlupatosti H
- Obr. 11: Porovnání směrodatné odchylky chlupatosti sH
- Obr. 12: Závislost poměrné pevnosti na jemnost příze
- Obr. 13: Závislost tažnosti na jemnost příze
- Obr. 14: Závislost hmotné nestejnomyěrnosti na jemnost příze
- Obr. 15: Závislosti počtu slabých míst -50% na jemnost příze
- Obr. 16: Závislosti počtu silných míst +50% na jemnost příze
- Obr. 17: Závislost počtu nopků + 200% na jemnosti příze
- Obr. 18: Závislost průměru příze na jemnosti přízí

Seznam tabulek

- Tab. 1: Přehled přízí
- Tab. 2: Přehled řemínků
- Tab. 3: Statisticky zpracované výsledky měření chlupatosti na přístroji Zweigle
- Tab. 4: Statisticky zpracované výsledky měření chlupatosti na aparatuře Uster Tester
- Tab. 5: Statistické zpracování dat měření pevnosti
- Tab. 6: Statistické zpracování dat tažnosti
- Tab. 7: Statistické zpracování dat hmotné nestejnomyěrnosti
- Tab. 8: Statistické zpracování dat počtu vad
- Tab. 9: Statistické zpracování dat průměru příze
- Tab. 10: Souhrn vlastností
- Tab. 11: Celkový souhrn vlastností