

Bakalářská práce

Vliv technologie přípravy pramene pro tryskové předení na vlastnosti příze vyrobené na dopřádacím stroji Savio Lybra Smartspinner

Studijní program:

B0723A270001 Textilní technologie, materiály a nanomateriály

Autor práce:

Jonáš Macek

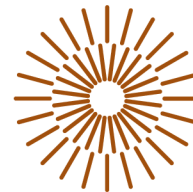
Vedoucí práce:

Ing. Petra Jirásková, Ph.D.
Katedra technologií a struktur

Konzultant práce:

Ing. Eva Moučková, Ph.D.
Katedra technologií a struktur

Liberec 2024



Zadání bakalářské práce

Vliv technologie přípravy pramene pro tryskové předení na vlastnosti příze vyrobené na dopřádacím stroji Savio Lybra Smartspinner

Jméno a příjmení:

Jonáš Macek

Osobní číslo:

T21000218

Studijní program:

B0723A270001 Textilní technologie, materiály a nanomateriály

Zadávací katedra:

Katedra technologií a struktur

Akademický rok:

2022/2023

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši o vlastnostech tryskových přízí, zaměřte se na vliv nestejnomyšnosti předlohy a strojně-technologických parametrů tryskového dopřádacího stroje.
2. Popište způsoby přípravy pramene pro tryskové předení a jejich vliv na kvalitu výsledného pramene. Popište tryskový dopřádací stroj firmy Savio, zaměřte se na technologické možnosti stroje.
3. Realizujte výpřed přízí na tryskovém stroji Savio Lybra Smartspinner z pramenů připravených klasickou a zkrácenou technologií přípravy pro tryskové předení.
4. S ohledem na experiment, navrhňte vlastnosti tryskové příze, které testujte na vzorcích vypředěných přízí. Proveďte také testování předkládaných pramenů. Výsledky statisticky zpracujte.
5. Zhodnoťte vhodnost zkrácení technologie přípravy pramene na tryskovém dopřádacím stroji na vlastnosti tryskové příze.

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

Seznam odborné literatury:

- [1] STALDER, H. The Rieter Manual of Spinning, Volume 6 – Alternative spinning systems. Rieter Machine Works Ltd, Winthertur, 2014.
[2] ERDURLU, N., OZIPEK, B., OXENHAM, W. Vortex spinning technology, *Textile Progress*, 44 (3-4), 141-174.
[3] ORTLEK, H. G., & ULKU, S. Effect of some variables on properties of 100% cotton vortex spun yarn. *Textile Research Journal*, 75(6), 458-461.

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

Datum zadání práce: 5. října 2022
Předpokládaný termín odevzdání: 20. května 2024

L.S.

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Pavel Pokorný, Ph.D.
garant studijního programu

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, 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 nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

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

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

Anotace

Tato bakalářská práce pojednává o možnostech výroby přízí na tryskovém stroji Savio Lybra Smartspinner z pramenů připravených zkrácenou (včetně popisu teoretických limitů a nevýhod) a standardní technologií. Teoretická část bakalářské práce popisuje technologii tryskového předení a použité technologie přípravy pramene pro tryskové předení, předpokládané rozdílné chování při jejich zpracování a vliv na vlastnosti přízí.

Dále je v popsáno fungování stroje Savio Lybra Smartspinner z pohledu tvorby příze. Pro experimentální část bylo vypředeno šest vzorků příze ze třech různých pramenů, byla sledována kvadratická hmotová nestejnomyšnost, pevnost, tažnost, chlupatost a četnost slabých a silných míst. Cílem bakalářské práce je prozkoumat vliv jednotlivých technologií přípravy pramene na výše zmíněné vlastnosti přízí. Práce má ukázat na rozdílné naměřené vlastnosti přízí a zjistit, jestli lze nahradit standardní technologii přípravy pramene zkrácenou technologií (případně za jakých podmínek).

Annotation

This bachelor thesis is focused at a possibilities of yarn production at airjet spinning machine Lybra Smartspinner from Savio from sliver prepared by short proces sliver preparation technology (including teoretical limits and disadvantages) and by standard sliver preparation technology. Teoretical part of bachelor thesis describes airjet machine technology and a possibility of using slivers prepared for airjet spinning machines, expected different behaviours during spinning with those slivers and influence into a yarn.

Than is description of Savio Lybra Smartspinner machine from view on a yarn formation. For experimental part were prepared six samples of yarns from three different slivers, there was a focus on evenness, tenacity, elongation, hairiness and a number of thin and thick places. Target of this bachelor degree is to explore impact of mentioned sliver preparation technolgies at properties of yarn, which are mentioned above.

Thesis should show a different measured properties of yarns and find if there is a possibility to use short proces of sliver preparation (or with which conditions) instead of standard proces.

Klíčová slova

Tryskové předení, technologie výroby pramene, vlastnosti přízí, zkrácený proces výroby pramene, mykací stroj s přídatnou průtahovou hlavou, IDF, tryskový dopřádací stroj Savio Lybra Smartspinner

Key words

Airjet spinning, technology of sliver preparation, yarn properties, basic properties of yarns, short process of sliver preparation, carding machine with IDF, airjet spinning machine Savio Lybra Smartspinner

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí bakalářské práce Ing. Petře Jiráskové, Ph.D. a konzultantce Ing. Evě Moučkové, Ph.D. za cenné rady a připomínky při zpracování této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval Massimovi Velludovi z firmy Savio s.p.a. za pomoc a možnost využít firemní vybavení včetně spřádního tryskové stroje Lybra Smartspinner.

1. Obsah:

Seznam použitých zkratk a symbolů

Úvod

Rešeršní část:

1.1.1 Airjet příze

1.1.2 Technologie airjet předení

1.1.3 Obalová stužka a zákrut

1.1.4 Hmotová nestejnsměrnost, pevnost, tažnost a chlupatost

1.1.5 Vlastnosti airjet příze

1.2.1 Příprava pramene

1.2.2 Příprava materiálu, rozvolňování, čištění a mísení

1.2.3 Mykání

1.2.4 Přídavná průtahová hlava – IDF

1.2.5 Družení a protahování

1.2.6 Technologie přípravy pramene pro tryskový dopřádací stroj

1.2.7 Standardní proces přípravy pramene

1.2.8 Zkrácený proces přípravy pramene

1.3.1 Popis stroje Lybra Smartspinner

1.3.2 Dosavadní poznatky

1.3.3 Předpokládané vlastnosti přízí

1.3.4 Analýza dat

Experimentální část

2.1.1 Popis vzorků a měření

2.1.2 Podmínky výpředů

2.2.1 Vlastnosti pramenů

2.2.2 Kvadratická hmotová nestejnsměrnost

2.2.3 Pevnost a tažnost

2.2.4 Chlupatost

2.3.1 Závěr

Seznam použitých zkratk a symbolů

Atd.	a tak dále	
CV	Kvadratická hmotová nestejnomyěrnost	[%]
CV _m	Kvadratická hmotová nestejnomyěrnost	[%]
CV _{ef}	Naměřená kvadratická hmotová nestejnomyěrnost vlákenného útvaru	[%]
CV _{fn}	Kvadratická hmotová nestejnomyěrnost produktu na výstupu stroje	[%]
CV _{fn-1}	Kvadratická hmotová nestejnomyěrnost produktu na vstupu stroje	[%]
CV _{lim}	Limitní kvadratická hmotová nestejnomyěrnost	[%]
CV _{stroj}	Strojová kvadratická hmotová nestejnomyěrnost	[%]
CV _{výr}	Výrobní kvadratická hmotová nestejnomyěrnost	[%]
č.	Číslo	[-]
D	Průměr	[m]
I	Index nestejnomyěrnosti	[-]
IS	Interval spolehlivosti	[-]
IDF	Integrated draw frame – přídavná průtahová hlava	[-]
Neco	Označení jemnosti příze anglickým číslem	[-]
Obr.	Obrázek	[-]
T	Jemnost	[tex]
Tab.	Tabulka	[-]
TUL	Technická univerzita v Liberci	[-]
tex	Jednotka jemnosti	[-]
Tan	Tangens – goniometrická funkce	[-]

TD10	Posukovací stroj od firmy Trützschler	[-]
TD9	Posukovací stroj od firmy Trützschler	[-]
TC19	Mykací stroj od firmy Trützschler	[-]
v_p	Variační koeficient průřezu vláken	[-]
Z	Zákrut nebo počet ovinů	$[m^{-1}]$
B	Řecké písmeno beta	[°]
ε	Řecké písmeno Epsilon	[-]
λ	Řecké písmeno Lambda	[-]
ν	Řecké písmeno Ný	[-]
Π	Ludolfovo číslo	[-]
σ	Řecké písmeno sigma	[-]

Úvod

Cílem bakalářské práce je lepší porozumění vlivu přípravy pramene pro tryskový dopřádací stroj na vlastnosti vypřádaných přízí.

V rešeršní části jsou popsány základní vlastnosti airjet přízí, tvorba tryskové příže, popis jednotlivých strojů použitých v přípravě pramene a jednotlivé možnosti přípravy pramene včetně jejich výhod a nevýhod. Dále je popsán samotný tryskový dopřádací stroj od firmy Savio, jsou zhodnoceny již známé poznatky k vlivu přípravy pramene na vlastnosti tryskových přízí a také jsou navrženy předpoklady k výsledkům porovnání přízí z pramenů připravených standardním a zkráceným způsobem přípravy pramene. Předpoklady jsou založeny na již prozkoumaných teoretických znalostech.

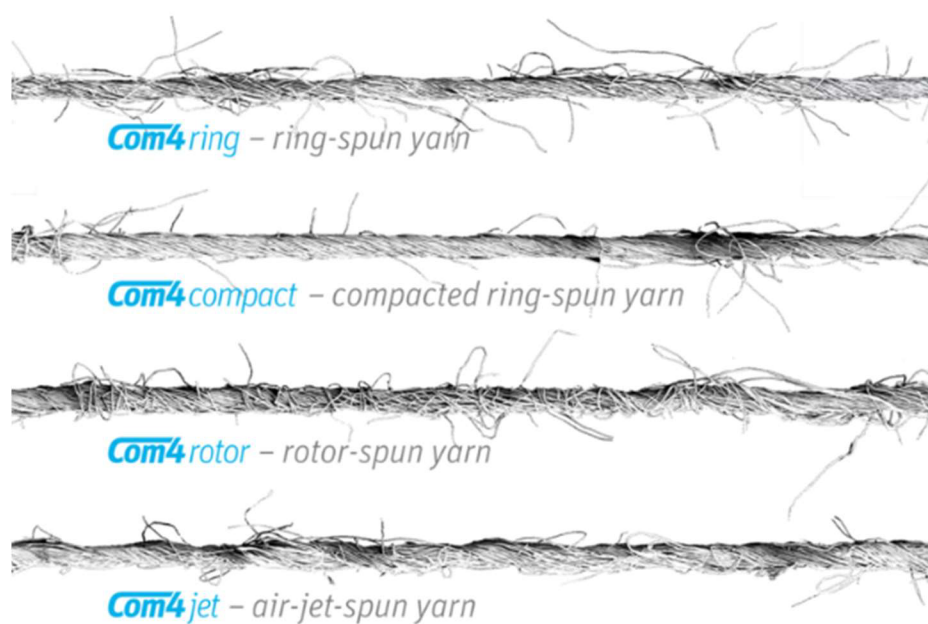
Součástí experimentální části je popis vzorků a měření, dále jsou popsány podmínky výpředů, včetně vlastností pramenů. Dále jsou hodnoceny jednotlivé vlastnosti přízí a porovnávány s předpokladem.

Na závěr jsou zhodnoceny všechny výsledky experimentu společně a je popsána vhodnost použití zkráceného způsobu přípravy pramene.

Rešeršní část

1.1.1 Airjet příze

Airjet příze se značně liší od prstencové či rotorové příze, kvůli zcela jiné struktuře (Obr.1), která dává přízi specifické vlastnosti a užití. Airjet příze je označována jako svazková, skládá se z obalové stužky, která ve tvaru šroubovice pevně svírá jádrovou složku, ta je tvořena z paralelních vláken bez zákrutu. Z celkového počtu vláken v přízi je 70 až 85 % obsaženo právě v jádrové složce [1].



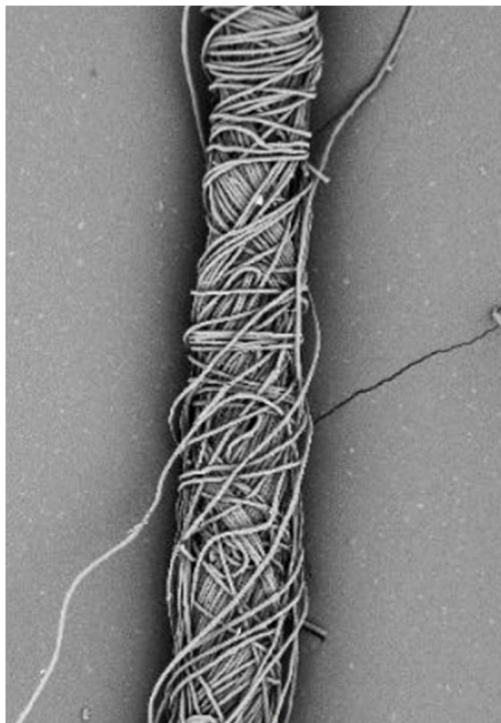
Obr. 1 - ukázka struktur přízi z rozdílných technologií dopřádání [1]

Obalová stužka je na mikroskopickém snímku viditelná díky periodickému opakování (Obr. 5), její vlákna nejsou jen ovinuta kolem jádrové části, ale částečně zakrouceny mezi sebou a také jsou zčásti součástí jádrové složky. Pokud by vlákna jádrové složky a obalové stužky byly od sebe zcela odděleny, ovinutá vlákna by nedržela tvar, a i pevnost příze by byla minimální.

Pokud by obalová stužka byla poškozena nebo by zcela chyběla, pevnost příze by byla tvořena pouze třením mezi vlákny ve směru osy příze, pevnost v tahu by tedy byla minimální a příze by byla nepoužitelná v dalších procesech.

Takováto část příze je považována za vadnou (anglicky weak yarn [2]) a je detekovaná a odstraněna pomocí systému kontroly kvality příze na dopřádacím stroji.

Všechna vlákna prstencové (mykané i česané) příze jsou společně zakroucena ve tvaru šroubovice (Obr. 1). Struktura uložení vláken v rotorové příze je popisována jako “kyselé zelí” s ovinkami, všechny vlákna tedy nejsou uložena paralelně. Rotorová příze je typická díky ovinkům (Obr. 2), ty jsou tvořeny vlákny, která jsou obtočena kolmo k ose příze a pevně svírají přízi.



Obr. 2 - Rotorová příze s viditelnými ovinkami [4]

Jemnost příze lze definovat jako lineární hmotnost a je vyjádřena následujícím vztahem:

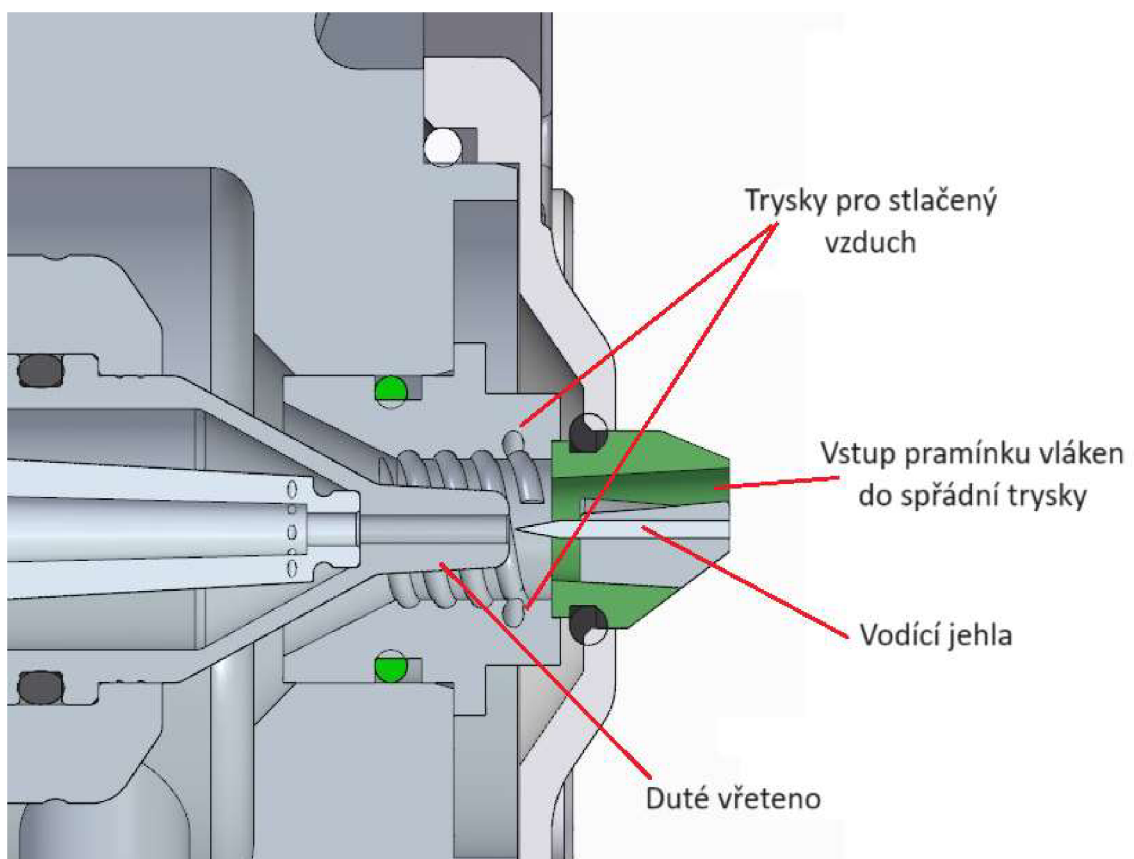
$$T = \frac{m}{l} [\text{tex}] \quad (1.0)$$

Vztah pro přepočet jemnosti v soustavě tex na anglickou soustavu:

$$N_{\text{eco}} = \frac{590.5}{T[\text{tex}]} \quad (1.1)$$

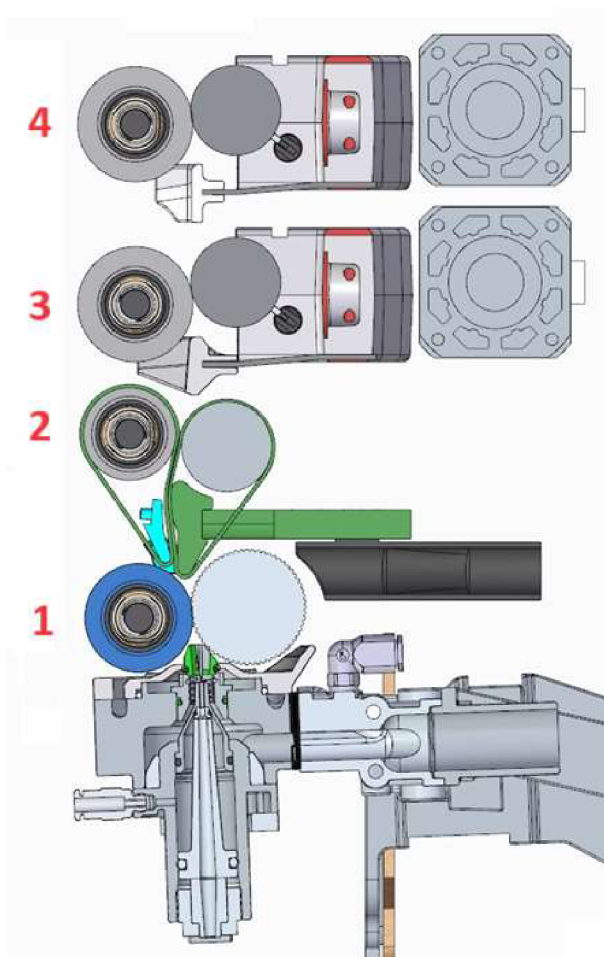
1.1.2 Technologie airjet předení

Airjet technologie využívá vzduchových vířů ve **spřádní trysce** pro tvorbu příze, ta je umístěná mezi průtahové ústrojí a válečky, které odvíjejí již hotovou přízi. Pramen vstupující do průtahového ústrojí je zjemněn na požadovanou jemnost, za pomoci podtlaku stužka vstupuje do spřádní trysky skrz naváděcí část s jehlou. Ta slouží jako vodící element, kolem kterého se vlákna obtáčí vlivem víru vzduchu a směřují do dutého vřetene. Před vstupem materiálu do dutého vřetene dochází k uvolnění zadních konců vláken z povrchu pramínku, díky proudu vzduchu z dvou trysek, tyto konce vláken jsou vychýleny od osy přes hranu otvoru dutého vřetene. Poté jsou tyto vlákna vírem vzduchu přikrouceny k jádrové části příze ve formě obalové stužky.



Obr. 3 – Airjet spřádní tryska stroje Lybra Smartspinner (vlastní snímek)

Průtahové ústrojí je vybaveno čtyřmi páry válců, spodní válce jsou rýhované, horní (přítlačné) pryžové válečky jsou umístěny v přítlačném ramenu kde lze nastavit přítlak jednotlivých válečků. Předprůtah je tvořen mezi válci 4 a 3 bez vodících elementů. Pole středního průtahu (mezi válci 3 a 2) je vybaveno zhušťovačem, který kontroluje šířku rozprostřených vláken. Druhé pole hlavního (mezi válci 2 a 1) průtahu pracuje se spodním a horním vodícím řemínkem, které zamezují nekontrolovatelnému pohybu vláken v průtahovém poli (viz obr. 4). Řemínky jsou poháněny válečky číslo 2, vzdálenost mezi řemínky na výstupu nastavujeme distanční vložkou. Pod válci číslo 1 jsou vlákna dopravena až ke vstupu do spřádní trysky. Pod spodními válci průtahového ústrojí jsou přivedeny trubičky s podtlakem, které odsávají poletující vlákna a případné nečistoty.



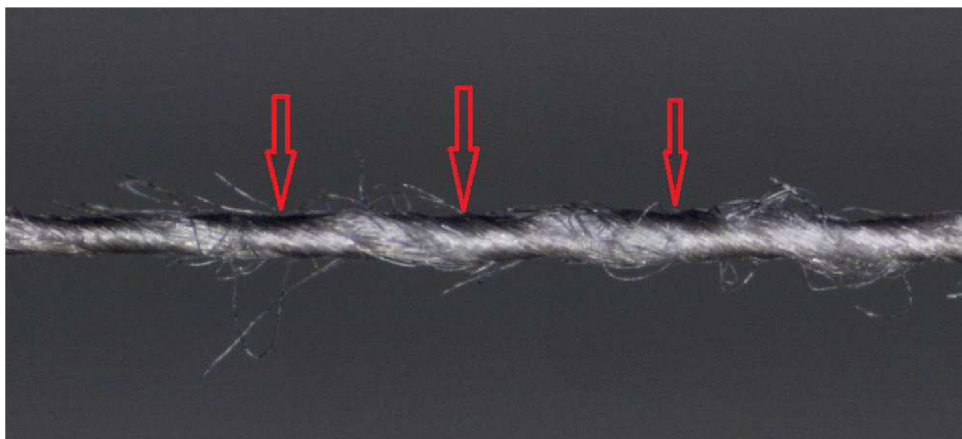
Obr. 4 – Průtahové ústrojí stroje Lybra Smartspinner (vlastní snímek)

Vzdálenost mezi jednotlivými válci průtahového ústrojí je nastavitelná, je nutné ji mechanicky nastavit podle délky použitých vláken v předkládaném pramenu.

1.1.3 Obalová stužka a zákrut

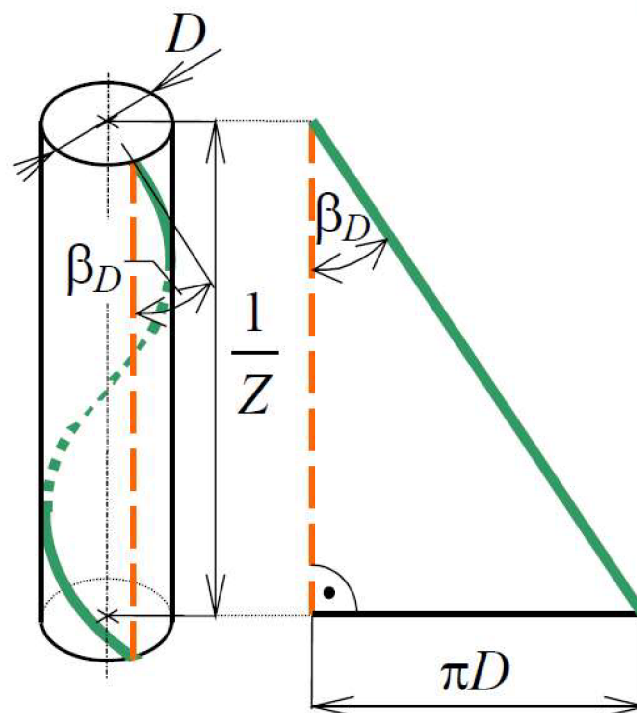
Obalová stužka a zákrut příze jsou základní faktory, které určují pevnost a tažnost příze. Obalová stužka je plochý vlákněný útvar tvořící oviny, které obtáčí jádrovou složku příze a stlačuje vlákna směrem k ose příze, čímž se dosahuje zpevnění příze. Tvar obtočených vláken je ve tvaru šroubovice, zatímco vlákna v jádru jsou převážně rovnoběžně uložena (teoreticky ve tvaru válce). Vlákna stužky tvoří 15-30 % [5] z celkového počtu vláken v přízi, čímž se liší od klasického zákrutu u rotorové či prstencové příze, kde jsou zakrucována všechna vlákna příze zároveň. Počet ovinů na metr tryskové příze lze označit za analogii k zákrutu na přízi rotorové či prstencové.

Zákrut i obalovou stužku lze ovlivňovat pomocí technologického nastavení stroje. U airjet příze lze dosáhnout ostřejšího úhlu (tedy většího množství ovinů na jeden metr příze) stužky díky nastavení nižší odtahové rychlosti při zachování stejného spřádního tlaku, dále díky většímu spřádnímu tlaku při zachování stejné odváděcí rychlosti nebo kombinací většího spřádního tlaku a nižší odtahové rychlosti. Větší spřádní tlak má za následek větší utažení stužky, která více přitiskne vlákna v jádru k sobě, což způsobuje větší tření mezi vlákny, tedy větší pevnost vyráběné příze [16].



Obr. 5 - Airjet příze s šipkami ukazující na stužky – obrazová analýza v TUL FT (vlastní snímek příze získaný v rámci obrazové analýzy)

Airjet dopřádací stroj neobsahuje žádný mechanický krutný orgán, proto tedy nelze jednoduše spočítat počet ovinů na metr příze. Počet ovinů na délku lze na již vypředené přízi změřit z výšky ovinů nebo pomocí úhlu sklonu vláken ve šroubovici (viz obr. 6 a vztah 1.2), který lze zjistit pomocí obrazové analýzy. Mechanické přístroje pro měření zákrutu na prstencové přízi nelze využít pro měření počtu ovinů na určité délce (ekvivalent zákrutu) u tryskové příze.



Obr 6. – Šroubovicový model příze [13]

$$Z = \frac{\tan\beta}{\pi D} [m^{-1}] \quad (1.2)$$

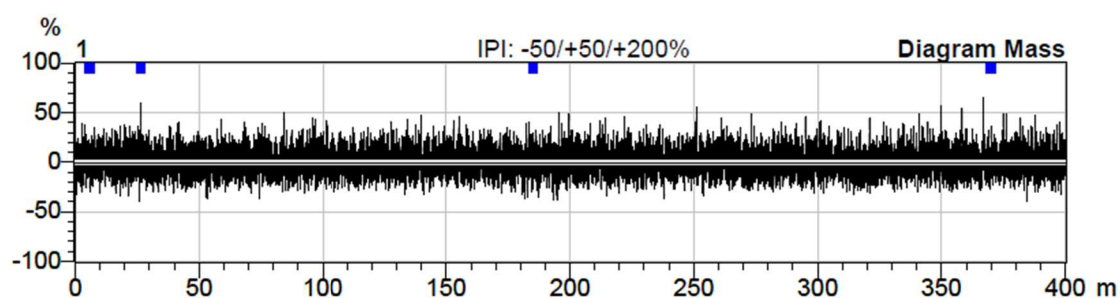
Úhel β je úhel stoupání ovinu (šroubovice)

D je průměr příze

1.1.4 Hmotová nestejnsměrnost, pevnost, tažnost a chlupatost

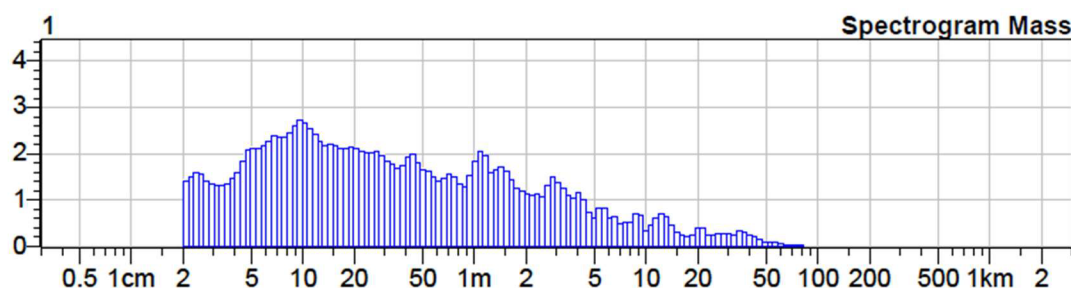
Hmotová nestejnoměrnost

Hmotová nestejnoměrnost je definována jako kolísání hmoty vláken (hmotnosti) v průřezu nebo délce vláknenného útvaru, jde o základní vlastnost délkové textilie. Nejčastěji se používá kvadratická hmotná nestejnoměrnost pro vyhodnocování hmotové nestejnoměrnosti. V rámci této práce se nestejnoměrností vždy myslí kvadratická hmotová nestejnoměrnost. Kvadratická hmotová nestejnoměrnost (používá se zkratka CV) je obvykle sledována v různých délkách (typicky CV_m , CV_m 1 m, CV_m 3 m a CV_m 10 m), aby bylo možné odhalit případnou nestejnoměrnost na krátkých i delších úsecích. Pro tuto práci bylo využito měření kvadratické nestejnoměrnosti příze na laboratorním přístroji Uster Tester 4, který využívá kapacitní sensor pro měření reálné hmoty v přízi. Uster Tester 4 odvádí testovanou přízi je přes kapacitní sensor, výstupem měření je ve skutečnosti kolísání elektrického signálu, který je úměrný kolísání hmoty vláken. Na obrázku níže (Obr. 7) je vidět Diagram Mass, tedy zobrazení kolísání hmoty v délce, z těchto naměřených hodnot laboratorní přístroj vypočítá již zmiňované CV.



Obr. 7 - Mass diagram z reportu z přístroje Uster Tester 4

Z naměřených hodnot dále laboratorní přístroj připravuje i spektrogram (zobrazuje amplitudové kolísání hmoty v závislosti na vlnové délce, viz obr. 8), dále i počet slabých a silných míst.



Obr. 8 - Spektrogram příze 29,5 tex z přístroje Uster Tester 4

Jde o zeslabená či zesílená místa o určitou míru vyjádřenou v procentech, běžně se sleduje -50 % a +50 %. Dále i nopky (zesílená místa v průřezu příze o více než 200 % na délce 1-4 mm příze), označované hodnoty +200 % (u prstencové a tryskové příze) nebo +280 % (u rotorové příze).

Kromě kvadratické hmotové nestejnoměrnosti lze sledovat dále i:

- **Limitní nestejnoměrnost** (CV_{lim}) je teoreticky minimální možná nestejnoměrnost vlákenného produktu, je způsobena náhodným rozložením vláken v průřezu vlákenného útvaru (počet vláken v průřezu tedy kolísá) a vlastní nestejnoměrností vláken.

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} [\%] \quad (1.3)$$

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \sqrt{1 + \left(\frac{vp}{100}\right)^2} [\%] \quad (1.4)$$

vp je variační koeficient průřezu vlákna

n je střední počet vláken v průřezu délkového vlákenného útvaru

Vzorec 1.3 je základní Martindaleův vztah, zatímco vztah 1.4 je Martindaleův vztah rozšířený o nestejnoměrnost samotných vláken

- **Výrobní nestejnoměrnost** ($CV_{výr}$) je nestejnoměrnost způsobená výrobním procesem

$$CV_{výr} = \sqrt{CV_{ef}^2 - CV_{lim}^2} [\%] \quad (1.5)$$

CV_{ef} je reálně naměřená kvadratická hmotová nestejnoměrnost

- **Strojová nestejnoměrnost** (CV_{stroj}) je nestejnoměrnost způsobená konkrétním strojem

$$CV_{stroj} = \sqrt{(CV_{fn})^2 - (CV_{fn-1})^2} \quad [\%] \quad (1.6)$$

CV_{fn} je výrobní kvadratická hmotová nestejnoměrnost produktu na výstupu stroje [%]

CV_{fn-1} je výrobní kvadratická hmotová nestejnoměrnost produktu na vstupu stroje [%]

- **Index nestejnoměrnosti**(I) slouží k vyjádření míry nestejnoměrnosti reálného vlákenného útvaru. Ukazuje, jak moc se liší od teoreticky ideálního produktu

$$I = \frac{CV_{ef}}{CV_{lim}} \quad (1.7)$$

CV_{ef} je skutečně naměřená nestejnoměrnost vlákenného útvaru

Pevnost a tažnost

Pevnost (použitá síla k přetrhu vlákeného útvaru) patří mezi další základní vlastnosti přízí, je zásadní pro použití při dalších procesech, ale i pro použití v konečném produktu. Pevnost je závislá na jemnosti, proto se standardně sleduje poměrná pevnost σ [cN/tex] (1.8).

Pevnost je zjišťována na trhacím přístroji (v rámci této práce byl použit přístroj Uster TensoRapid 4), ten během oddalování čelistí s napnutou přízí měří použitou sílu a zároveň pozici čelistí, z těchto naměřených hodnot přístroj automaticky dopočítá pevnost a tažnost. Pevnost lze chápat jako sílu, která svým působením způsobí přetrh příze. Současně při měření potřebné síly k přetrhu je měřena i tažnost (1.9), tu lze chápat jako poměrné prodloužení příze při přetrhu.

$$\sigma = \frac{F*100}{T} \left[\frac{cN}{tex} \right] \quad (1.8)$$

σ je poměrná pevnost v tahu [cN/tex]

F absolutní pevnost v tahu [N]

T jemnost příze

$$\varepsilon_p = \frac{L_p - L_0}{L_0} * 100 [\%] \quad (1.9)$$

L_p je délka příze při přetrhu [mm]

L_0 je délka příze mezi čelistmi při upnutí [mm]

ε_p je poměrné prodloužení [%]

Chlupatost

Chlupatost lze definovat jako množství volných konců vláken nebo smyček z vláken, které vyčnívají z povrchu příze [19]. Často je vyjadřována v hodnotách S3 a S12, tyto hodnoty jsou vypočítané z měřicího přístroje Zweigle G567, nejnovější Uster Tester 6 také již umí vyhodnocovat tyto hodnoty (v rámci této práce byl použit pouze přístroj Zweigle G567 pro měření chlupatosti). Hodnota S3 vyjadřuje sumu vláken o délce 3 mm (takzvaná řídká chlupatost [19]) a více, která vystupují z povrchu příze. Hodnota S12 vyjadřuje sumu vláken o délce 1 mm a 2 mm vystupujících z povrchu příze, neobsahuje dlouhé chlupy (tak jako hodnota S3), někdy je nazývána jako hustá chlupatost [19]. Tato chlupatost je považována za kladnou vlastnost příze, vytváří příjemný omak v tkanině či pletenině. Vystupující vlákna z příze jsou součástí jádrové složky nebo obalové stužky a z příze vyčnívá pouze nepatrná délka vlákna.

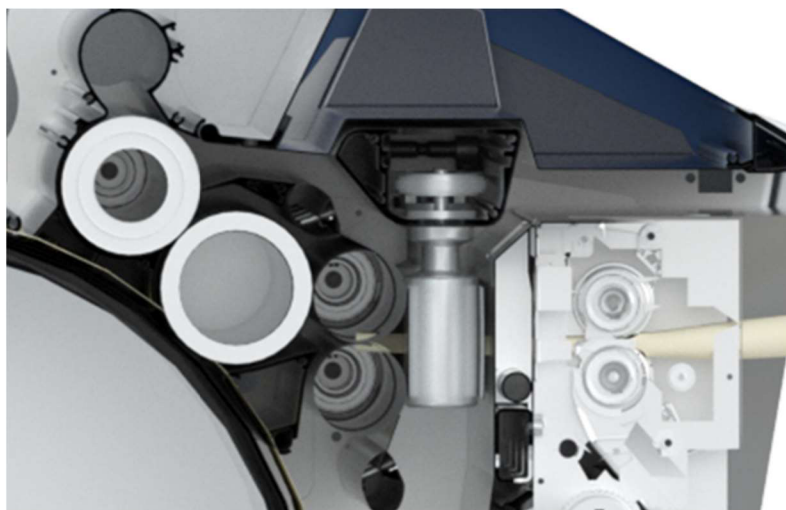
Pomocí přístroje Uster Tester 4 lze měřit chlupatost (hodnota H), jde o celkovou délku všech chlupů vystupujících z příze, hodnota je vztažena na cm příze. Z této hodnoty není zřejmé kolik vláken vystupuje z příze v jednotlivých délkách od osy příze, v rámci této práce ale není hodnota H sledována.

1.1.5 Vlastnosti airjet příze

Mezi vlastnosti airjet příze patří měkkost na omak, nízká chlupatost, nízká žmolovitost, vysoká odolnost proti oděru a malá náchylnost ke smyčkování (v porovnání s prstencovou či rotorovou přízí). Tyto vlastnosti umožňují použití především pro pleteniny, ale také pro tkaniny. Menší spotřeba barviva pro airjet příze [6] je způsobena měkkostí příze a její strukturou, barvivo lehce pronikne do jádrové složky příze, která není zcela zakryté obalovou stužkou. Airjet příze se běžně vypřádají o jemnostech v rozmezí 10–40 tex [2], [7], [9].

1.2.1 Příprava pramene

Příprava pramene je podstatná část technologického procesu přípravy materiálu k předení, který začíná rozvolňováním balíků vláken a končí výrobou příze. Pramen je vstupní surovinou pro výrobu přástu (pro prstencové nebo kompaktní dopřádací stroje) nebo přímo pro výrobu příze (rotorové, frikční nebo airjet předení), proto se také nestejněměrnost připraveného pramene projevuje dále při předení a na samotné přízi. Pramen je připraven na mykacím stroji, dále je pomocí druzení a protahování upraven tak, aby měl co nejlepší parametry pro předení (kapitola 1.2.5). Jednotlivé technologie přípravy pramene pro airjet dopřádací stroj jsou detailně popsány v kapitole 1.2.7 a 1.2.8.

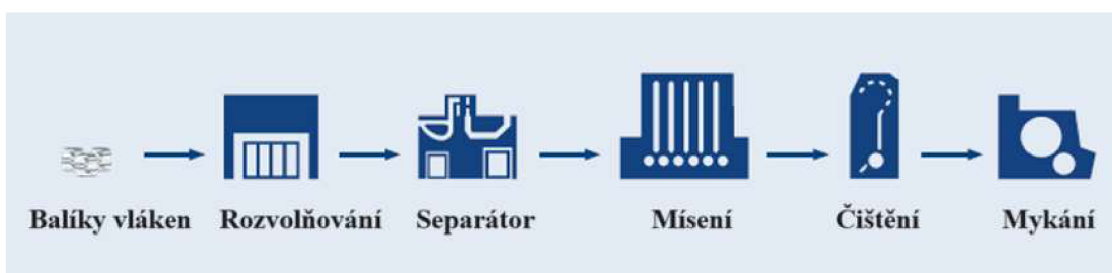


Obr. 9 - Část mykacího stroje TC15 od firmy Trützschler kde dochází ke zformování pramenu z pavučiny [12]

1.2.2 Příprava materiálu, rozvolňování, čištění a mísení

Technologický postup přípravy pramene se může lišit pro jednotlivé materiály a dopřádací stroje. Tato práce se zabývá předením na dopřádacím tryskovém stroji Lybra, proto bude popsán pouze postup pro dopřádání na tryskových strojích.

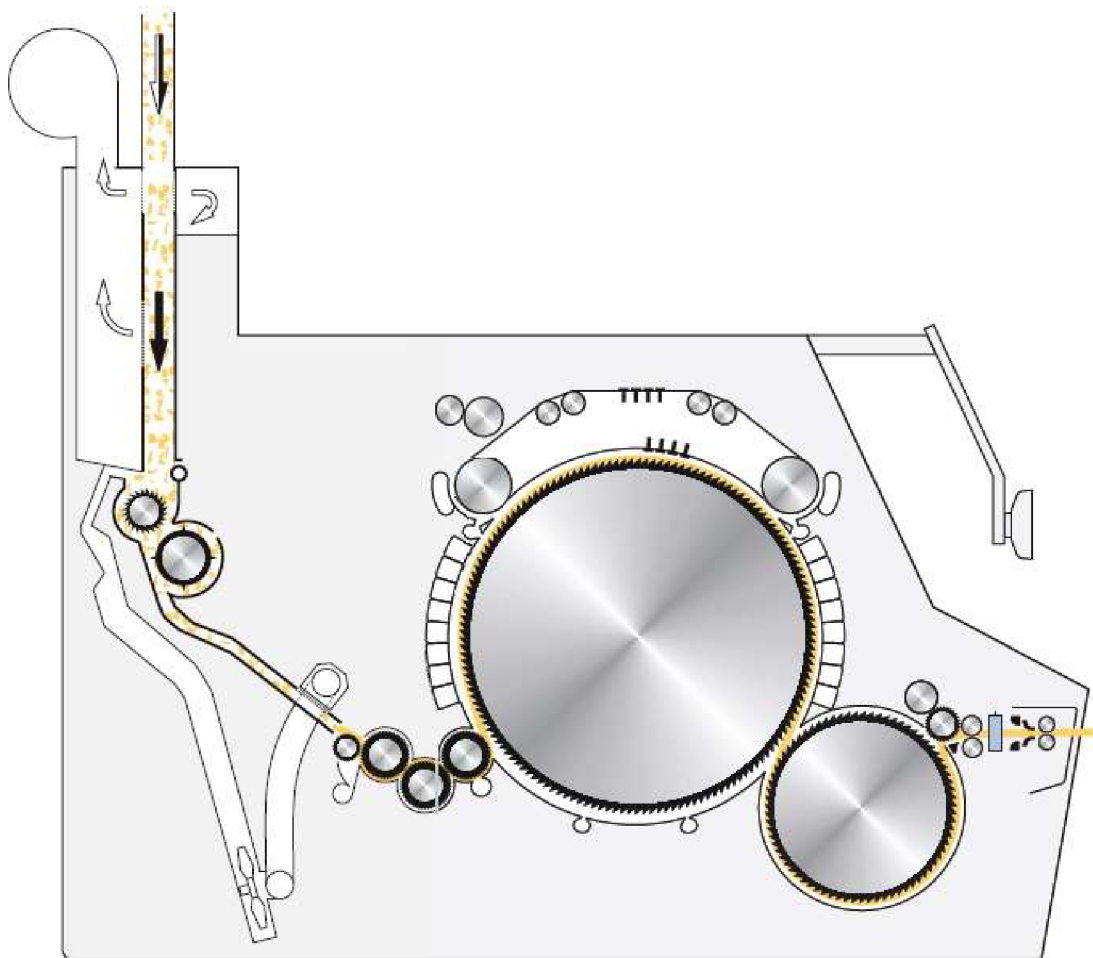
Surový materiál je po vybalení ve formě balíků vláken, které jsou procesem **rozvolňování** rozvolněny na **chomáče vláken**. Ty jsou proudem vzduchu transportovány přes odlučovače těžkých příměsí k operaci **čechrání (čištění)**, kde dochází k rozvolňování chomáčů na menší (nečistoty se uvolňují) a **mísení**. Zde může docházet k mísení s jinými materiály. Dále jsou **chomáčky vláken** proudem vzduchu transportovány dál k operaci **mykání** (obr. 10), kde jsou vločky rozvlákněny na jednotlivá vlákna. Zároveň dochází k urovnání, napřímení a čištění vláken. Přírodní materiály zpravidla potřebují důkladné čištění (kvůli rostlinným zbytkům jako jsou semena, listy a stonky, dále také kvůli cizím vláknům, kamínkům, šponám a prachu), zatímco syntetická vlákna není třeba čistit.



Obr. 10 – Technologický postup přípravy vláken z balíků až po mykání [8]

1.2.3 Mykání

Účelem mykání je ojednocení vložek na jednotlivá vlákna, jejich napřímení do podélného směru, odstranění zbytků nečistot a krátkých nespřadatelných vláken a shrnutí vytvořené pavučiny do pramene. Pro přípravu pramenů bavlnářského typu jsou používány stroje víčkové (obr. 11), ty jsou určeny pro krátko vláknenné suroviny. Míra rozvolňování a čištění lze regulovat nastavením stroje, vždy je ale nutné nastavení přizpůsobit použitému materiálu tak, aby nedocházelo k poškozování vláken nebo jejich vylučování.



Obr. 11 – Víčkový mykací stroj - Trützschler Spinning cards

1.2.4 Přídavná průtahová hlava - IDF

Mykací stroj může být vybaven přídavnou průtahovou hlavou, která má za úkol regulovat průtah na základě informace od senzoru na vstupu. Stroj je vybaven i senzorem na výstupu, oba senzory měří množství procházejícího materiálu (jemnost). Účelem této regulace je, aby nestejnomyšnost pramene na výstupu byla menší než vstupní. Přídavná průtahová hlava (firma Trützschler nazývá tento systém jako IDF – **I**ntegrated **D**raw **F**rame) byla původně vyvinuta za účelem co nejkratšího procesu přípravy pramene pro rotorové dopřádání (obr. 12), kdy výstupní pramen z IDF byl předlohou přímo pro rotorový dopřádací stroj.



Obr. 12 - Nákres technologického plánu s použitím IDF pro rotorové předění [7]

Nyní je systém IDF využíván také i ve **zkrácené přípravě pramenu pro tryskové dopřádání** (obr. 13) v kombinaci s dalšími protahovacími stroji, tato technologie je dále popsána v kapitole 1.2.8. Průtahové ústrojí se dvěma páry válců má spodní válečky kovové s rýhováním, zatímco horní jsou pryžové. Konstrukce stroje je navržena s ohledem na odstranění nestejnomyšnosti, ne na zjemnění předkládaného pramenu, proto se hodnota průtahu obvykle pohybuje mezi 1,4 a 1,8. V tomto rozsahu IDF automaticky reguluje průtah v závislosti na datech ze vstupního senzoru. Zároveň ale řídicí jednotka zpracovává data ze senzoru na výstupu průtahového ústrojí, tyto data jsou použita pro výpočet nestejnomyšnosti upraveného pramene a počtu vad, případně může být stroj automaticky zastaven na základě těchto dat kvůli nedosažení požadované kvality pramene. Jde tedy o takzvaný kombinovaný regulační systém [11]. Vzdáleností mezi páry válečků je dané, že zmenšení nestejnomyšnosti na výstupním pramenu bude patrné pouze na delších úsecích pramene (CVm 1 m a více).



Obr. 13 – Mykací stroj TC19i od firmy Trützschler s IDF [12]

Pomocí sensoru (stejný sensor jako na vstupu) na výstupu průtahového ústrojí je vypočítána hmotová kvadratická nestejnoměrnost, aby byl patrný pokles nestejnoměrnosti a mohla být kontrolována kvalita pramenu. Za pomoci sensoru na výstupu (obr. 14) je možné nastavit pracovní parametry (rychlost regulace, limity pro průtah a další) IDF co nejefektivněji.



Obr. 14 – Detailní pohled na IDF3 od firmy Trützschler [7]

1.2.5 Družení a protahování

Účelem **protahování** je napřimení a urovnání vláken do rovnoběžné polohy ve směru osy pramene a ztenčení vlákněho útvaru. **Družením** dosahujeme zlepšení (1.10) nestejnoměrnosti, případně lze využít i ke směsování různých typů pramenů (různý materiál, typ vlákna nebo barevný odstín) v případě potřeby. Oba procesy probíhají na **posukovacím stroji** (obr. 15), na vstupu stroje jsou prameny druženy a poté protahovány. Během přípravy pramene pro dopřádání na airjet stroji je využití posukování nezbytné, aby bylo dosaženo co nejmenší kvadratické hmotové nestejnoměrnosti pramene (na tryskovém dopřádacím stroji se vlivem průtahu nestejnoměrnost příze bude zvyšovat) a lepšího napřimení vláken.



Obr. 15 - Posukovací stroje TD-10 s autoregulací [10]

Při posukování je předkládáno je několik pramenů, výsledným produktem je jeden pramen s lepším napřimením vláken a menší nestejnoměrností oproti vstupním pramenům. Při posukování je obvykle předkládáno šest až dvanáct pramenů, čímž je snaha případnou nestejnoměrnost vstupních pramenů eliminovat díky spojení všech pramenů mezi sebou. Princip družení funguje na předpokladu, že nestejnoměrnost jednotlivých družených pramenů je nezávislá na ostatních. Případná nestejnoměrnost na jednom, či více vstupních pramenech je tedy kompenzována zbylými předkládanými prameny.

Použitím více pramenů pro druzení dosahujeme lepší nestejnomyěrnosti výstupního pramene.

$$CV_{výst} = \frac{CV_{vstup}}{\sqrt{n}} \quad (1.10)$$

Kvadratická hmotová nestejnomyěrnost sdruženého pramene $CV_{výst}$ je \sqrt{n} – krát menší (1.10) oproti nestejnomyěrnosti jednotlivého pramene na vstupu stroje (CV_{vstup}). Družením několika pramenů se zvýší celková jemnost materiálu (součet jemností všech předkládaných pramenů), proto je nutné dále materiál zjemnit protahováním.



Obr. 16 – Sensor měřící množství hmoty v předkládaných pramenech [10]

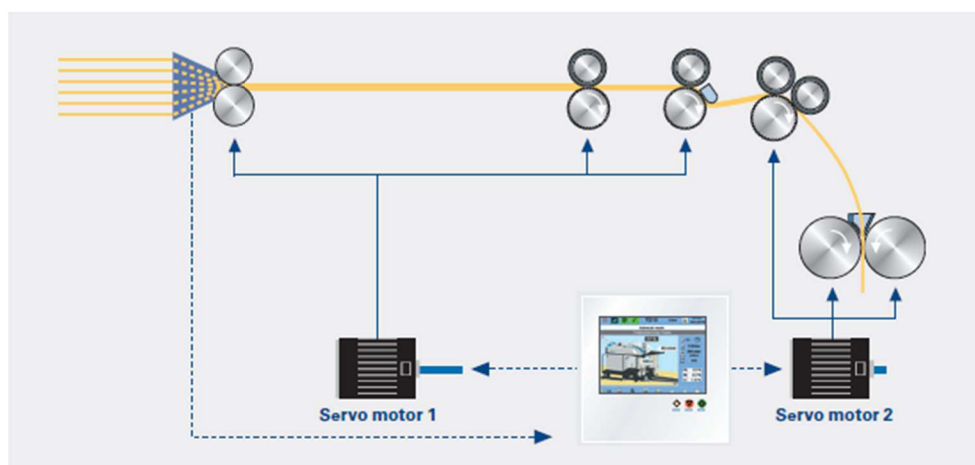
Protahováním zjemňujeme vstupní sdružené prameny na požadovanou jemnost pomocí průtahového ústrojí, hlavně má za následek i lepší napřimění a urovnání vláken mezi sebou, což se na vypředené přízi projeví nižší nestejnomyěrností a vyšší pevností. Samotný průtah sice zvyšuje nestejnomyěrnost, v kombinaci s druzením ale dosahujeme lepší nestejnomyěrnosti vyráběného pramene, což se pozitivně projeví později při předení na lepších vlastnostech vyrobené příze (nestejnomyěrnost, pevnost a chlupatost). Předkládaný pramen může projít procesem i vícekrát, počet pasáží závisí na technologii dopřádání (česaná, mykaná, rotorová nebo trysková) a na případném směsování. Obvykle je používán lichý počet pasáží posukování kvůli odstranění problémů s háčky na vláknech vytvořené mykacím strojem.

Průtahové ústrojí bavlnářského posukovacího stroje je typu 4/3 (obr. 17). Spodní tři válce jsou kovové s rýhováním a horní čtyři jsou s pryžovým povrchem pro lepší stisk vláken mezi válci. Poslední válec s pryžovým povrchem na výstupu slouží pro lepší nasměrování pramene [10] směrem do svinovací hlavy pro ukládání pramene do konve.



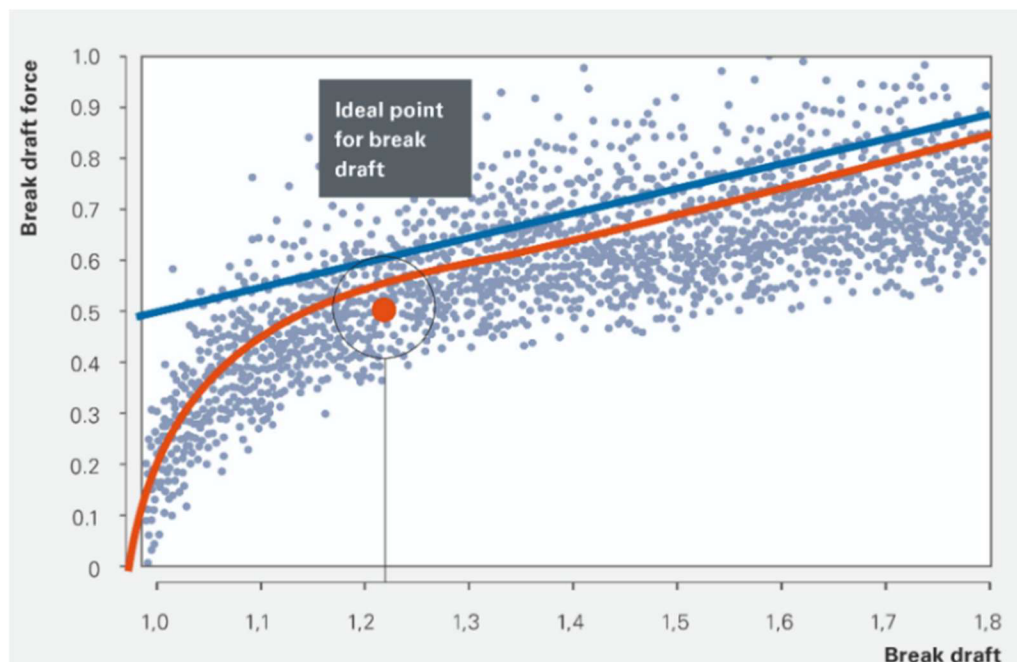
Obr. 17 – Průtahové ústrojí stroje Trützschler TD10[10]

Posukovací stroj může být vybaven také regulací průtahu, která funguje na úpravě hlavního průtahu na základě informace ze senzoru (obr. 16) sledující množství hmoty (jemnost) ve vstupních pramenech. Tato regulace průtahu eliminuje nestejnou délku pouze na delších délkách, zatímco družení eliminuje nestejnou délku i na velmi krátkých délkách [11]. Regulace průtahu je obvykle použita v rámci posukování pouze v poslední pasáži posukování.



Obr. 18 – Schéma regulace průtahu stroje Trützschler TD10 [10]

Moderní posukovací stroje jsou schopny regulovat průtah nejen na základě změny jemnosti předkládaných pramenů, ale také na základě točivého momentu (informace pochází z frekvenčních měničů pro motory) na jednotlivých válcích [10] (obr. 18), ve skutečnosti jde o průtahovou sílu v oblasti před průtahu (síla potřebná k překonání třecích sil mezi vlákny (obr. 19)). Firma Trützschler tuto funkci nazývá „Autodraft”. Díky tomu stroj může upravit nastavení průtahu automaticky tak, aby v prvním poli průtahového ústrojí nedocházelo k průtahu, ale ideálně pouze k napnutí vláken, což zlepší napřimení vláken a sníží nestejnomyšnost ve výstupním pramenu.



Obr. 19 – Graf zobrazují vyhodnocení kroučícího momentu na posukovacím stroji [10]

1.2.6 Technologie přípravy pramene pro tryskový dopřádací stroj

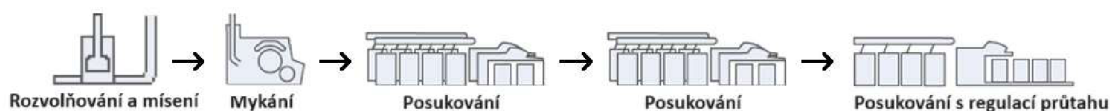
Pro airjet předení jsou kladené zvlášť vysoké nároky na předkládané prameny, zvláště na nestejnoměrnost, čistotu materiálu a napřímení vláken. Zvýšené nároky jsou způsobené velkým průtahem během dopřádání na tryskovém dopřádacím stroji (u prstencového dopřádání může průtah dosahovat až 70, zatímco u tryskového dopřádání až 180-220). Vzhledem k výše uvedeným požadavkům jsou nejčastěji používána syntetická vlákna (nejčastěji viskóza, polyester a akryl) nebo česaná bavlna.

Obvykle je používán standardní proces s třemi pasážemi posukování pro přípravu pramene, nyní ale existuje i možnost využití zkráceného procesu využívající kombinaci IDF s jednou pasáží posukování. Tyto technologie jsou detailně popsány v následujících kapitolách (1.2.7 a 1.2.8).

1.2.7 Standardní proces přípravy pramene

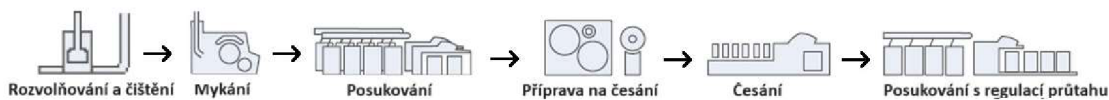
Standardní proces přípravy pramene je dlouhodobě prověřený a většina přádelen využívající airjet dopřádací stroj využívá tento způsob přípravy pramene. Výhodou této technologie je značná podoba s přípravou pramene pro prstencové či kompaktní dopřádání, což znamená že přádelna, která je strojově vybavena pro prstencové či kompaktní dopřádání je připravena i pro přípravu pramene pro airjet dopřádací stroj.

Strojová linka pro přípravu pramene ze syntetických **vláken** standardním procesem je po mykacím stroji vybavena třemi pasážemi posukování, kde poslední posukovací stroj je vybaven automatickou regulací průtahu (stroj s označením TD10, viz obr. 20).



Obr. 20 – Grafické znázornění strojového vybavení pro standardní proces přípravy pramene [7]

Strojová linka pro přípravu pramene ze 100% bavlny standardním procesem (obr. 21) je po mykacím stroji vybavena jednou pasáží posukování (stroj TD9T), poté následuje pasáž pro přípravu česání a samotné česání. Dále následuje další pasáž posukování s automatickou regulací průtahu (stroj TD10) [10].



Obr. 21 – Grafické znázornění strojového vybavení pro standardní proces přípravy pramene pro bavlněné vlákna [7]

1.2.8 Zkrácený proces přípravy pramene

Zkrácený proces přípravy pramene pro airjet dopřádání je vhodný převážně pro 100 % viskózu nebo 100 % polyester a má oproti standardnímu procesu o dvě pasáže posukování méně (obr. 22), za mykací stroje je ovšem zařazena přídatná průtahová (viz kapitola 1.2.4).



Obr. 22 – Grafické znázornění strojového vybavení pro zkrácený proces přípravy pramene [7]

IDF regulací průtahu snižuje nestejnou měrnost na delších délkách (více jak 25 cm), ovšem nedokáže plně nahradit dvě pasáže posukování, protože družení (v rámci posukování) snižuje nestejnou měrnost i na velmi krátkých úsecích. S absencí dvou pasáží posukování také souvisí ztráta možnosti mísení různých materiálů (při posukování lze předkládat prameny z jiných materiálů či s jiným barevným odstínem), respektive mísení je nedostatečné. Výrobce Trützschler udává [7] mezi **výhody** zkráceného procesu oproti standardnímu procesu tyto body:

- Menší investice do strojového vybavení
- Menší množství napojení pramenů, tedy i menší přetrhovost
- Méně práce pro operátory (o 50 % méně práce s přesouváním konví s pramenem)
- Menší prostor pro chyby
- Úspora prostoru

Mezi **nevýhody** lze zařadit:

- Menší rozsah vyprádaných jemností, Trützschler udává 15-60 tex, spodním limitem jemnosti je příliš velká nestejnou měrnost přize.
- Menší flexibilita strojového vybavení
- Absence možnosti mísení různých materiálů při posukování

1.3.1 Popis stroje Lybra Smartspinner



Obr. 23 – Airjet dopřádací stroj Lybra smartspinner od firmy Savio [9]

Stroj Lybra smartspinner (obr. 23) má vstup předkládaného pramenu v horní části stroje, kde je zjemněn průtahovým ústrojím s čtyřmi páry válců s vodícími řemínky, pramínek vláken vstupuje do spřádní trysky ze shora. Přeze opouští spřádní trysku ve spodní části, kde je odtahována odváděcími válečky již hotová přeze, dále je kvalita přeze kontrolována optickým senzorem, poté přeze prochází přes válec, který slouží pro akumulaci přeze (přeze navinutá na hladkém válci je použita při zapřádání pro splicer, otáčkami akumulačního válce lze také ovlivňovat napětí přeze při předení) a pokračuje přes voskovací zařízení (pokud je nainstalované) až k navíjecímu ústrojí, kde je přeze navíjena na cívku s křížovým vinutím.

Jednotlivá spřádní místa jsou automaticky obsluhována zapřádacím robotem, a robotem pro výměnu plné cívky za prázdnou dutinku.

Technické parametry stroje:

- Spřádní tlak 0,35-0,6MPa
- Odtahová rychlost až 550m.min⁻¹
- Spřádání česané bavlny, syntetických vláken a směsí
- Rozsah jemnosti 10-40 Tex
- Jemnost vstupního pramene 2-5 ktex
- Délka vláken 32-40 mm nebo 45-55 mm [8]

1.3.2 Dosavadní poznatky

Nebyl nalezen žádný článek, který by se zabýval problematikou použití zkrácené technologie přípravy pramene pro tryskový dopřádací stroj. Naopak často byla nalezena zmínka v článcích ([15], [16], [17]) zaměřených na vlastnosti tryskových přízí, že prameny byly připraveny standardním způsobem přípravy (se třemi pasážemi posukování). V dokumentech od výrobců tryskových dopřádacích strojů ([5], [14]) se uvádí, že předkládaný pramen má být připraven se třemi pasážemi posukování (jde o standard, který je dlouhodobě používán). V dalších článcích [16, 17] popisující testy (pevnosti a nestejnoměrnosti) s jinými materiály (100% bavlna nebo 100% polypropylen).

V článku [17] autoři popisující krom jiného vliv jemnosti předkládaného pramene (4,92ktex a 3,58ktex) z viskóзовých vláken na vlastnosti (kvadratická nestejnoměrnost, chlupatost, pevnost, tažnost a počty silných a slabých míst) vypředené příze (29,53tex, 19,69tex a 14,77tex). Autoři došli k závěru, že příze z jemnějšího předkládaného pramene vykazovali lepší nestejnoměrnost, menší počet silných a slabých míst a nižší chlupatost (kromě příze o jemnosti 29,53tex). Pevnost byla zaznamenána vyšší u přízí z jemnějšího pramene (3,58ktex) s výjimkou příze 29,53 tex.

1.3.3 Předpokládané vlastnosti přízí

Po prozkoumání technologií přípravy pramenů nelze očekávat, že příze vypředené z pramenů připravených zkrácenou technologií budou mít stejnou nestejnoměrnost jako příze vypředené z pramenů připravených standardním procesem. Standardní způsob přípravy výroby obsahuje dvě pasáže posukování navíc oproti zkrácenému způsobu přípravy pramen, ta ale obsahuje navíc přídavnou průtahovou hlavu. Přídavná průtahová hlava ale není schopna nahradit [11] dvě pasáže posukování, protože ta eliminuje nestejnoměrnost pouze na delších délkách. IDF (kapitola 1.2.4) na nestejnoměrnost na krátkých délkách nemá žádný vliv.

Také i vzhledem k tomu, že sám výrobce udává v technickém listu k IDF [7] limit vypřádaných jemností přízí (15-60 tex), lze očekávat, že příze vypřádané z pramenů připravených zkrácenou technologií budou mít vyšší nestejnoměrnost. Airjet stroje sice

jsou schopny vypřádat i jemnější příze než udává výrobce IDF, díky vysoké nestejnomyšnosti a přetřhovosti těchto přízí je ale jejich použití velmi problematické. Menší jemnost příze znamená menší počet vláken v průřezu, tedy vyšší nestejnomyšnost příze (viz základní Martindaleův vztah pro CV_{lim} – vztah 1.0). Pokud vezmeme v potaz vyšší nestejnomyšnost způsobenou menší jemností příze a k tomu přidáme vliv zvýšení nestejnomyšnosti kvůli zkrácené technologii přípravy pramene, dá se očekávat, že výsledná nestejnomyšnost bude příliš velká (což lze ověřit například pomocí Uster Statistics).

Předpoklad je, že nejvíce se rozdíl mezi sledovanými vlastnostmi projeví na **hmotné nestejnomyšnosti, pevnosti a v chlupatosti příze**, zatímco **tažnost** bude téměř stejná. Tažnost je očekávána stejná, protože jsou použity stejná vlákna pro všechny prameny. Do experimentu je zařazena **obrazová analýza** přízí o jemnosti 29,5 tex, pro ověření, jestli má způsob přípravy pramene vliv na počet ovinů na metr příze (obr. 6). Není ale důvod se domnívat, že by způsob přípravy pramene mohl ovlivnit počet ovinů. Vyšší **chlupatost** přízí z pramenů připravených zkráceným procesem bude pravděpodobně způsobená nedostatečným napřímením vláken ve směru osy pramene. Dá se tedy očekávat, že konce vláken nebudou zcela součástí příze a budou částečně vyčnívat ven (budou způsobovat vyšší chlupatost). **Počet silných a slabých míst včetně nopků** bude nejvíce ovlivněn mykacím strojem a typem vlákenné suroviny, pro všechny příze byl použit stejný mykací stroj i stejná viskózní vlákna. Dále je počet silných a slabých míst ovlivněn posukováním. Dle výrobce IDF to je způsobeno méně častým napojováním pramenů [7]. Lze tedy očekávat podobné množství slabých a silných míst.

1.3.4 Analýza dat

Data byla statisticky zpracována pomocí programu QCExpert a Excel. Laboratorní přístroj Uster Tester 4 běžně automaticky vypočítává potřebné hodnoty pro další zpracování dat, ovšem pouze od většího počtu měření. Z důvodu přiděleného malého množství pramene nebylo možné vypříst více cívek s větším návinem, které by dostačovali pro více měření na přístrojích Uster (z kterých by již přístroj dokázal vypočítat zmíněné hodnoty). Z dat obrazové analýzy byly také všechny statistické hodnoty vypočítané pomocí zmíněných programů.

Pro analyzování naměřených dat je nutné ověřit normalitu a homogenitu, pokud data nejsou homogenní či normální, nelze je použít. **Homogenní data** jsou taková, která neobsahují vybočující měření. Vybočování může vzniknout chybou v měření či špatně zapsanou hodnotou. **Normální data** mají standardní rozložení, to znamená že jejich hodnoty se symetricky shlukují kolem střední hodnoty čímž se vytváří charakteristická Gaussova křivka. Ověření normality a homogenity proběhlo pomocí programu QCExpert.

Pokud již není k dispozici z měřicího přístroje, tak je potřeba dopočítat:

- **Směrodatnou odchylku(s)**

$$s = \sqrt{s^2} \quad (1.11)$$

Vztah pro výpočet rozptylu:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (1.12)$$

V Excelu lze směrodatnou odchylku vypočítat pomocí funkce STDEVA.

- **Aritmetický průměr (\bar{x})**

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1.13)$$

V excelu lze aritmetický průměr vypočítat pomocí funkce AVERAGE.

- **95%ní intervaly spolehlivosti (95%IS)** – jde o rozmezí kde je s 95%ní pravděpodobností střední hodnota souboru dat. Výpočet se liší pro normální rozložení dat (Gaussovo rozložení náhodné veličiny) a pro Poissonovo rozdělení celočíselné náhodné veličiny. Vztah pro normální rozložení dat:

$$Q95\%IS = \bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (1.14)$$

\bar{x} je aritmetický průměr

t je 95% kvantil Studentova rozdělení o $(n-1)$ stupních volnosti

s je směrodatná odchylka

n je počet měření

Tento výpočet byl použit pro všechny data kromě počtů silných a slabých míst a pro chlupatost S3. Během vypočítávání intervalů spolehlivosti bylo ověřeno, že Uster Tester 4 a Tensorapid 4 vypočítává hodnotu Q95 pomocí vztahu 1.14 (bez započítání aritmetického průměru). Pro naměřená data nešlo použít zmíněný vztah (1.14), kvůli malému počtu vad či hodnotám blízko nule [11]. V případě malého počtu vad je interval spolehlivosti nesymetrický, dle Studentova rozdělení by mohl interval spolehlivosti dosahovat záporných hodnot (což není možné, aby hodnota počtu vad byla záporná). Pro výpočet intervalu spolehlivosti pro silná a slabá místa (-50 %, +50 % a nopky +200 %), byl použit vztah [11] pro Poissonovo rozdělení náhodné veličiny:

$$\frac{1}{2N} * X^2_{\frac{\lambda}{2}}(v_3) \leq \lambda \leq \frac{1}{2N} * X^2_{1-\frac{\lambda}{2}}(v_4) \quad (1.15)$$

$$v_3 = 2N * \hat{\lambda} \quad (1.16)$$

$$v_4 = 2(N * \hat{\lambda} + 1) \quad (1.17)$$

Pro parametr $\hat{\lambda}$ byl použit aritmetický průměr počtu vad v přízi, tedy $\hat{\lambda} = \bar{x}$

λ je parametr Poissonova rozdělení

v_3 a v_4 je počet stupňů volnosti

N je počet měření

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

Pomocí porovnání 95 % intervalů spolehlivosti různých dat lze říci, jeli mezi daty statisticky významný rozdíl. Pokud se intervaly dvou měření vzájemně nepřekrývají, můžeme s 95 % jistotou říci, která střední hodnota dat je vyšší a nižší. Pokud se intervaly překrývají, je rozdíl středních hodnot považován za **statisticky nevýznamný**.

Hodnota Q_{95} z Uster přístrojů není intervalem spolehlivosti, ale relativní odchylka, po jejím přičtení či odečtení od aritmetického průměru získáme horní, resp. spodní mez intervalu spolehlivosti (1.14) střední hodnoty.

Experimentální část

2.1.1 Popis vzorků a měření

V rámci této práce jsou testovány příze o jemnostech 20 tex a 29,5 tex. Prameny byly připraveny z viskóзовých vláken o délce 38 mm a jemnosti 1,3 dtex. Pro jednodušší orientaci jsou prameny označeny následovně:

- Pramen 4,2 ktex připravený standardním procesem se třemi pasážemi posukování – pramen označován jako **V1**
- Pramen 4,2 ktex připravený zkráceným procesem s jednou pasáží posukování a IDF (viz kapitola 1.2.4) – pramen označován jako **V2**
- Pramen 3,7 ktex připravený zkráceným procesem s jednou pasáží posukování a IDF (viz kapitola 1.2.4) – pramen označován jako **V3**

Z důvodu přehlednosti bude značení pramenů **V1**, **V2** a **V3** použito i dále v této práci. Z každého pramene byly vypředeny na čtyři cívky (na čtyřech různých spřádním místech, každá cívka s návinem 10 000 metrů.) o jemnosti 20 tex a 29,5 tex. Vždy byly použity stejné spřádní místa, aby bylo možné rozeznat a případně eliminovat špatné fungování některé z jednotek.

Před zahájením předení byl pramen klimatizován na zkušební u dopřádacího stroje na 48 hodin aby došlo k ustálení vlhkosti a teploty ve vláknech, dále i při předení byla teplota v hodnotách $20 \pm 2^\circ\text{C}$, taktéž i vlhkost v hodnotách $65 \pm 4\%$.

Výsledky měření jsou rozděleny na výsledky hmotové nestejnoměrnosti (2.2.2), počet silných a slabých míst (2.2.2), pevnost a tažnost (2.2.3) a chlupatost (2.2.4) Dále jsou výsledky v jednotlivých kapitolách uspořádány tak, aby bylo možné porovnat danou vlastnost příze o stejné jemnosti, ale vypředené z rozdílných pramenů.

Měření proběhlo v textilní laboratoři ve firmě Savio a v laboratoři FT TUL. Bylo provedeno měření jemnosti, kvadratické nestejnoměrnosti, počtu silných a slabých míst, chlupatosti, pevnosti a tažnosti, dále byl sledován počet ovinů obalové stužky na jeden metr příze (pomocí úhlu stoupání šroubovice a také pomocí výšky jednoho ovinu) v obrazové analýze v programu NIS Elements AR 5.10.01.

Jako první bylo provedeno ověření reálné jemnosti přízí (Tab. 1). Pro zjištění jemnosti bylo z každé cívky (celkem tedy byly provedeny čtyři měření s každou přízí) odvinuto 300 metrů příze, poté byla příze zvážena na laboratorní váze. Dále byla jemnost dopočítání pomocí vztahu 1.0.

Tab. 1 – Vypočítané hodnoty reálné jemnosti přízí

Nastavená jemnost příze na dopřádacím stroji [tex]	Reálná naměřená jemnost příze [tex]
29,5	31,3
20	20,3

2.1.2 Podmínky výpředů

Nastavení pro výpředy bylo zvoleno s ohledem na téma práce. Aby bylo možné porovnávat výsledky z měření, bylo nastavení stroje zvoleno co nejuniverzálněji pro použité prameny a vypřádané jemnosti přízí. Distanční klipsy (vymezuující vzdálenost mezi řemínky průtahového ústrojí na výstupu na rozměr 2,5mm), přítlačné pryžové válečky typu NBR 83 ShA pro válečky 2, 3 a 4, přítlačný pryžový váleček NBR 74 ShA pro váleček 1 (obr. 4), spřádní tlak (5,2bar), i odváděcí rychlost (400 m.min⁻¹) byla stejná pro všechny vzorky příze. Průtah byl zvolen s ohledem na vypřádané jemnosti přízí. Dle zkušeností technologů s dopřádacím strojem byl hlavní průtah zvolen na hodnotu vypřádané jemnosti příze v anglické soustavě jemnosti (Neco) (Tab.2) (1.1).

Příklad:

Vypředená příze má mít 29,5tex

$$\text{Neco} = \frac{590.5}{T[\text{tex}]} = \frac{590.5}{29.5} = 20.01 \doteq 20$$

Hlavní průtah pro vypřádání příze o jemnosti 29,5 tex byl tedy zvolen na hodnotu 20.

Toto nastavení není ideální pro dosažení co nejlepších výsledků (v porovnání pomocí Uster Statistics), je ovšem vhodné pro sledování vlivu použité technologie přípravy pramene na vlastnosti příze (nestejněměrnost, pevnost, silná a slabá místa a chlupatost).

Tab. 2 – Nastavení průtahu pro jednotlivé příze

Předkládaný pramen	Nastavení vypřádané jemnosti [tex]	Průtah
V1 - 4,2 ktex	29,5	2,667-2,667-20
	20	2,667-2,667-30
V2 - 4,2 ktex	29,5	2,667-2,667-20
	20	2,667-2,667-30
V3 - 3,7 ktex	29,5	2,667-2,351-20
	20	2,667-2,351-30

Během výpředů **nebyl** aktivován systém pro kontrolu kvality příze, aby byly v přízi obsaženy i vadná místa a mohly být tyto místa sledovány v následujícím měření.

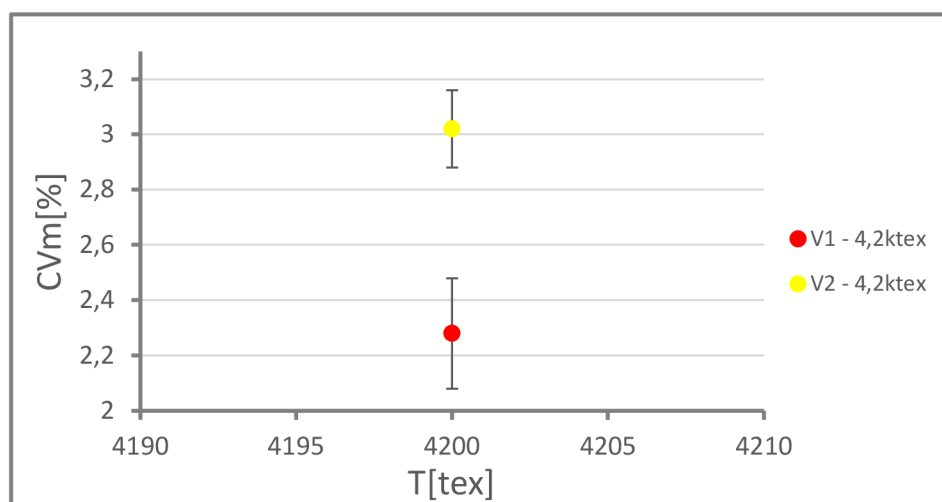
2.2.1 Vlastnosti pramenů

Technologické nastavení strojů pro přípravu pramenů bylo zvoleno technologem z firmy Trützschler. Jemnosti pramenů byly zvoleny tak, aby byly případné rozdíly na přízích co nejlépe patrné. Kvůli jemnosti pramene 4200 tex byl celkový průtah na tryskovém dopřádacím stroji 142,4 pro přízi o jemnosti 29,5 tex a pro přízi o jemnosti 20 tex byl průtah 210, což se blíží limitnímu průtahu.

Měření pramenů bylo provedeno na přístroji Uster Tester 4 následujícím nastavením:

- Rychlost odtahu pramenu 25 m.min⁻¹
- Čas testu 1 minuta
- Celkem 5 měření každého pramen

Výsledky měření CVm jsou graficky zobrazené v obr. 24 a dále vypsané v tabulce 3 včetně směrodatné odchytky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny podle vztahu 1.14). Níže jsou porovnány naměřené hodnoty nestejnomyěrnosti již hotových pramenů. Pramen V3 není zobrazen, protože má nižší jemnost (3,7ktex), přímo lze tedy porovnat hmotovou nestejnomyěrnost pramenů V1 a V2.



Obr. 24 – Graf s výsledky měření nestejnomyěrnosti pramenů V1 a V2

Tab. 3 – Naměřené a vypočítané hodnoty nestejnomyěrností pramenů

Prameny	V1	V2	V3
Jemnost [tex]	4200	4200	3700
CV _{pramene} [%]	2,28	3,02	3,24
95% IS CV _{pramane} [%]	(2,48;2,08)	(3,16;2,88)	(3,46;3,02)
CV _{lim_pramene} [%]	0,56	0,56	0,59
CV _{výr} [%]	2,21	2,97	3,19
95% IS CV _{výr} [%]	(2,42;2,0)	(3,11;2,83)	(3,41;2,96)

Z výsledků měření je patrná vyšší nestejnomyěrnost pramene V2 v porovnání s pramenem V1. Již z těchto výsledků se dá očekávat, že přímé porovnání přízí z pramenů V1 a V2 ukáže stejný trend, tedy vyšší nestejnomyěrnost přízí z pramene V2. U pramene V3 byla zjištěna nejvyšší hmotová nestejnomyěrnost, to je ale způsobeno nižší jemností (menší počet vláken v průřezu).

2.2.2 Kvadratická hmotová nestejněmnost

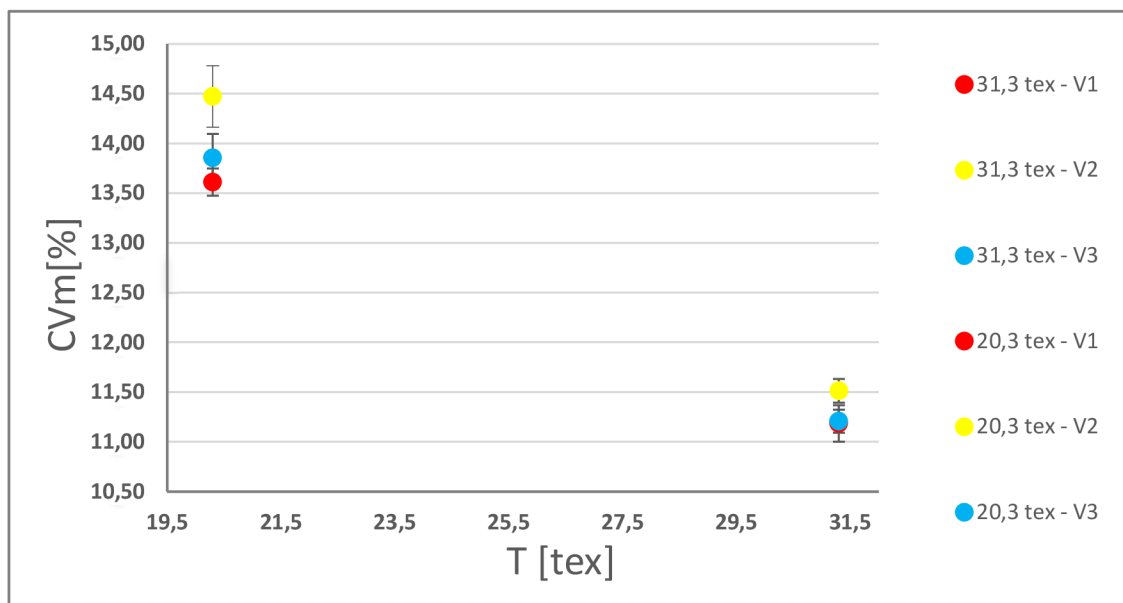
Nestejněmnost příze byla měřena na laboratorním přístroji Uster Tester 4 (Obr. 25) s následujícím nastavením:

- Rychlost odtahu příze 400 m.min⁻¹
- Čas testu 1 minuta
- Celkem 4 měření z každé cívky



Obr. 25 – Uster Tester 4 v laboratoři Savio

Výsledky měření CVm jsou graficky zobrazené v obr. 26 a dále vypsané v tabulce 4 včetně směrodatné odchytky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny dle vztahu 1.14).



Obr. 26 – graf s výsledky měření CVm

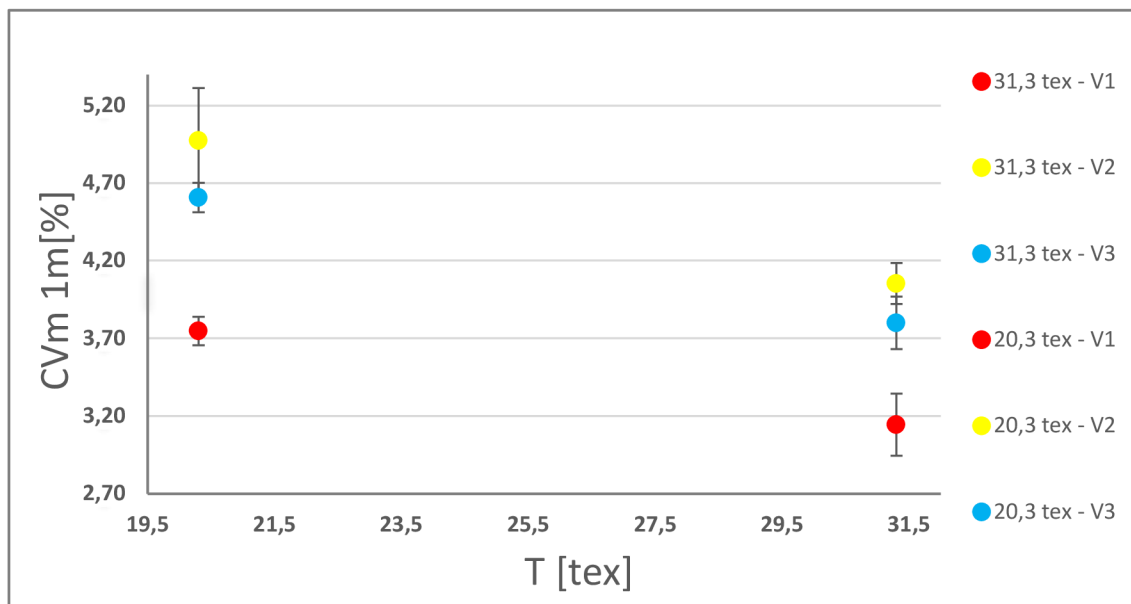
Tab. 4 – Výsledky měření CVm

Pramen	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Jemnost příže [tex]	31,3	31,3	31,3	20,3	20,3	20,3
Průměrná hodnota \bar{x} CVm [%]	11,2	11,5	11,2	13,61	14,47	13,86
Směrodatná odchytka CVm [%]	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3
95% IS CVm [%]	(11,37;11,0)	(11,63;11,39)	(11,32;11,09)	(13,75;13,48)	(14,78;14,16)	(14,1;13,62)

Kvadratická hmotová nesejnoměrnost na délce 8 mm (CVm) je statisticky významně vyšší u příží z pramenu V2 oproti přížím z pramenů V1 a V3.

Rozdíl v naměřené nesejnoměrnosti mezi přížemi z pramene V1 a V3 je statisticky nevýznamný.

Výsledky měření CVm 1 m jsou graficky zobrazené v obr. 27 a dále vypsané v tabulce 5 včetně směrodatné odchylky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny dle vztahu 1.14).



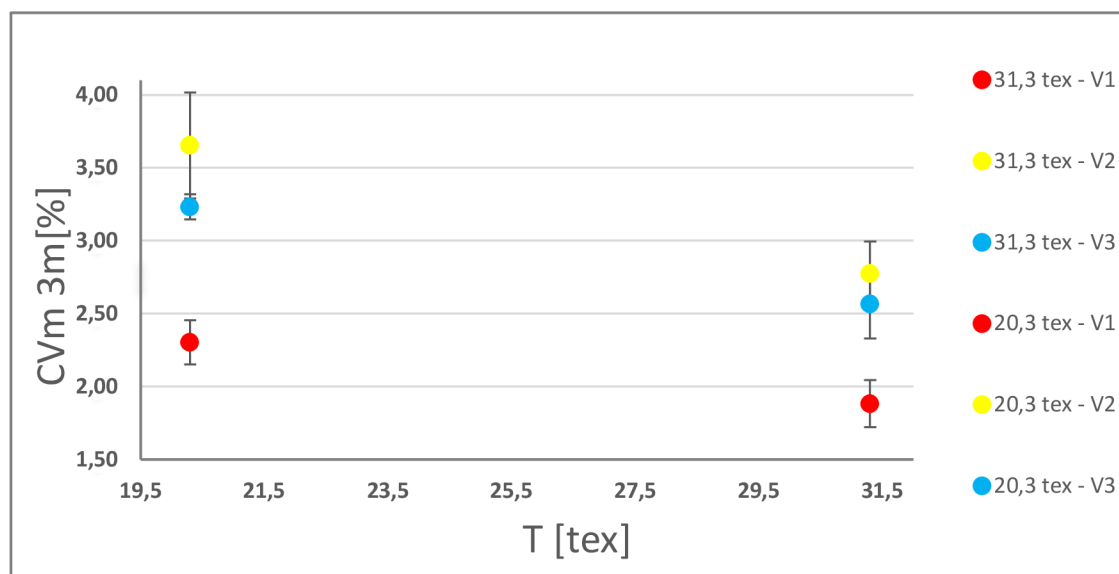
Obr. 27 – Graf s výsledky měření CVm 1 m

Tab. 5 – Výsledky měření CVm 1 m

Pramen	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Jemnost příze [tex]	31,3	31,3	31,3	20,3	20,3	20,3
Průměrná hodnota \bar{x} CVm 1m [%]	3,1	4,1	3,8	3,75	4,97	4,61
Směrodatná odchylka CVm 1m [%]	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,1
95% IS CVm 1m [%]	(3,34;2,94)	(4,19;3,92)	(3,97;3,63)	(3,84;3,66)	(5,31;4,64)	(4,7;4,51)

Kvadratická hmotová nestejnomyěrnost na délce 1 m (CVm 1m) je statisticky významně nižší u příze z pramenů V1. Rozdíl středních hodnot CVm 1m mezi přízemi z pramenů V2 a V3 je statisticky nevýznamný.

Výsledky měření CVm 3 m jsou graficky zobrazené v obr. 28 a dále vypsané v tabulce 6 včetně směrodatné odchylky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny dle vztahu 1.14).



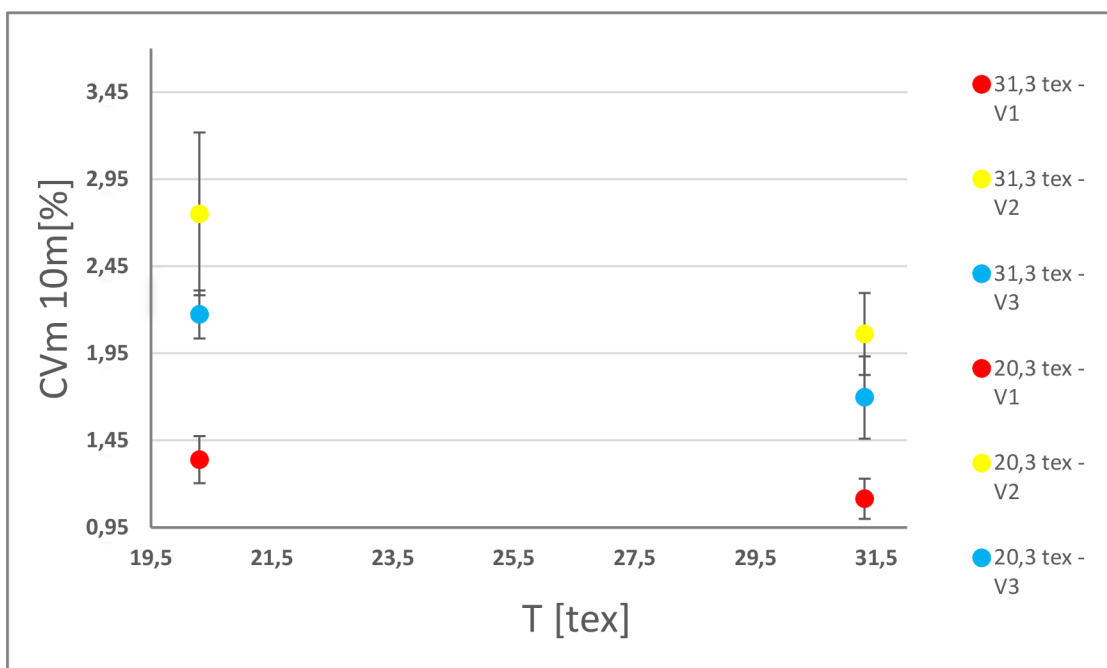
Obr. 28 – Graf s výsledky měření CVm 3 m

Tab. 6 – Výsledky měření CVm 3 m

Pramen	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Jemnost příze [tex]	31,3	31,3	31,3	20,3	20,3	20,3
Průměrná hodnota \bar{x} CVm 3m [%]	1,9	2,8	3,2	0,00	3,65	3,23
Směrodatná odchylka CVm 3m [%]	0,2	0,3	0,1	0,0	0,5	0,1
95% IS CVm 3m [%]	(2,04;1,72)	(2,99;2,56)	(2,81;2,33)	-	(4,02;3,29)	(3,32;3,15)

Kvadratická hmotová nesejnoměrnost na délce 3 m (CVm 3m) je statisticky významně nejnižší u přízi z pramenu V1 pro délku 3m. Rozdíl středních hodnot CVm 3m mezi přízemi z pramenů V2 a V3 je statisticky nevýznamný.

Výsledky měření CVm 10 m jsou graficky zobrazené v obr. 29 a dále vypsány v tabulce 7 včetně směrodatné odchylky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny dle vztahu 1.14).



Obr. 29 – Graf s výsledky měření CVm 10 m

Tab. 7 – Výsledky měření CVm 10 m

Pramen	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Jemnost příze [tex]	31,3	31,3	31,3	20,3	20,3	20,3
Průměrná hodnota \bar{x} CVm 10m [%]	1,1	2,1	2,2	0,00	2,75	2,17
Směrodatná odchylka CVm 10m [%]	0,2	0,3	0,2	0,0	0,7	0,2
95% IS CVm 10m [%]	(1,23;1,0)	(2,3;1,83)	(1,93;1,46)	-	(3,22;2,28)	(2,31;2,04)

Kvadratická hmotová nesejnoměrnost na délce 10 m (CVm 10m) je statisticky významně nejnižší u příze z pramenu V1 pro délku 10m. Rozdíl středních hodnot CVm 3m mezi přízemi z pramenů V2 a V3 je statisticky nevýznamný.

Shrnutí výsledků měření hmotné nestejnomyěrnosti

Výsledky měření kvadratické nestejnomyěrnosti příze CV(m) vykazují nejvyšší nestejnomyěrnost u přízí z pramenů V2, na délkách 1 m, 3 m a 10 m je statisticky významně vždy nižší nestejnomyěrnost u přízí z pramenů V1. Výsledky měření mají stejný trend, příze z pramenů připravených zkráceným procesem (prameny V2 a V3) nikdy nemá nižší nestejnomyěrnost oproti přízím z pramenu připraveným standardním procesem (pramen V1). Tím se potvrzuje předpoklad, že absenci dvou pasáží posukování nelze nahradit přidavnou průtahovou hlavou (IDF). Tento trend je patrný i na výsledcích z měření pramenů (obr. 24 a tab. 3).

Přes jednoznačné statistické výsledky z měření nestejnomyěrnosti, je ale nutné zvážit i technologický pohled. Tedy jak moc se změřený rozdíl hmotové nestejnomyěrnosti projeví ve finálním produktu (pletenina, tkanina atd.). Z naměřených hodnot byly dále vypočítané hodnoty limitní (1.3), výrobní (1.4)5 a strojové nestejnomyěrnosti (1.6), výpočty byly provedené dle vzorců, které jsou zmíněny v kapitole 1.1.4.

Tab. 8.1 - naměřené a vypočítané hodnoty nestejnomyěrností pro příze 20,3tex

Prameny	V1	V2	V3
Jemnost [tex]	20,3	20,3	20,3
CV_{příze} [%]	13,61	14,47	13,86
95% IS CV_{příze} [%]	(13,75;13,48)	(14,78;14,16)	(14,1;13,62)
CV_{lim} [%]	8,00	8,00	8,00
CV_{výr} [%]	11,01	12,06	11,31
95% IS CV_{výr_příze} [%]	(11,18;10,84)	(12,43;11,69)	(11,6;11,02)
CV_{str} [%]	6,53	7,95	7,35
95% IS CV_{výr_příze} [%]	(6,57;6,49)	(8,39;7,5)	(7,72;6,98)

Tab. 8.2 - Naměřené a vypočítané hodnoty nestejnomyěrností pro příze 31,3tex

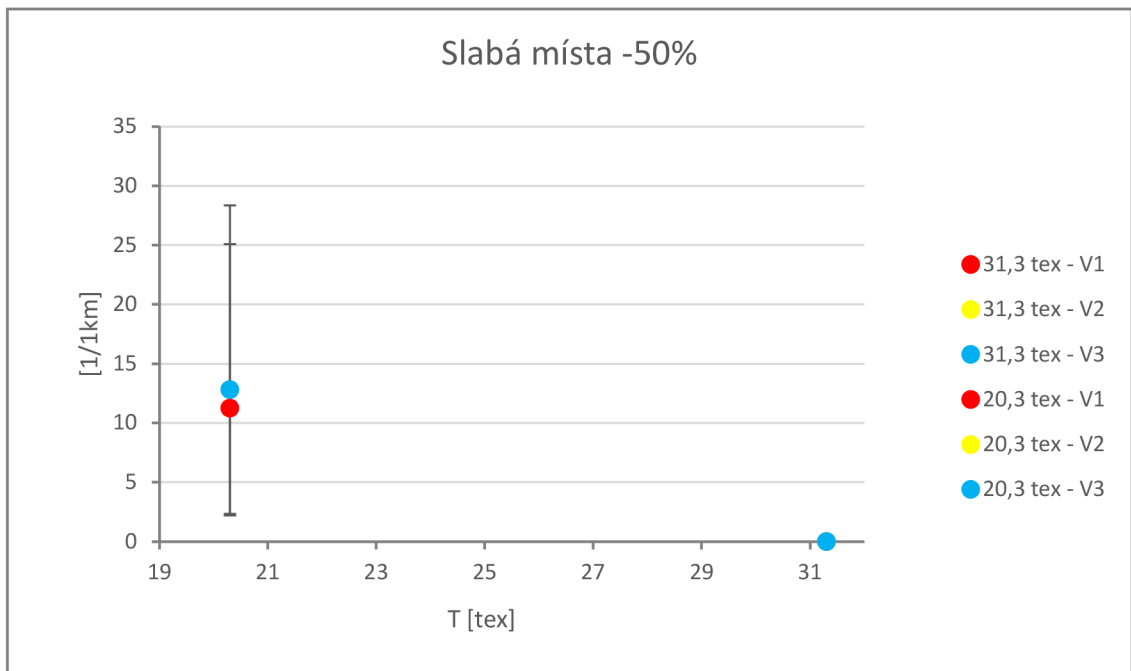
Prameny	V1	V2	V3
Jemnost [tex]	31,3	31,3	31,3
CV_{příze} [%]	11,19	11,51	11,21
95% IS CV_{příze} [%]	(11,37;11,0)	(11,63;11,39)	(11,32;11,09)
CV_{lim_příze} [%]	6,44	6,44	6,44
CV_{výr} [%]	9,14	9,54	9,17
95% IS CV_{výr_příze} [%]	(9,37;8,92)	(9,69;9,4)	(9,31;9,03)
CV_{stroj_příze} [%]	8,87	9,07	8,60
95% IS CV_{stroj_příze} [%]	(9,05;8,69)	(9,17;8,96)	(8,66;8,53)

Hodnoty nestejnomyěrností z tabulek (8.1 a 8.2) lze porovnat pouze u přízí, které jsou vypředeny z pramenů o stejné jemnosti. U tabulky s výsledky měření pramenů (Tab. 3) je nutné vzít v potaz, že pramen V3 má menší jemnost oproti pramenům V1 a V2. Přímé porovnání je tedy možné jen mezi pramenem V1 a V2. Z výsledků je patrné, že nestejnomyěrnost vstupních pramenů se ještě více projeví na vypředené přízi díky další vzniklé nestejnomyěrnosti v průtahovém ústrojí tryskového dopřádacího stroje.

Z porovnání strojové nestejnomyěrnosti přízí je patrné, že nestejnomyěrnost obsažená v pramenu se ještě více projeví při dopřádání. Z porovnání strojové nestejnomyěrnosti přízí z pramenů V2 a V3 je patrný vliv menšího průtah při dopřádání s pramenem V3. Stejný trend je patrný i u výrobní nestejnomyěrnosti. I z těchto hodnot lze vyvodit, že je možné rozdílem mezi přípravou pramene standardním a zkráceným způsobem snížit použitím nižší jemnosti předkládaného pramene. Použitelnost nižší jemnosti pramene je ale nutné zvážit pro konkrétní přádelnu na základě výrobnosti jednotlivých strojů.

Shrnutí výsledků měření počtu silných a slabých míst včetně nopků

Výsledky měření počtu slabých míst -50 % jsou graficky zobrazené v obr. 30 a dále vypsané v tabulce 9 včetně směrodatné odchylky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny dle vztahu 1.15).

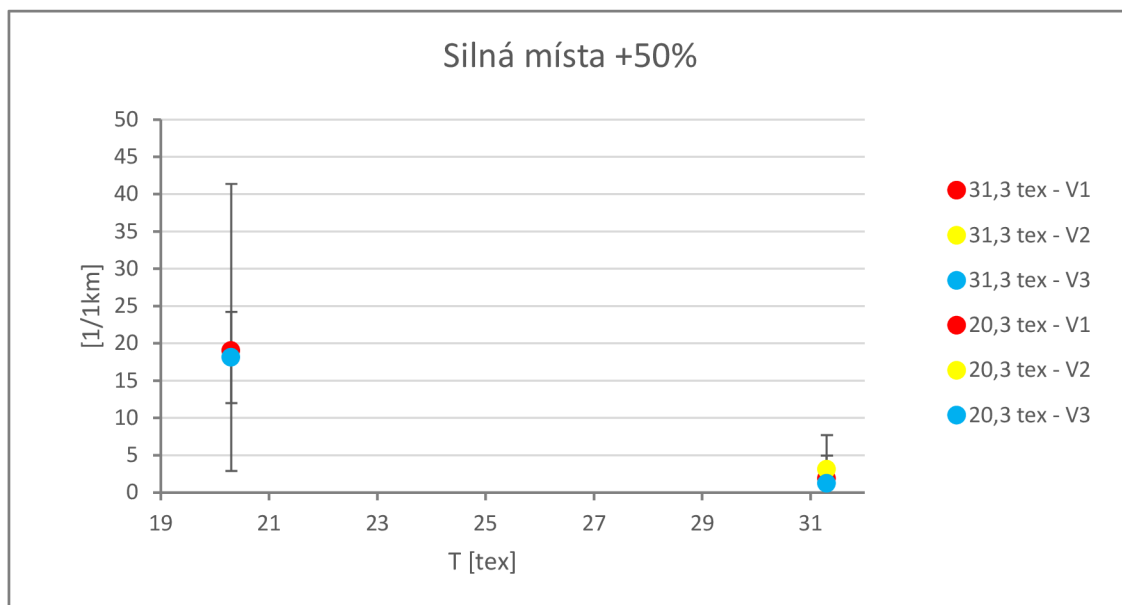


Obr. 30 – Graf s výsledky z měření počtu slabých míst -50%

Tab. 9 – Vypočítané hodnoty k počtu slabých míst -50%

Pramen	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Jemnost příze [tex]	31,3	31,3	31,3	20,3	20,3	20,3
Průměrná hodnota \bar{x} počtu vad -50% [1/1km]	0,0	0,0	0,0	11,3	15	13
Směrodatná odchylka počtu vad -50% [1/1km]	0,0	0,0	0,0	7,1	8,7	8,6
95% IS -50% [1/1km]	-	-	-	(13,8;9,05)	(18,3;12,7)	(15,5;10,5)

Výsledky měření počtu silných míst +50 % jsou graficky zobrazené v obr. 31 a dále vypsané v tabulce 10 včetně směrodatné odchylky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny dle vztahu 1.15).

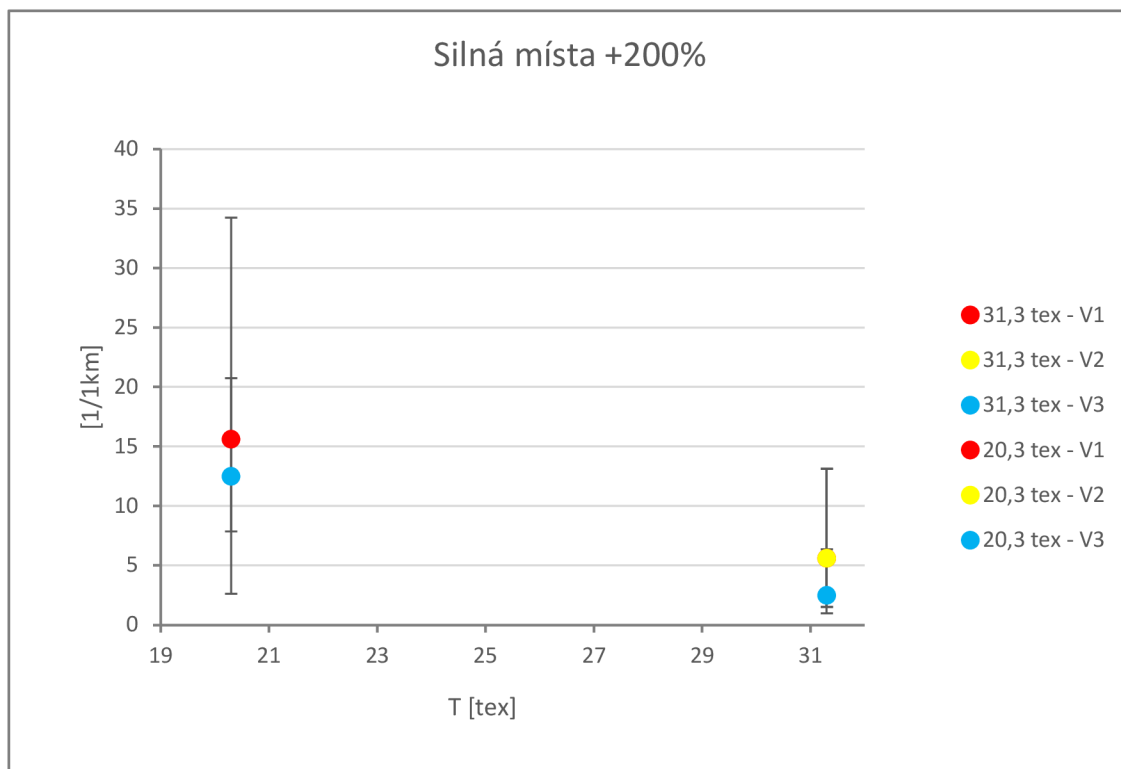


Obr. 31 – Graf s výsledky z měření počtu silných míst +50%

Tab. 10 - Vypočítané hodnoty k počtu silných míst +50%

Pramen	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Jemnost přize [tex]	31,3	31,3	31,3	20,3	20,3	20,3
Průměrná hodnota \bar{x} počtu vad +50% [1/1km]	1,9	3,1	1,3	19,1	29	18
Směrodatná odchylka počtu vad +50% [1/1km]	2,6	2,9	1,3	17,0	16,9	6,3
95% IS +50% [1/1km]	(3,09;1,05)	(4,61;2,02)	(2,3;0,6)	(22,3;16,2)	(33,4;25,7)	(11,4;7,1)

Výsledky měření počtu silných míst +200 % jsou graficky zobrazené v obr. 32 a dále vypsané v tabulce 11 včetně směrodatné odchylky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny dle vztahu 1.15).



Obr. 32 – Graf s výsledky z měření počtu nopků +200%

Tab. 11 - Vypočítané hodnoty k počtu silných míst +200%

Pramen	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Jemnost příze [tex]	31,3	31,3	31,3	20,3	20,3	20,3
Průměrná hodnota \bar{x} počtu vad +200% [1/1km]	5,6	5,6	2,5	15,6	36	13
Směrodatná odchylka počtu vad +200% [1/1km]	2,6	2,6	2,3	7,3	11,8	5,4
95% IS +200% [1/1km]	(7,53;4,1)	(7,53;4,1)	(3,86;1,53)	(18,6;13,0)	(40,7;32,2)	(8,24;4,64)

Z naměřených dat nejsou patrné žádné statisticky významné rozdíly v počtu silných a slabých míst (+50 % a -50 %) ani u nopků (+200 %), výsledky se tedy shodují s předpokladem (1.3.3). Stejně výsledky jsou způsobené použitím stejného mykacího stroje, stejných vláken a stejným nastavením a vybavením tryskového dopřádacího stroje.

2.2.3 Pevnost a tažnost

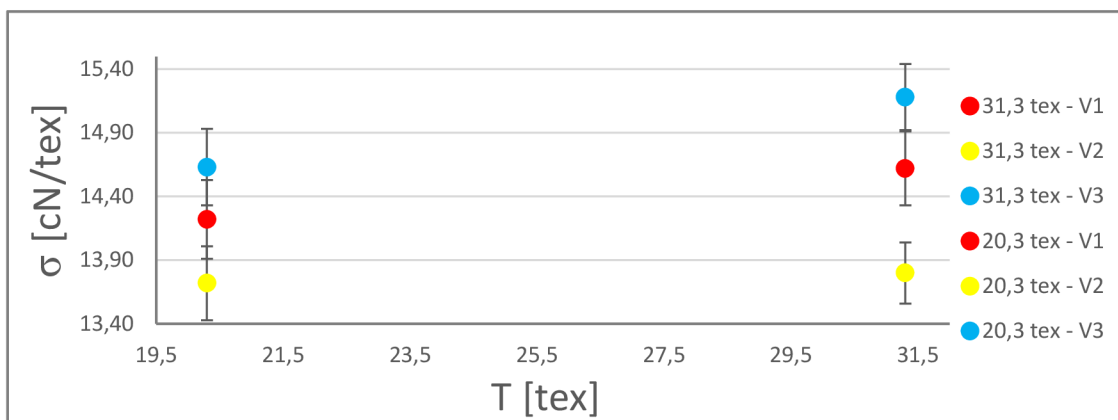
Pevnost a tažnost byla měřena na laboratorním přístroji Uster Tensorapid 4 s následujícím nastavením:

- Rychlost posuvu čelisti při napínání příze 5000 mm.min⁻¹
- Upínací délka 500 mm
- 20 měření na každé cívce, celkem tedy 80 měření na každém vzorku příze.



Obr. 33 – Uster Tensorapid v laboratoři Savio

Výsledky měření poměrné pevnosti jsou graficky zobrazené v obr. 34 a dále vypsané v tabulce 12 včetně směrodatné odchylky a intervalů spolehlivosti (ty jsou vypočteny samotným měřicím přístrojem).

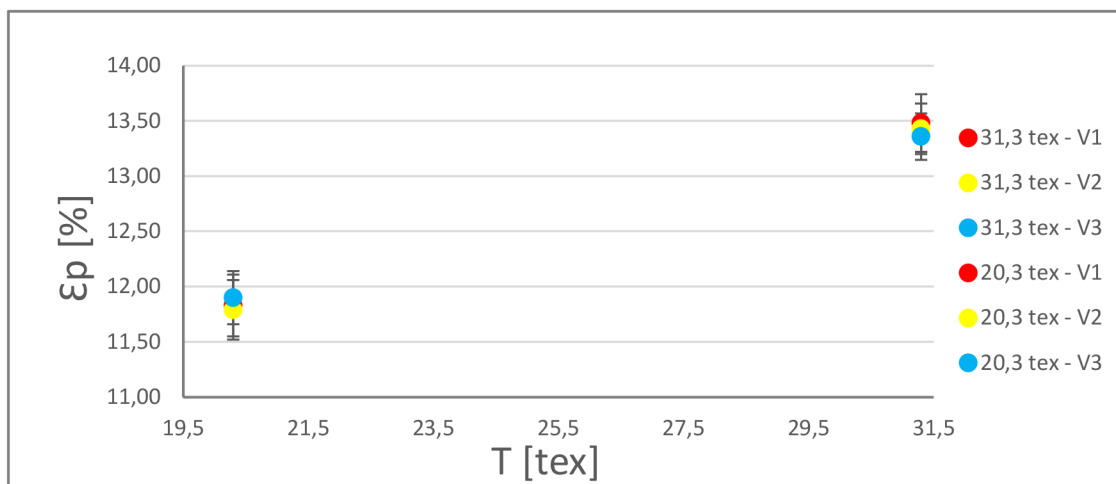


Obr. 34 – Výsledky z měření poměrné pevnosti

Tab. 12 – Vypočítané hodnoty poměrné pevnosti

Pramen	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Jemnost[tex]	31,3	31,3	31,3	20,3	20,3	20,3
Průměrná hodnota $\bar{\sigma}$ poměrné pevnosti σ [cN/tex]	14,62	13,80	15,18	14,22	13,72	14,63
Směrodatná odchylka poměrné pevnosti σ [cN/tex]	1,29	1,07	1,18	1,39	1,29	1,34
95% IS σ [cN/tex]	(14,91;14,33)	(14,04;13,8)	(15,44;14,92)	(14,53;13,43)	(14,01;13,43)	(14,93;14,33)

Výsledky měření tažnosti jsou graficky zobrazené v obr. 35 a dále vypsané v tabulce 13 včetně směrodatné odchytky a intervalů spolehlivosti (ty jsou vypočteny samotným měřícím přístrojem).



Obr. 35 – Výsledky z měření tažnosti

Tab. 13 – Vypočítané hodnoty tažnosti

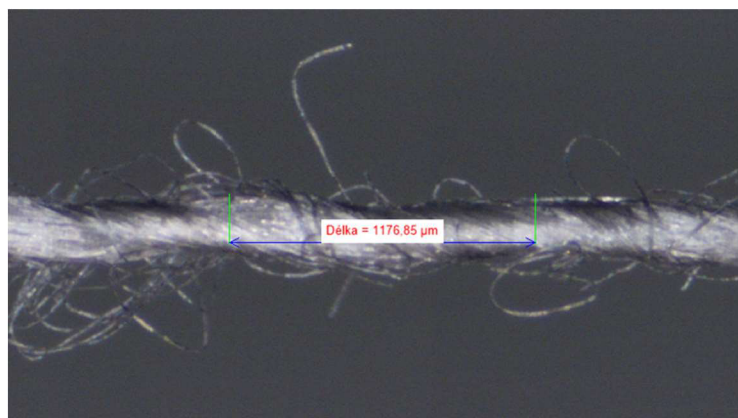
Pramen	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Jemnost [tex]	31,3	31,3	31,3	20,3	20,3	20,3
Průměrná hodnota \bar{x} tažnosti ϵ_p [cN/tex]	13,48	13,43	13,36	11,83	11,79	11,90
Směrodatná odchytka tažnosti ϵ_p [cN/tex]	1,18	1,05	0,94	1,25	1,23	1,09
95% IS ϵ_p [cN/tex]	(13,74;13,22)	(13,66;13,2)	(13,62;13,1)	(12,11;11,55)	(12,06;11,52)	(12,14;11,66)

Naměřené hodnoty **tažnosti** nevykazují žádný statisticky významný rozdíl (Obr. 35) mezi jednotlivými přizemi, je to způsobeno použitím stejných vláken pro všechny příze. Naměřené výsledky **poměrné pevnosti** vykazují statistické rozdíly u přízí o jemnosti 31,3 tex. Největší pevnost byla zaznamenána u příze z pramenu V3, což je pravděpodobně způsobeno menší jemností předkládaného pramene (tedy i nižší průtah u tryskového dopřádacího stroje) oproti pramenům V1 a V2. V přímém porovnání přízí z pramenů o stejné jemnosti, vykazuje příze z pramene V1 větší pevnost oproti příze z pramene V2. U příze 20,3 tex nebyly rozdíly v pevnosti mezi všemi přizemi statisticky významné, ale trend je stejný. Příze z pramene V3 vykazuje větší pevnosti oproti příze z pramene V2. Pevnost příze z pramene V1 nevykazuje statisticky významně rozdílné výsledky oproti ostatním přízím o jemnosti 20,3 tex.

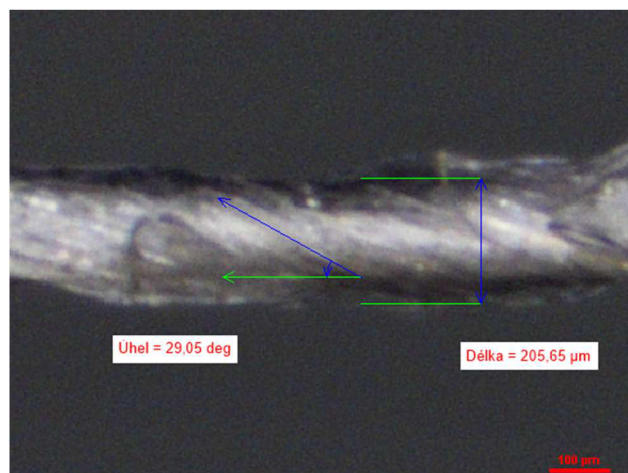
Zjištěný rozdíl je způsoben absencí dvou pasáží posukování u zkráceného procesu oproti standardnímu, z výsledků lze vyvodit, že přidaná průtahová hlava navazující na mykání u zkráceného procesu skutečně není schopna nahradit zmíněné dvě pasáže posukování. Tento závěr je totožný s rozбором výsledků nestejnoměrnosti. Zdali rozdíl v pevnosti mezi jednotlivými přízemi je technologicky významný nelze posoudit, pro toto posouzení by bylo nutné znát použití příze včetně veškerých navazujících procesů (snování, tkaní, pletení atd.).

Obrazová analýza

V rámci testování pevnosti přízí, byly příze podrobeny obrazové analýze, kde byla sledována délka periody ovinů obalové stužky (obr. 36), úhel stoupání šroubovice a průměr příze. Z úhlu stoupání šroubovice a průměru příze (obr. 37) lze dopočítat počet ovinů na jeden metr (1.2), stejně jako z délky periody ovinu.



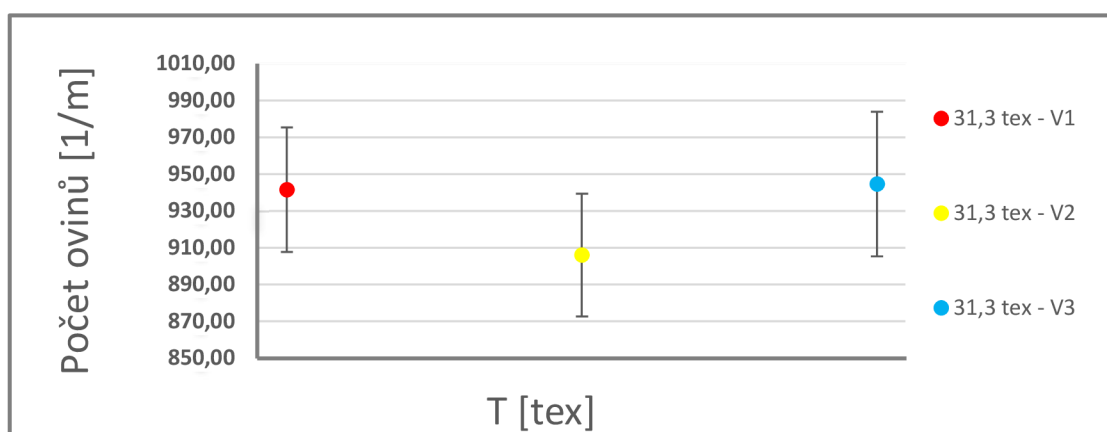
Obr. 36 – Ukázka měření periody ovinu v NIS Elements



Obr. 37 – Ukázka měření úhlu a průměru v NIS Elements

U obou způsobů výpočtu počtu ovinů bylo celkem provedeno 50 měření. Hodnoty počtu ovinů z obou metod měření by se teoreticky měly shodovat, ovšem určení úhlu stoupání šroubovice a průměru je v některých případech velmi obtížné, protože není zcela zřejmé (kvůli chlupatosti příze) z dostupných mikroskopických snímků pro obrazovou analýzu, kde označit průměr příze. Obrazová analýza byla zařazena do této práce, pro zjištění, jestli je předpokládaný rozdíl v pevnosti příze způsoben počtem ovinů. Počet ovinů má vliv na pevnost příze, podobně jako zákrut u prstencové či rotorové příze. Zvýšíme-li počet ovinů na metr příze, pravděpodobně dojde i ke zvýšení poměrné pevnosti příze. Nelze ale říci, že by platila přímá úměra mezi počtem ovinů a poměrnou pevností příze. Měření bylo provedeno pouze na přízích o jemnosti 31,3 tex. Pro výpočet počtu ovinů na metr příze (Z) byl použit vztah 1.2.

Vypočítané hodnoty počtu ovinů (z periody ovinu) jsou graficky zobrazené v obr. 38 a dále vypsány v tabulce 14 včetně směrodatné odchylky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny dle vztahu 1.14).

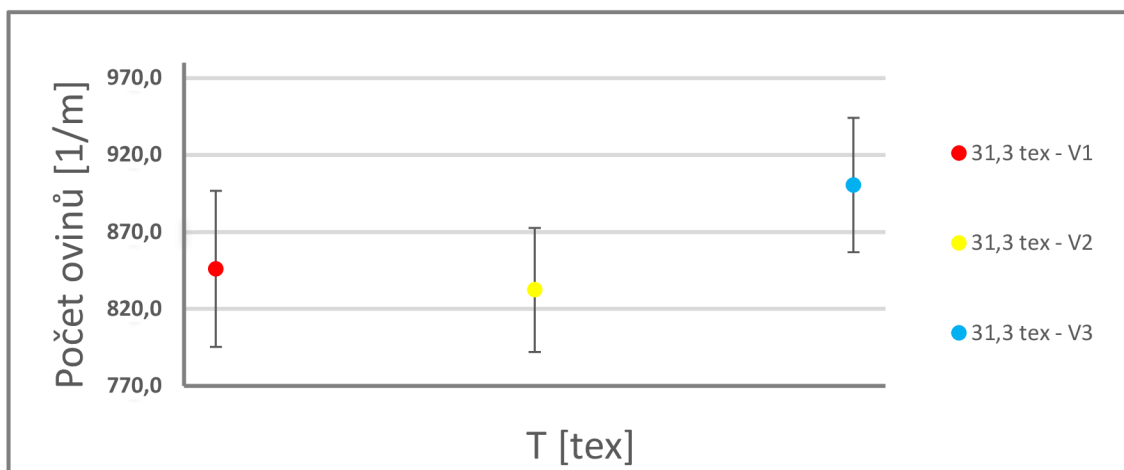


Obr. 38 – Vypočítané výsledky počtu ovinů z výšky ovinů

Tab. 14 - Vypočítané hodnoty z výsledků měření počtu ovinů (z výšky ovinů)

Pramen	V1	V2	V3
Jemnost příze [tex]	31,3	31,3	31,3
Průměrná hodnota \bar{x} počtu ovinů [1/m]	941,6	906,1	944,6
Směrodatná odchylka [1/m]	122,0	120,4	141,8
95% IS [1/m]	(975,4;907,8)	(939,4;872,7)	(984;905,3)

Vypočítané hodnoty počtu ovinů (z úhlu stoupání šroubovice a průměru příze) jsou graficky zobrazené v obr. 39 a dále vypsané v tabulce 15 včetně směrodatné odchylky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny dle vztahu 1.14).



Obr. 39 – Vypočítané výsledky počtu ovinů z úhlu stoupání šroubovice a průměru příze

Tab. 15 - Vypočítané hodnoty z výsledků měření počtu ovinů (z úhlu stoupání šroubovice a průměru příze)

Prámen	V1	V2	V3
Jemnost příze [tex]	31,3	31,3	31,3
Průměrná hodnota \bar{x} počtu ovinů [1/m]	846,1	832,5	900,6
Směrodatná odchylka [1/m]	182,9	145,4	157,7
95% IS [1/m]	(896,8;795,4)	(872,8;792,1)	(944,3;856,9)

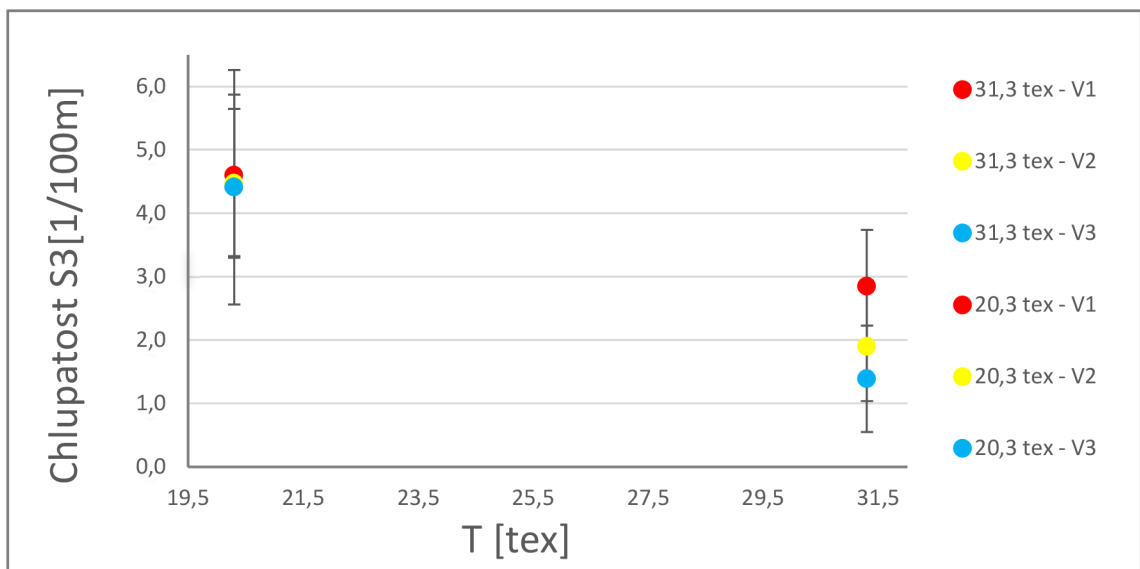
Z naměřených a vypočtených hodnot nevyšel statisticky významný rozdíl mezi středními hodnotami počtu ovinů mezi přízemi z jednotlivých pramenů u obou způsobů měření. Lze tedy usoudit, že způsob přípravy pramene pro tryskový doprůdácí stroj nemá vliv na počet ovinů na jeden metr příze, zjištěné rozdíly poměrné pevnosti přízi jsou tedy způsobené jiným faktorem. Počet ovinů bude ovlivněn převážně odtahovou rychlostí příze, spřádním tlakem a konstrukcí spřádní trysky [16].

2.2.4 Chlupatost

Chlupatost měřená na přístroji Zweigle G567 s následujícím nastavením:

- Rychlost odtahované příze 50 m.min⁻¹
- Délka testované příze v rámci jednoho testu 100 m
- Celkem 5 měření z každé cívky

Výsledky měření chlupatosti S3 jsou graficky zobrazené v obr. 40 a dále vypsané v tabulce 16 včetně směrodatné odchylky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny dle vztahu 1.15).



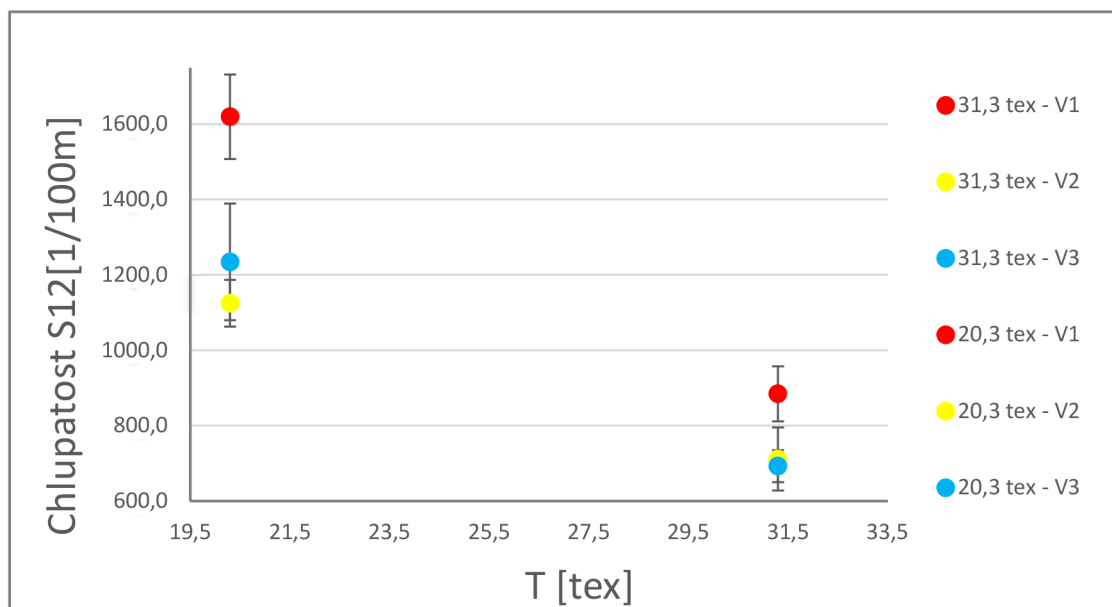
Obr. 40 – Výsledky z měření chlupatosti S3

Tab. 16 – Vypočítané hodnoty chlupatosti S3

Pramen	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Jemnost příze [tex]	31,3	31,3	31,3	20,3	20,3	20,3
Průměrná hodnota \bar{x} chlupatosti S3 [1/100m]	2,9	1,9	1,4	5	4	4
Směrodatná odchylka chlupatosti S3 [1/100m]	1,8	2,0	1,8	2,9	2,6	3,9
95% IS S3 [1/100m]	(3,69;2,16)	(2,61;1,34)	(2,05;0,9)	(5,64;3,71)	(5,53;3,57)	(5,53;3,47)

Výsledky měření chlupatosti S3 nevykazují žádné statisticky významné rozdíly u příze 20,3tex ani u příze 31,3 tex.

Výsledky měření chlupatosti S12 jsou graficky zobrazené v obr. 41 a dále vypsané v tabulce 17 včetně směrodatné odchylky a intervalů spolehlivosti (ty byly vypočteny dle vztahu 1.14).



Obr. 41 – Výsledky z měření chlupatosti S12

Tab. 17 – Vypočítané hodnoty chlupatosti S12

Pramen	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Jemnost příže [tex]	31,3	31,3	31,3	20,3	20,3	20,3
Průměrná hodnota \bar{x} chlupatosti S12 [1/100m]	885,0	712,0	693,1	1620	1125	1235
Směrodatná odchylka chlupatosti S12 [1/100m]	148,8	86,7	75,4	190,6	137,5	325,8
95% IS S12 [1/100m]	(957,8;812,1)	(749,9;674)	(727,9;658,3)	(1703,2;1536,2)	(1186,7;1063)	(1389,5;1079,8)

Výsledky měření chlupatosti S12 vykazují statisticky významně větší chlupatost u přízí z pramene V1 oproti pramenům V2 a V3. Rozdíl v chlupatosti přízí z pramenů V2 a V3 není statisticky významný. Pro zjištění vlivu větší chlupatosti S12 u přízí z pramenu V1 oproti přízím z pramenů V2 a V3 by bylo pravděpodobně nutné porovnávat samotnou pleteninu či tkaninu, technologický vliv je tedy nejasný. Z výsledků je patrné, že způsob přípravy pramene se projevil na chlupatosti S12, ta je ovšem považována na kladnou vlastnost. Na základě tohoto zjištění tedy nebyl naplněn předpoklad (byl předpoklad že příže z pramenů připravených zkráceným způsobem přípravy bude vykazovat vyšší chlupatost S3).

2.3.1 Závěr

Porovnáním přízí z ramene (100 % viskóza) připraveným standardním a zkráceným způsobem bylo zjištěno, že způsob přípravy ramene má vliv na vlastnosti přízí. Přídavná průtahová hlava (použita ve zkráceném způsobu přípravy ramene) není schopna plně nahradit absenci dvou pasáží posukování (které jsou zařazeny u standardního způsobu přípravy ramene, oproti zkráceného způsobu přípravy ramene).

Předpoklad byl potvrzen u výsledků **kvadratické hmotové nestejnoměrnosti**, v délkách 1 m, 3m a 10m je statisticky významně vždy nižší nestejnoměrnost u přízí z ramene V1 (tedy standardní způsob přípravy ramene se třemi pasážemi posukování) oproti přízím z ramene V2 nebo V3 (připraveny zkráceným způsobem). Předpoklad byl potvrzen také i u **počtu silných a slabých míst včetně nopků**, kde nebyl zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl v počtu vad mezi přízemi z ramene V1, V2 a V3. Pokud by bylo testováno více cívek a více metrů příze, pravděpodobně by byl zaznamenán menší počet přetrhů, silných a slabých míst u přízí z rameneů připravených zkrácenou technologií [7]. Výsledky poměrné **pevnosti** vykazují statisticky významné rozdíly u příze 31,3 tex, zatímco u příze 20,3 tex nebyly rozdíly v pevnosti mezi všemi přízemi statisticky významné. Největší pevnost byla zaznamenána u příze 31,3 tex z ramene V3, což dokazuje předpoklad že nižší jemností předkládaného ramene lze vykompenzovat (dokonce lze dosáhnout i lepší poměrné pevnosti oproti přízi z ramene, který byl připraven standardním způsobem) zkrácený způsob přípravy ramene. V přímém porovnání přízí z rameneů o stejné jemnosti, vykazuje příze z ramene V1 větší pevnost oproti přízi z ramene V2. Obrazovou analýzou byl potvrzen předpoklad, že způsob přípravy ramene nemá vliv na **počet ovinů obalové stužky**. Dále byl naplněn předpoklad u tažnosti, **tažnost** jednotlivých přízí nevykazovala statisticky významné rozdíly. Dále byla zjištěna vyšší **chlupatost S12** u přízí z ramene V1 v porovnání s přízemi z ramene V2 a V3, u chlupatosti S3 nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi testovanými přízemi. Zároveň byl potvrzen předpoklad, že jemností předkládaného ramene lze kompenzovat rozdíl (u hmotové nestejnoměrnosti a poměrné pevnosti) v mezi zkráceným a standardním způsobem přípravy ramene, příze z ramene V3 (tedy jemnějšího ramene) dosahovala lepších výsledků než příze z ramene V1.

Pro praktické použití zkráceného způsobu přípravy pramene bude velmi důležité zvážit případné zhoršené vlastnosti příze, zdali budou patrné ve finální produktu či nikoliv. Pravděpodobně ale nebudou vůbec rozeznatelné. Bylo by zajímavé a přínosné porovnávat zjištěné rozdíly ve vlastnostech na finálních produktech (pletenina, tkanina). Dále bude důležité i zvážit výhody zkráceného způsobu přípravy pramene, které pravděpodobně budou znatelné z ekonomického pohledu. Pro tento pohled bude důležitá celková vybavenost přádelny a její zaměření.

Je nutné zmínit, že dopřádací stroj Lybra má potenciál k dosažení lepších naměřených výsledků přízí, poté by ovšem nebylo možné výsledky porovnávat mezi sebou a studovat rozdíly mezi technologiemi přípravy pramene. Pro lepší výsledky by bylo nutné upravit technologické nastavení pro jednotlivé výpředy.

ZDROJE:

[1] Rieter COM4 příže. *ww.rieter.com* [online]. / [cit. 2024-05-20]. Dostupné z:

<https://www.rieter.com/services/com4r-yarns>

[2] *Rieter Air-Jet spinning machine J70* [online]. 2024 [cit. 2024-05-20]. Dostupné z:

<https://www.rieter.com/products/systems/air-jet-spinning/air-jet-spinning-machine-j-70>

[3] *Rieter Air-Jet spinning machine J70* [online]. 2024 [cit. 2024-05-20]. Dostupné z:

http://www.texdata.com/content/com4_yarns_middle_length_pr.jpg

[4] MOUČKOVÁ, Eva. *Textilní technologie 1*, skripta. TU Liberec, 2020/2021

[5] STALDER, H. *The Rieter Manual of Spinning, Volume 6 – Alternative spinning systems*. [online]. 2014. Rieter Holding, 2018, 2014 [cit. 2024-05-20]. Dostupné

z:

https://books.google.cz/books/about/The_Rieter_Manual_of_Spinning_Volume_6.html?id=h0ZwDwAAQBAJ&redir_esc=y

[6] *Belairo – The perfect yarn for towels* [online]. [cit. 2024-05-20]. Dostupné z:

<https://saurer.com/en/news/belairo-towels>

[7] *Truetzschler spinning THE TRU WAY TO YOUR AIRJET YARN* [online]. [cit. 2024-05-20].

Dostupné z: [https://www.truetzschler-](https://www.truetzschler-spinning.de/pdfviewer/?file=fileadmin/user_upload/truetzschler_spinning/downloads/broschuere/Anwendungen/Airjet_EN.pdf)

[a-spinning.de/pdfviewer/?file=fileadmin/user_upload/truetzschler_spinning/downloads/broschuere/Anwendungen/Airjet_EN.pdf](https://www.truetzschler-spinning.de/pdfviewer/?file=fileadmin/user_upload/truetzschler_spinning/downloads/broschuere/Anwendungen/Airjet_EN.pdf)

..

[8] *Trützschler: Its true magazine 1-23-EN* [online]. [cit. 2024-05-20]. Dostupné z:

https://www.truetzschler.com/fileadmin/user_upload/truetzschler_group/downloads/broschuere/its%20true/its_true_magazin_1-23-EN.pdf

[9] [online]. [cit. 2024-05-20]. Dostupné z:

<https://saviospa.com/en/machines/lybra-smartspinner-r>

[10] *TRÜTZSCHLER SPINNING draw frame* [online]. [cit. 2024-05-20]. Dostupné z: <https://www.truetzschler.com/en/spinning/downloads/>

[11] CIHLÁŘOVÁ, Eva. Hmotová nestejněměrnost délkových a plošných textílií skripta. TU Liberec, 2002

[12] *TRÜTZSCHLER SPINNING carding machine TC19* [online]. [cit. 2024-05-20]. Dostupné z: <https://www.truetzschler.com/en/spinning/products/card/detailed-information/card-tc-19i/>

[13] BOHUSLAV, NECKÁŘ. PŘÍZE A HEDVÁBÍ 1

skripta. TU Liberec, 2004

[14] *MURATA MACHINERY, LTD.* [online]. [cit. 2024-05-20]. Dostupné z: <https://www.muratec-vortex.com/history/>

[15] N., ERDUMLU, OZIPEK B a OXENHAM. *Vortex spinning technology* [online]. 44 [cit. 2024-05-20]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/262830459_Vortex_spinning_technology

[16] H., ORTLEK, ULKU S. a OXENHAM W. *Effect of some variables on properties of 100% cotton vortex spun yarn* [online]. 44 [cit. 2024-05-20]. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0040517505053835>

[17] TAYYAR, A EBRU, GAMZE D. TETIK a SEVAL UYANIK. *Effect of some variables on properties of 100% cotton vortex spun yarn* [online]. 44. Dostupné také z: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/00405175231179225>

[18] MELOUN, Milan a Jiří MILITKÝ. *Statistické zpracování experimentálních dat* [online]. /. Dostupné také z: <https://meloun.upce.cz/docs/books/ucebnice1994.pdf>

[19] NECKÁŘ, Bohuslav. *Tvorba a struktura příze* [online]. /. Dostupné také z: <https://dspace.tul.cz/items/e92660ab-f73a-479a-966c-ae9ea988b438>