

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

obor 3106 T

Textilní technologie

Hmotová nestejnoměrnost v technologii bavlnářské příze česané

Material irregularity in cotton technology of combed yarn

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Petr Ursíny, DrSc

Konzultant: Josef Šklíba

Rozsah práce a příloh:

Počet stran:	51
Počet tabulek:	11
Počet obrázků:	6
Počet vzorců:	31
Počet příloh:	29

V Liberci dne 15.5.2006

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že předložená *diplomová* práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 15. 5. 2006

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ:

Děkuji Prof. Ing. Petrovi Ursínymu, DrSc. za pomoc při zpracování diplomové práce a za jeho cenné rady, zaměstnancům laboratoří TUL, kde mi bylo možno diplomovou práci naměřit. Dále vedení textilního závodu BEkon a.s., který je součástí firmy POLYCOTTON s. r. o. za věnovaný čas a poskytnutí materiálů a podkladů k vypracování diplomové práce. Také hlavně děkuji svým rodičům za trpělivost a podporu během celého studia. A všem přátelům a kamarádům, kteří mi po celou dobu studia věřili a byli mi oporou.

ANOTACE

Diplomová práce je zaměřena na analýzu hmotové nestejnoměrnosti v česané bavlnářské technologii se zvláštním zaměřením na technologické stupně předpřádání a dopřádání. K analýze jsou použity spektrogramy a délkové variační křivky získané na aparatuře Uster – Tester 4 SX . Rozborem těchto charakteristických funkcí jsou určeny příčiny vzniku zvýšené hmotové nestejnoměrnosti, jak v rámci jednotlivých technologických stupňů, tak z hlediska celkové technologie. Součástí práce budou návrhy na odstranění negativních vlivů, které zvyšují hmotovou nestejnoměrnost výsledné příze.

ANNOTATION

This diploma thesis aims on the analysis of material irregularity of combed yarn cotton technology with special emphasis on technological degrees in slubbing and spinning. Spectograms and length variation curves obtained from the apparatus Uster-Tester 4 SX were used for the final analysis. Evaluation of those characteristic functions gave us the causes of formation of material irregularity for individual technological degrees just as for the whole technological spectrum. Part of this study are propositions for removing negative impacts that increase material irregularity of final yarn.

Klíčová slova:

Hmotová nestejnoměrnost

Spektrogram

Délková variační křivka

USTER TESTER IV-SX

BEkon a.s.

Bavlnářská příze česaná

Key words

Mass irregularity

Spectrogram

Variance length curves

USTER TESTER IV-SX

BEkon a.s.

Cotton

1. Úvod	11
2. Teoretická část.....	12
2.1 Technologický postup výroby prstencové příze česané.....	12
2.1.1 Rozvolňování, čištění.....	13
2.1.2 Míchání	13
2.1.3 Mykání	14
2.1.4 Pramenový sdružovací stroj.....	14
2.1.5 Česání.....	15
2.1.6 Protahování	15
2.1.7 Předpřádání	15
2.1.8 Dopřádání.....	16
2.1.9 Soukání	16
2.1.10 Základní pojmy sledovaných délkových textilií	16
2.2 Hmotová nestejnoměrnost	17
2.2.1 Sledované parametry hmotové nestejnoměrnosti	17
2.2.2 Vyhodnocované charakteristické funkce	17
2.2.1.1 Lineární hmotová nestejnoměrnost $U[\%]$	18
2.2.1.2 Kvadratická hmotová nestejnoměrnost $CV[\%]$	19
2.2.1.2.1 Limitní kvadratická hmotová nestejnoměrnost $CV_{lim} [\%]$	19
2.2.2.1 Spektrogram.....	20
2.2.2.2 Délková variační křivka – Gradient nestejnoměrnosti	23
2.2.2.2.1 Limitní délková variační křivka.....	24
2.2.2.3 Standardy Uster Statistics	27
3. Rešerš.....	29
4. Experimentální část.....	30
4.1 Bekon a. s. Šluknov	30
4.2 Strojové zařízení společnosti BEkon a. s.	30
4.3 Aparatura firmy Zellweger Uster	31
4.4 Vlastní měření	32
4.4.1 Přehled vzorků	32
4.5 Postup zpracování.....	33
4.5.1 Stanovení charakteristických délek DVK.....	33

4.5.2	Výpočet limitní DVK.....	35
4.5.3	Vyhodnocení spektrogramů.....	36
4.5.3.1	Data vypočítaná ze spektrogramů pro příze	38
4.5.3.2	Data vypočítaná ze spektrogramů pro přásty.....	39
5.	Vyhodnocení měření	40
5.1	Vyhodnocení přízí.....	40
5.1.1	Vyhodnocení měřených vzorků P1-jemnost 6 tex	40
5.1.2	Vyhodnocení měřených vzorků P2-jemnost 7,4 tex.....	38
5.1.3	Vyhodnocení měřených vzorků P3-jemnost 8,4 tex	41
5.1.4	Vyhodnocení měřených vzorků P4-jemnost 12 tex	42
5.1.5	Vyhodnocení měřených vzorků P5-jemnost 14,5 tex	43
5.1.6	Vyhodnocení měřených vzorků P6-jemnost 16,5 tex	43
5.1.7	Vyhodnocení měřených vzorků P7-jemnost 20 tex	44
5.1.8	Vyjádření závislosti jemnosti příze na kvadratické nestejnoměrnosti.....	44
5.2	Vyhodnocení přástů	46
5.2.1	Vyhodnocení měřených vzorků M1-jemnost 256 tex.....	46
5.2.2	Vyhodnocení měřených vzorků M2-jemnost 347 tex.....	45
6.	Závěr.....	48
7.	Seznam použité literatury.....	50
8.	Seznam příloh.....	51

Seznam použitých zkratk

f	plocha pod křivkou $m(l)$
F	plocha pod hodnotou $\bar{m}$ na určité délce L
$m(l)$	okamžitá hodnota hmoty délkového úseku přádelnického produktu
$\bar{m}$	střední hodnota hmoty
L	délka integrovaného úseku
CV	kvadratická hmotová nestejnoměrnost [%]
CV_{lim}	limitní kvadratická nestejnoměrnost [%]
s_{cv}	směrodatná odchylka pro kvadratickou nestejnoměrnost
s_u	směrodatná odchylka pro lineární nestejnoměrnost
v_{cv}	variační koeficient kvadratickou nestejnoměrnost
v_u	variační koeficient lineární nestejnoměrnost]
Q_{95cv}	interval spolehlivosti pro kvadratickou nestejnoměrnost
Q_{95u}	interval spolehlivosti pro lineární nestejnoměrnost
n	průměrný počet vláken v průřezu přádelnického produktu
T	jemnost délkového přádelnického produktu [tex]
t	jemnost vláken [tex]
$CV_{lim}, (U_{lim})$	limitní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%]
D	družení
λ_m	stření délka vlny naměřená v produktu [m]
k	empirická konstanta ($2,5 \div 3$)
P	průtah po vadném průtahovém poli [1]
$\bar{l}$	střední délka vláken [m]
n_f	frekvence vadného dílu stroje [min^{-1}]
$v_{odvadeči}$	výstupní rychlost přádelnického produktu ze stroje [m/min]
λ_f	vlnová délka vady [m]
k	empirická konstanta ($k_{ba}=1,18$) [-]
$\bar{l}$	průměrná délka vláken v přízi [m]
CV_l	koeficient střední délky vláken [m]
L_0	výchozí délka úseku přádelnického produktu (referenční délka)
L_i	délka úseku přádelnického produktu odpovídající i-tému

Hmotová nestejnoměrnost v bavlnářské technologii česané

n_f	frekvence vadného dílu stroje [min^{-1}]
λ_i	vlnová délka odpovídající měřenému kanálu[m]
λ_1	vlnová délka [m]
n	příslušný měřicí kanál
λ_{f1}	vlnová délka ve spektrogramu příze[m]
P_{PDS}	průtah na prstencovém dopřádacím stroji[-]
P_{KPS}	průtah na křídlovém předpřádacím stroji[-]

1. Úvod

Téma této diplomové práce vzniklo po dohodě s textilním závodem BEkon a. s., Šluknov. První část se zabývá teorií, která obsahuje technologický postup v dané technologii a základní pojmy z teorie hmotové nestejnoměrnosti se zaměřením na délkové variační křivky a spektrogramy, které budeme hlavně sledovat. Obě charakteristické funkce rozebereme v experimentální části. Zde také nalezneme popis aparatury Uster – Tester 4 SX, na kterém bylo měření prováděno. Další kapitola Vyhodnocení by měla obsahovat zjištěné poznatky na základě dat z aparatury Uster – Tester 4 SX, výpočtů z experimentální části a porovnané se světovými standardy. Poslední část „závěr“, by měl obsahovat důvody případné hmotové nestejnoměrnosti, na kterých strojích k nim dochází a řešení vzniklého problému. A možný způsob jak předcházet těmto problémům.

2. Teoretická část

2.1 Technologický postup výroby prstencové příze česané

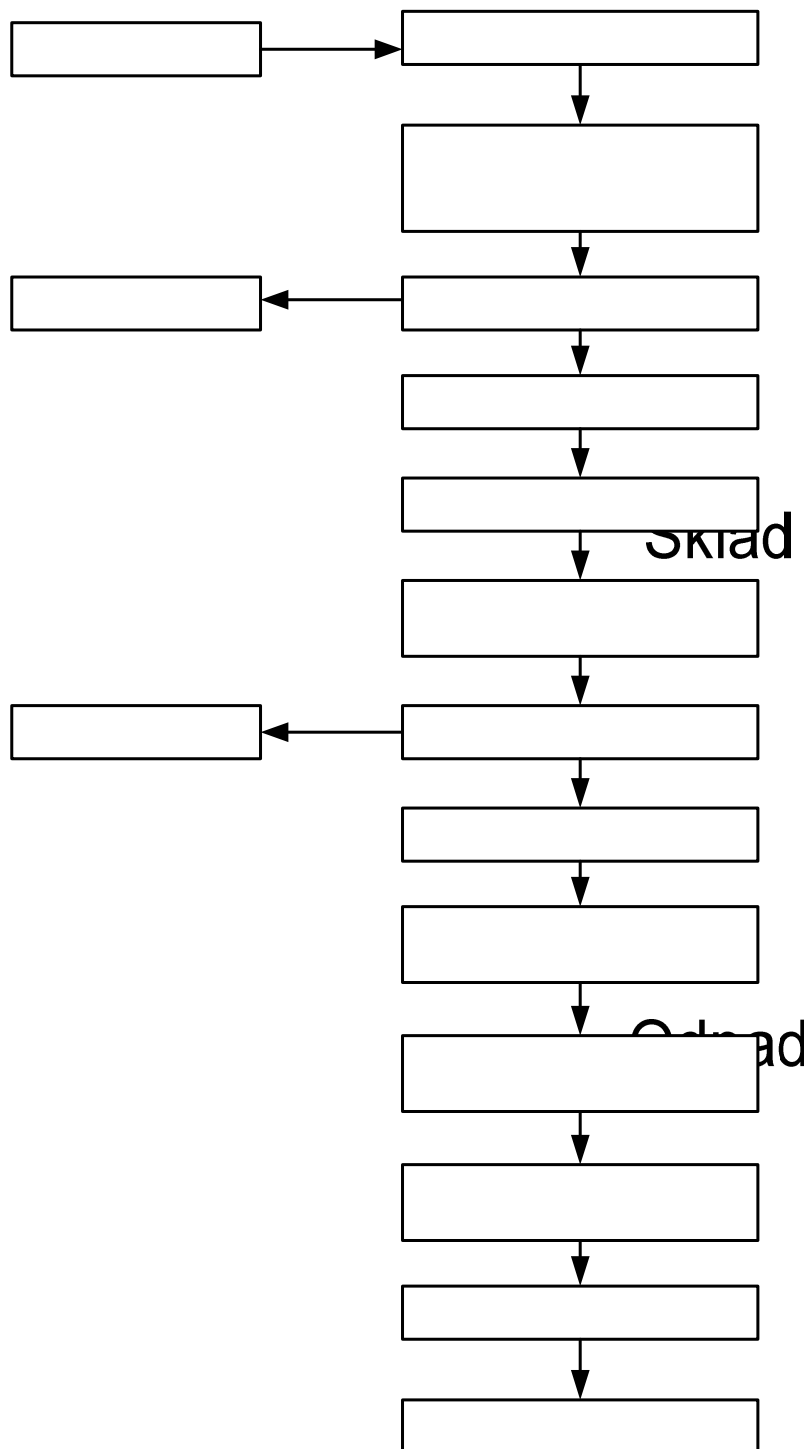


Schéma č. 1: Postupy jednotlivých stupňů jsou popsány v následujících kapitolách [1].

2.1.1 Rozvolňování, čištění

Do přádelny dostáváme vlákenný materiál v podobě balíků v nichž je surovina slisována. Materiál je nutné důkladně rozvolnit. K tomu dochází na automatických rozvolňovacích strojích s vrchním nebo spodním odběrem, které odebírají vlákenný materiál z většího počtu balíků, aby se získala příze vyhovující jakosti, a to do pevnosti, pružnosti, jemnosti, barvy, plstivosti a hlavně ceny. Kvalitní rozvolnění je základem pro bezproblémový průběh dalších operací.

Rozvlákňování, tj. rozdělení většího vlákenného materiálu na menší vložky, zároveň s rozvolňováním dochází k čištění a míchání. Tyto procesy probíhají současně. Míchání patří mezi důležitý proces přípravy materiálu v bavlnářské přádelně a stále se nároky zvyšují. K míchání dochází i na mykacích a posukovacích strojích. mísení v počátku technologie má vliv na vlastnosti příze.

Proces rozvolňování dělíme na čechrání a potěrání.

Čechrání zajišťuje z masy vlákenného materiálu získat pomocí pracovních hrotů jednotlivé chomáčky vláken. Během této operace dochází i k čištění. Rozlišujeme čechrání ve volném stavu – vlákenný materiál je zpracováván čechracím orgánem bez sevření podávacím ústrojím (např. stupňovitá čistička) a čechrání v sevřeném stavu, kde je materiál na vstupu sevřen podávacím ústrojím a vystaven dynamickému působení pracovních orgánů (např. horizontální čechradlo).

Potěrání je závěrečným procesem na klasické čistírenské lince. Dochází k odstranění nečistot a dalšímu dělení vlákenných vloček. Tato operace se uskutečňuje na potěracích agregátech zpravidla pomocí ohroceného trojramenného křídlenku.

2.1.2 Míchání

Vlákenný materiál můžeme míchat ve vložkách nebo v pramenech. Promíchání ve vložce zajišťují míchací agregáty, které se liší principem odebrání a následného ukládání vlákenného materiálu. Vlákenný materiál je ke strojům dopravován pneumaticky, nebo pomocí dopravníků. Ke zhušťování vloček využíváme různé typy kondenzorů. Pro kontinuální zásobování mykacích strojů dochází k propojení poslední čistící zóny s mykacími stroji. Hlavní způsoby zajišťování rovnoměrné dodávky do stroje.

a. nepřímé zajišťování stejnoměrné měrné hmotnosti

Vločkový zásobník – umožňuje vytvořit určitou zásobu vlákenného materiálu, při stejné výšce vlákenného materiálu je zajištěna stálá hustota.

Systém FBK – je to vločkový zásobník mykacího stroje. Regulace je zajišťována tlakem vzduchu v zásobní šachtě.

b. automatické odvažovací ústrojí

Zajišťuje rovnoměrnou dodávku o stejné hmotnosti ve stejných časových intervalech a nebo je kontrolován objem vlákenného materiálu v podávací šachtě.

2.1.3 Mykání

Předlohou pro víčkový mykací stroj je vlákenný materiál ve formě vloček.

Hlavním účelem mykání je:

- Ojednocení vlákenného materiálu na jednotlivá vlákna.
- Vyloučení nečistot a krátkých vláken.
- Urovnání vláken do podélného směru a jejich napřímění.
- Promíchání materiálu.
- Zstejnoměrnění výsledného produktu.
- Vytvoření pavučinky a následné tvorby pramene, přástu.

Hlavním uzlem víčkového mykacího stroje je hlavní buben a víčka. Na vlákenný materiál působí hlavní pracovní orgány jako je rozvolňovač, tambur, snímač a také drátkové povlaky víček. Povlaky víčkového mykacího stroje mají dvě polohy: první je poloha na mykání, která nastává mezi povlaky hlavního válce a víček, k druhé poloze mezi povlaky rozvolňovacího a hlavního válce. Pramen je ukládán do konví.

2.1.4 Pramenový sdružovací stroj

Slouží k družení většího počtu pramenů a k vytvoření stůčky. Prameny procházejí průtahovým ústrojím, kde vzniká návin ve formě pramenové stůčky. Velice nízký průtah u tohoto stroje, aby nedocházelo ke zvyšování hmotové nestejnoměrnosti.

2.1.5 Česání

Česáním docílíme oddělení krátkých vláken, čištění, napřímení vláken a také jejich paralelizaci. Hlavní části česacího stroje: podávací ústrojí s čelistmi, česací buben, dočesávací hřeben a odtrhové ústrojí.

Česání probíhá v základních třech cyklech:

- Pročesávání třásně česacím bubnem.
- Příprava k odtrhu.
- Odtrh.

Pročesaná vlákna se spojují v pramen, kterému říkáme česanec. Krátká vlákna se nazývají výčesky. Bavlnářský česací stroj se skládá z osmi česacích hlav, které jsou řazeny vedle sebe. Prameny jsou a následně ukládány do konve.

2.1.6 Protahování

Posukováním dochází k promíchání vláknenného materiálu k zajištění lepší hmotové stejnoměrnosti. Protahování zajišťuje napřímení vláken v podélném směru a také ztenčení. pomocí průtahového ústrojí. Využití regulovaného posuku dosáhneme ještě většího zlepšení hmotové stejnoměrnosti. Hlavní veličinou je průtah.

2.1.7 Předpřádání

Patří mezi závěrečné stupně výroby příze. Jde o postupné zjemňování pramene, česance a zpracování do přástu o požadované jemnosti. Přád vzniká na křídlových předpřádacích strojích.

Hlavní úkoly křídlového stroje:

- zjemnit předložený pramen na požadovanou jemnost přástu,
- udělit přástu potřebnou pevnost,
- navinout přást na přástovou cívku.

Většina křídlových strojů má tři válečková průtahová ústrojí, proto nemůže být použit vysoký průtah. Proto se výrobní linky skládají z několika, křídlových strojů za sebou.

2.1.8 Dopřádání

Z přástu vyrobeného na křídlových strojích se vyrábí příze na dopřádacích strojích. Úkolem je zjemnit předkládaný přást na požadovanou jemnost příze, zpevnit zákrutem a navinout na požadované těleso.

2.1.9 Soukání

Převíjení nití na vhodné cívkové těleso pro další zpracování při současném čištění nitě, případně úpravě příze (parafinováním). Kvalitou soukání ovlivňujeme produktivitu následných technologických procesů (tkaní, pletení), vyčištěním od silných a slabých míst a nebo jiných technologických vad.

2.1.10 Základní pojmy sledovaných délkových textilií

Přást – délková textilie ze spřadatelných vláken zpevněných zaoblováním nebo mírným zákrutem. Jedná se o poslední přádelnický polotovar, získaný předpřádáním a následná předloha pro dopřádání [7].

Příze – délková textilie ze spřadatelných vláken zpevněná zakroucením při předení. Při napínání příze dochází k přetržení vláken. Příze vypředená na dopřádacích strojích je jednoduchá [8]. Příze je velmi významným poloproduktem textilní výroby. Díky osobitým zvláštěnostem své struktury a zní plynoucích vlastností je úspěšně využívána ve výrobě tkanin, pletenin, pletotkaných textilií, stužek, prýmků, provaznických výrobků atd. [2].

2.2 Hmotová nestejnoměrnost

Uvádím základní teoretické prostředky, jako jsou parametry a charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti, které byly aplikovány na analýzu technologického vlivu na hmotovou nestejnoměrnost v dané přádelně [1].

Hmotová nestejnoměrnost je kolísání hmoty vláken v průřezu nebo na určitých délkových úsecích vlákenného útvaru. Hmotová nestejnoměrnost délkového vlákenného útvaru je často sledovaná vlastnost, jelikož ovlivňuje vlastnosti příze, zákrut a pevnost. V plošných textiliích se vyskytuje v podobě mrakovitosti a pruhovitosti a v tzv. moiré efektu. Základem je, aby vlákenné produkty z jednotlivých výrobních stupňů byly co nejstejnoměrnější. Proto musíme tuto vlastnost sledovat již od počátku procesu výroby příze. Je třeba ji kontrolovat, ale i správně vyhodnocovat, aby na základě vyhodnocení mohly být provedeny zásahy do technologie tak, aby hmotová nestejnoměrnost byla snížena na co nejnížší možnou míru. Základem je, aby vlákenné produkty z jednotlivých výrobních procesů byly co nejstejnoměrnější.

2.2.1 Sledované parametry hmotové nestejnoměrnosti

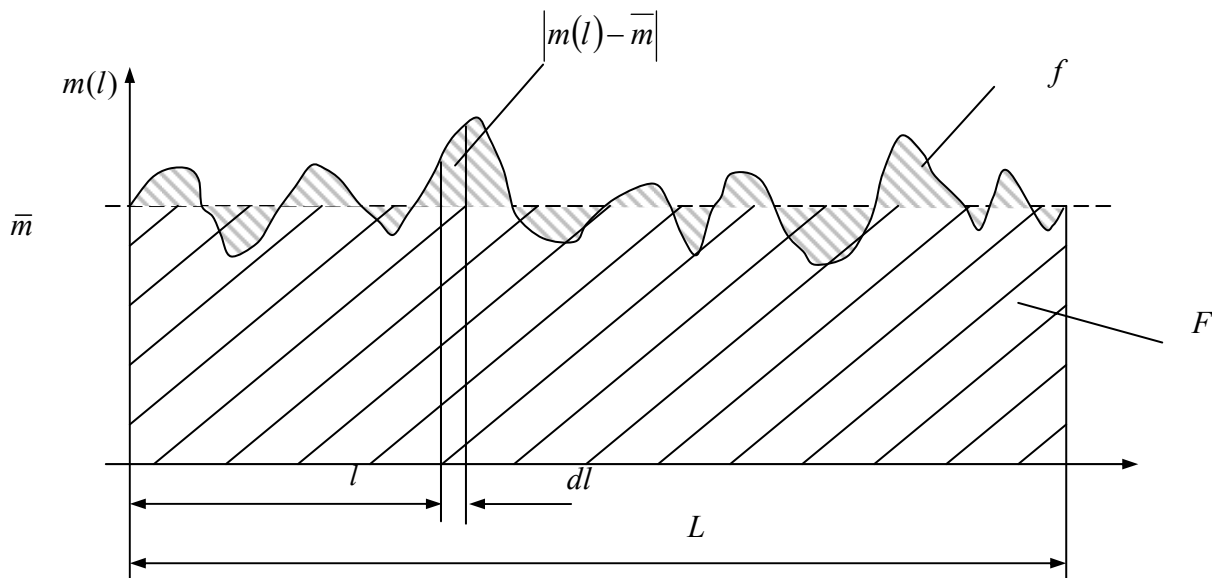
- Lineární hmotová nestejnoměrnost U [%]
- Kvadratická hmotová nestejnoměrnost CV [%]

2.2.2 Vyhodnocované charakteristické funkce

- Spektrogram
- Délková variační funkce
- Standardy Uster Statistics

2.2.1.1 Lineární hmotová nestejnoměrnost U [%]

Vyjadřuje střední lineární odchylku hmotnosti od střední hodnoty hmotnosti na krátkých úsecích [3].



Obr. 1: Odvození lineární hmotové nestejnoměrnosti [1]

Z obrázku lze odvodit tyto vztahy:

$$f = \int_0^L [m(l) - \bar{m}] * dl . \quad (1)$$

$$F = \bar{m} * L . \quad (2)$$

Lineární hmotová nestejnoměrnost se vypočítá:

$$U[\%] = \frac{f}{F} * 100 . \quad (3)$$

Dosazením vztahů (1), (2) dostaneme tvar:

$$U[\%] = \frac{\int_0^L [m(l) - \bar{m}] * dl}{\bar{m} * L} * 100 = \frac{100}{\bar{m}} * \frac{1}{L} * \int_0^L [m(l) - \bar{m}] * dl . \quad (4)$$

fplocha pod křivkou $m(l)$
 Fplocha pod hodnotou $\bar{m}$ na určité délce L
 $m(l)$ okamžitá hodnota hmoty délkového úseku přádelnického produktu
 $\bar{m}$ střední hodnota hmoty
 Ldélka integrovaného úseku

2.2.1.2 Kvadratická hmotová nestejnoměrnost CV [%]

Jedná se v podstatě o variační koeficient hmoty délkového přádelnického produktu.

Rovnice pro výpočet kvadratické hmotové nestejnoměrnosti [1].

$$CV[\%] = \frac{100}{\bar{m}} * \sqrt{\frac{1}{L} * \int_0^L [m(l) - \bar{m}]^2} . \quad (5)$$

CVkvadratická hmotová nestejnoměrnost [%]
 $m(l)$ okamžitá hodnota hmoty délkového úseku přádelnického produktu
 $\bar{m}$ střední hodnota hmoty
 Ldélka úseku

2.2.1.2.1 Limitní kvadratická hmotová nestejnoměrnost CV_{lim} [%]

Limitní nestejnoměrnost vyplývá z nahodilého uspořádání vláken v pramenu, přástu a nebo přízi. Z praxe se ukazuje, že nelze vyrobit absolutně stejnoměrnou přízi. Za limitní nestejnoměrnost považujeme tu, která odpovídá náhodnému uspořádání vláken v daném produktu. Tento útvar vzniklý náhodným rozdělením vláken vykazuje limitní nestejnoměrnost, pokud považujeme počet vláken v průřezu za náhodnou veličinu, která nabývá celočíselných hodnot [1].

Rovnice pro výpočet limitní nestejnoměrnosti:

$$CV_{lim} = \frac{\sqrt{n}}{n} * 100 = \frac{100}{\sqrt{n}} . \quad (6)$$

$$n = \frac{T}{t} . \quad (7)$$

Vztah pro limitní kvadratickou nestejnoměrnost se nazývá Martindaleův vztah, variabilita průřezu je zanedbána.

CV_{lim}limitní kvadratická nestejnoměrnost [%]

nprůměrný počet vláken v průřezu přádelnického produktu

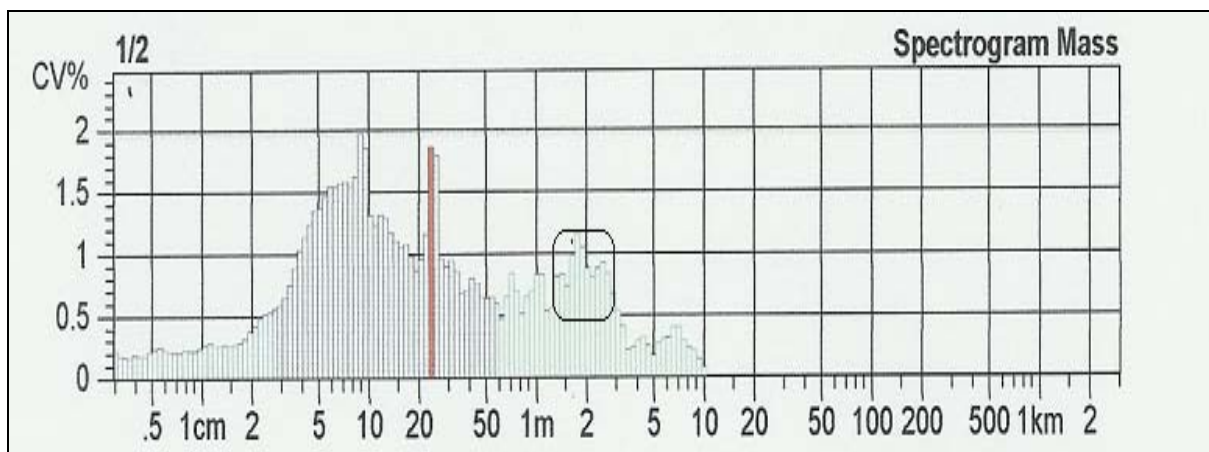
Tjemnost délkového přádelnického produktu [tex]

tjemnost vláken [tex]

2.2.2.1 Spektrogram

Spektrogram je amplitudový záznam harmonických složek kolísání hmoty přádelnického produktu na vlnové délce. Zajišťuje nám jen omezený počet měřících pásem. V každém je střední hodnota amplitudy s přesně určenou vlnovou délkou. Ty jsou zaznamenávány stupňovitou křivkou. Vlnová délka daných jednotlivých kanálů závisí na rychlosti průchodu vlákenného produktu. Poměr středních vlnových délek sousedních kanálů je *. Analýzou spektrogramu můžeme zjistit periodickou nestejnoměrnost přádelnického produktu, která může být způsobena nesprávnou činností rotujících orgánů přádelnických strojů. Ve spektrogramu se nestejnoměrnost projevuje formou kupovitých a charakteristických spekter.

a, Kupovitá spektra – jsou způsobena průtahovými vlnami. Průtahové vlny jsou vyvolané nedokonalou kontrolou vláken v průtahovém poli. Nejedná se o periodickou nestejnoměrnost konkrétní vlnové délky, ale vyvýšení ve spektrogramu se projeví pro určitý rozsah vlnových délek.



Obr.2 Kupovitá spektra [1]

K identifikaci průtahových polí používáme tento vztah:

$$\lambda_m = k * \bar{l} * P. \quad (8)$$

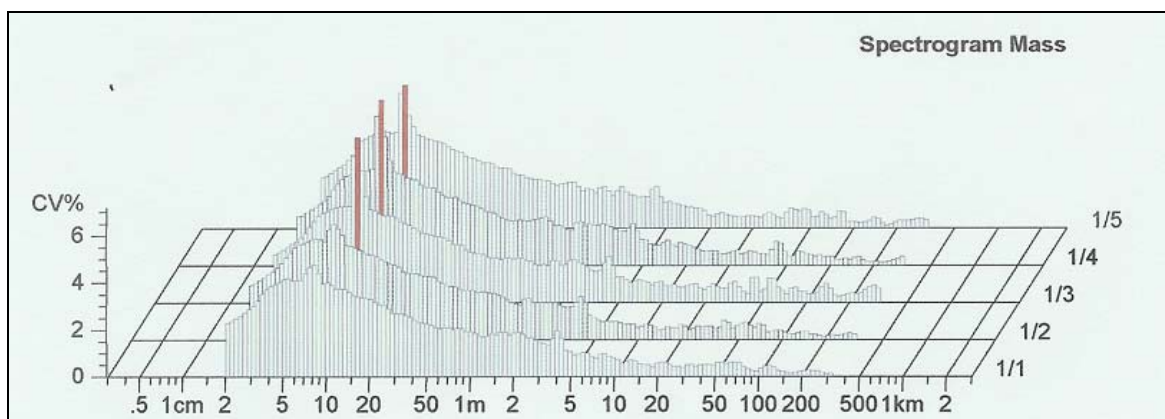
λ_m stření délka vlny naměřená v produktu [m]

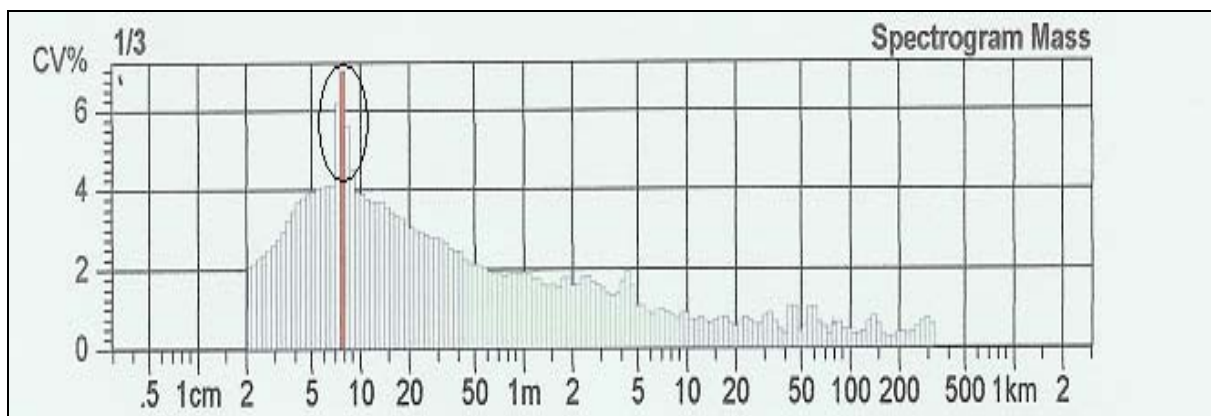
k empirická konstanta (2,5 ÷ 3)

P průtah po vadném průtahovém poli [1]

$\bar{l}$ střední délka vláken [m]

b, Charakteristická spektra – jsou způsobená mechanickou závadou stroje. Objevují se ve formě komínů. Ve většině případů dochází k zesílení či zeslabení průřezů přádelnického produktu v pravidelných intervalech. Tato skutečnost se projeví ve spektrogramu značným zvýšením hmotové nestejnoměrnosti na určité délce vlny.





Obr.3 Charakteristická spektra

Toto vyhodnocení se provádí pomocí metody výpočtové nebo tachometrické. Tato metoda vychází z výpočtu vlnové délky pravděpodobného vadného dílu, tj. dílu o kterém se předpokládá, že zanáší do produktu periodickou nestejnoměrnost a porovná se s vlnovou délkou extrémní amplitudy ve spektrogramu.

Výpočet vlnové délky vadného dílu se provádí pomocí vztahu:

$$\lambda[m] = \pi * d * P, \quad (9)$$

λ_m střžení délka vlny naměřená v produktu [m]

k empirická konstanta (2,5 ÷ 3)

P průtah po vadném průtahovém poli [1]

$\bar{l}$ střední délka vláken [m]

Pokud se obě hodnoty rovnají, tak je předpoklad vadné součásti správný.

Další metoda pro vyhodnocování charakteristických spekter je metoda tachometrická.

Vychází ze stanovené frekvence vady dle výrazu.

$$n_f[\text{min}^{-1}] = \frac{v_{\text{odváděcí}}}{\lambda_f}, \quad (10)$$

n_f frekvence vadného dílu stroje [min^{-1}]

$v_{\text{odvadeči}}$ výstupní rychlost přádelnického produktu ze stroje [m/min]

λ_f vlnová délka vady [m]

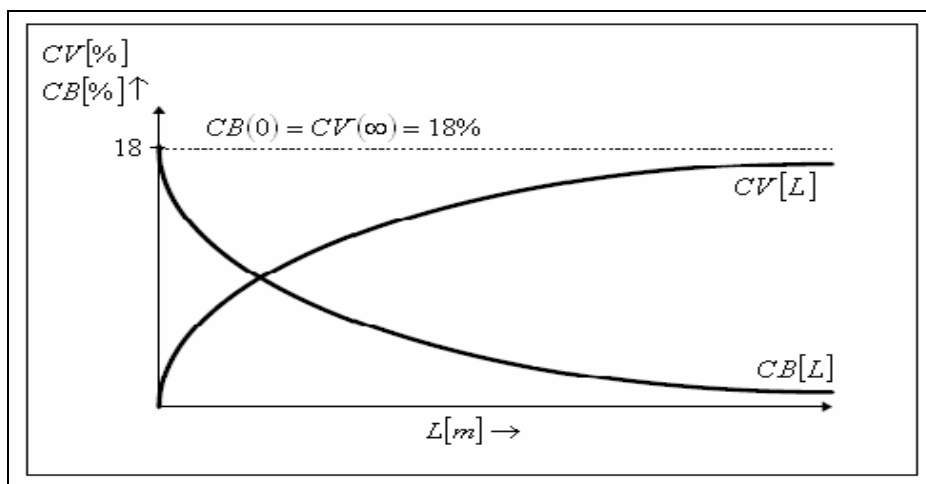
Frekvence vady se posuzuje s frekvencí pracovních orgánů daného stroje. Pokud si jsou oba kmitočty podobné, lze opět určit vadnou součást stroje.

2.2.2.2 Délková variační křivka – Gradient nestejnoměrnosti

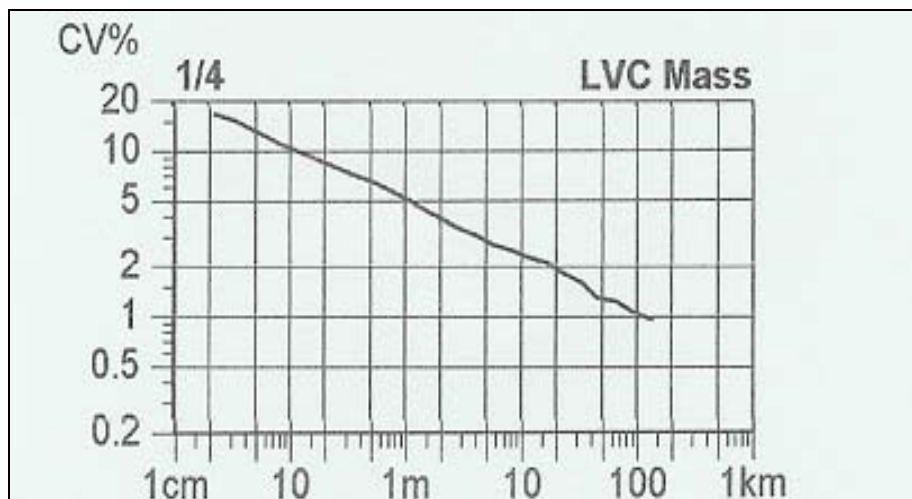
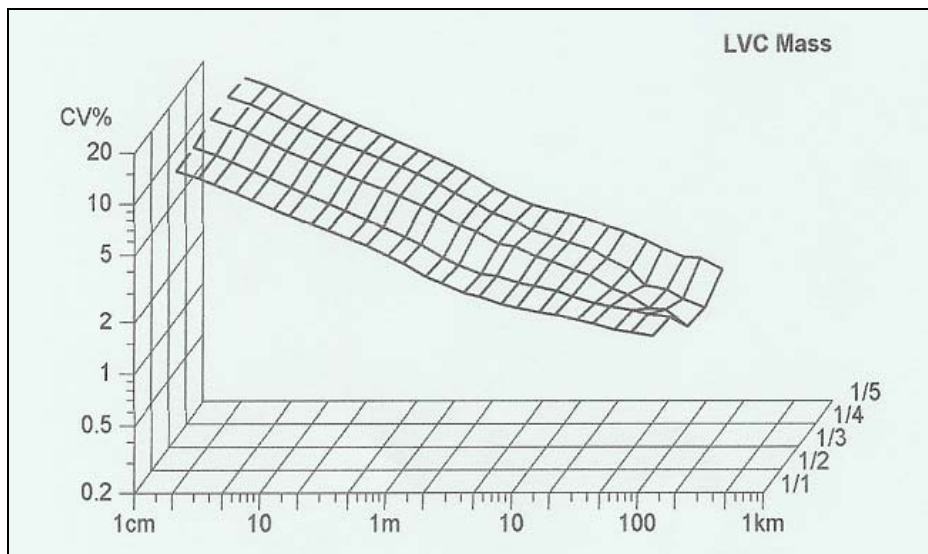
Znázorňuje závislost vnější hmotové nestejnoměrnosti na delších úsecích přádelnického produktu

Vnější hmotová nestejnoměrnost vyjadřuje variabilitu hmotnosti mezi úseky délky L – $CB(L)$. Sleduje výkyvy hmoty úseků příze o délkách L .

Délková variační křivka se používá ke komplexnější analýze nestejnoměrnosti přádelnického produktu a to na delších úsecích. V křivce je zachycen vliv celé technologie na nestejnoměrnost výsledného produktu. Slouží k identifikaci neperiodické nestejnoměrnosti. Její vyhodnocení se provádí pomocí konstrukce limitní délkové variační křivky a jejich vzájemným porovnáním [1].



Obr.4 Gradienty nestejnoměrnosti – délkové variační křivky [1]



Obr.5 Délková variační křivka získaná z měření na USTER TESTER IV

2.2.2.2.1 Limitní délková variační křivka

Křivka ideálního produktu. Odchylení naměřené DVK od limitní křivky směrem nahoru znázorňuje zhoršení, směrem dolů zlepšení hmotné nestejnoměrnosti. V místě, kde se začíná DVK odchylovat od limitní křivky, můžeme určit stroj, který změnu způsobil. A to můžeme určit díky teorii Grosberg-Malatinsky, která nám říká, že i -tý stroj v technologii má negativní vliv na hmotovou stejnoměrnost. Metoda vychází z předpokladu, že největší nestejnoměrnost vzniká na krátkých úsečkách. Délka těchto úseček se nazývá referenční délkou L_0 .

Tuto délku potřebujeme pro výpočet délek jednotlivých technologických stupňů, vypočítá se podle konstant k [4].

$$L_0 = k * \bar{l}, \quad (11)$$

kempirická konstanta ($k_{ba}=1,18$),

$\bar{l}$průměrná délka vláken v přízi [m]

Vlivem průtahu se tato délka zvětšuje, můžeme ji vypočítat následujícím způsobem.

$$L_i = L_0 * P_{i-1}, \quad (12)$$

L_0výchozí délka úseku přádelnického produktu (referenční délka)

L_idélka úseku přádelnického produktu odpovídající i -tému technologickému stupni

P_{i-1}celkový průtah jednotlivých technologických stupňů

Stanovení DVK můžeme provést dvěma metodami:

- **Výpočtová metoda** – byly stanoveny vztahu:

$$\left(\frac{CV(L)}{CV(0)} \right)^2 = 1 - \frac{L}{3\bar{l}}, \quad L < \bar{l}. \quad (13)$$

$$\left(\frac{CV(L)}{CV(0)} \right)^2 = \frac{\bar{l}}{L} - \frac{\bar{l}^2}{3L^2}, \quad L > \bar{l}. \quad (14)$$

$$\left(\frac{CV(L)}{CV(0)} \right)^2 = \frac{\bar{l}}{L}, \quad L \gg \bar{l}. \quad (15)$$

$CV(L)$ kvadratická nestejnoměrnost mezi úseky L [%],

$CV(0)$ kvadratická nestejnoměrnost průřezu [%],

L délka úseku [%],

$\bar{l}$ průměrná délka vláken [m].

- **Zjednodušená metoda**

↪ je odvozena od výpočtové metody, spočívá v sestrojení přímky v jednom zvoleném bodě, zpravidla

$$O = \left[L = 1m, CV(1) = \frac{100}{\sqrt{n}} * \sqrt{\bar{l}} \right], \quad (16)$$

↪ pod úhlem $\alpha = 26,5^\circ$, získaného z rovnice $k = \operatorname{tg} \alpha = 0,5$.

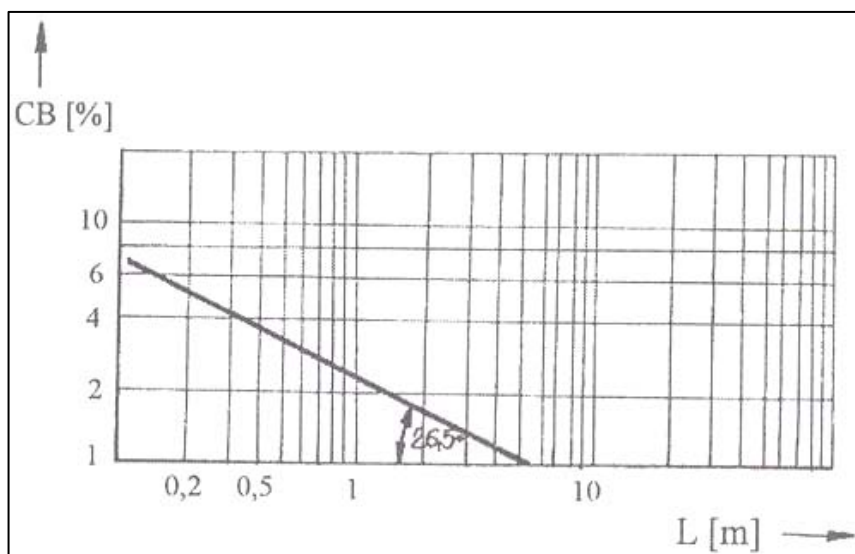
Směrnice přímky:

$$\log CV(L) = \log CV(0) + \frac{1}{2} \log \bar{l} - \frac{1}{2} \log L, \quad (17)$$

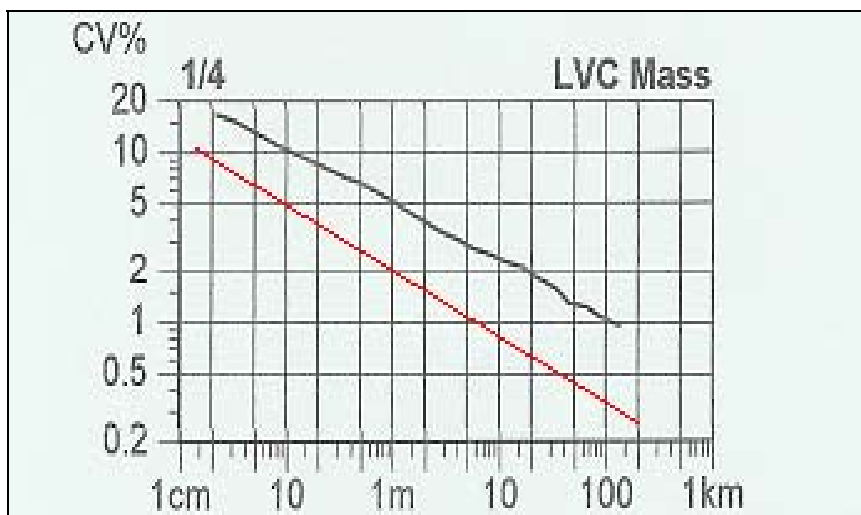
tedy: $y = kx + q, \quad (18)$

logaritmováním vztahu dostaneme $CV(L) = CV(0) * \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}}. \quad (19)$

Teoretický model délkové variační křivky pod úhlem $26,5^\circ$.



Obr.6 Limitní délková variační křivka [1]

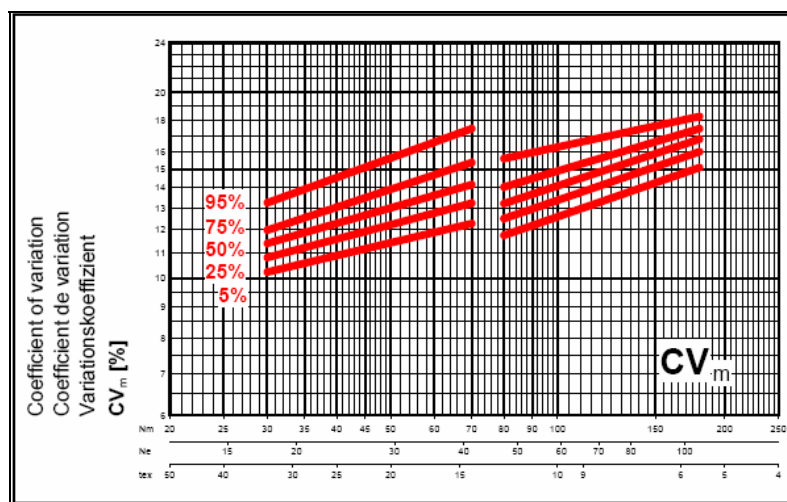


Obr 7. Limitní délková variační křivka

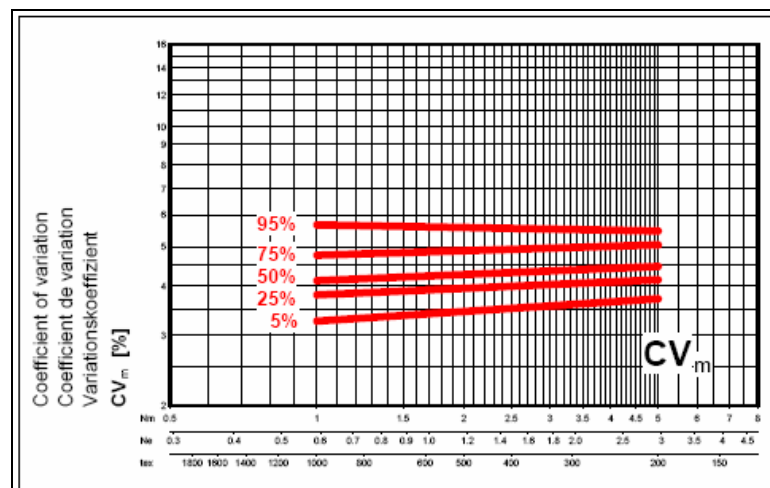
2.2.2.3 Standardy Uster Statistics

Standardy Uster Statistics slouží k porovnávání parametrů hmotové nestejnoměrnosti vyrobené příze, přástu, pramene s ostatními na trhu dostupnými přízemi, přásty, prameny stejného typu a jemnosti [5].

Standardy jsou tvořeny jako sít' parametru (I , CV ,...) jemnost příze, kterou procházejí linie 5, 25, 50, 75 a 95%. Linie vyjadřují, kolik procent výrobců vyrábí danou přízi (přást, pramen) o stejné nebo lepší kvalitě. Tyto diagramy jsou průběžně doplňovány o diagramy, které se vztahují k novým technologiím. Pro potřeby vyhodnocení diplomové práce jsem zaslal žádost do firmy Uster Zellweger, zda by mi neposkytl materiál, který by mi pomohl k vyhodnocení a porovnání zkoumaných vzorků. Po čtrnácti dnech mi bylo vyhověno.



Obr 8. Standard pro 100% ba česanou přízi



Obr 9. Standard pro 100% ba česaný přást

3. Rešerše

Sledovanou problematikou zakreslení hodnot do DVK se zabývala švýcarská firma Zellweger, která byla schopna na základě DVK doložit, jaký průběh hodnot je závislý pro křivku odchylující se od limitní přímky DVK. A který je nutný k zařazení daných délek průřezu k jednotlivému průběhu hodnot.

Podle Malatinszky a Grosberg byla popsána metoda indexu nestejnoměrnosti, jak ke každému průběhu jednotlivých hodnot bude vypočteno zkřivení DVK. V této metodě jsou použity jen proto, aby průběh hodnot byl vhodně přiřazen délce řezu. K tomu je zapotřebí především střední délky vláken. Tato hodnota je násobena s faktorem:

$$l^* = (\bar{l} + CV_l^2). \quad (20)$$

l^*počáteční délka k výpočtu průběhu hodnot k příslušné délce průřezu [m]

$\bar{l}$ střední délka vláken [m]

CV_lkoeficient střední délky vláken

K získání DVK je třeba znát střední délku vláken a koeficient střední délky vláken. V tomto případě mohou být popsány následujícím způsobem:

- můžeme zakreslit ze zkoušeného souboru vláken spektrogram určité vlnové délky

λ_{max} . U vad se projevují vyvýšené vrcholky od periodických chyb, které nejsou brány v úvahu.

$$\bar{l} = \lambda_{max} / 2.82. \quad (21)$$

- z následujícího modelu může být faktor k rozpoznán, s kterým l^* musí být vynásobeno, aby počáteční délka l^* vyšla.

$$l^* = k * \bar{l} \quad (22)$$

kpro bavlnu 1,18

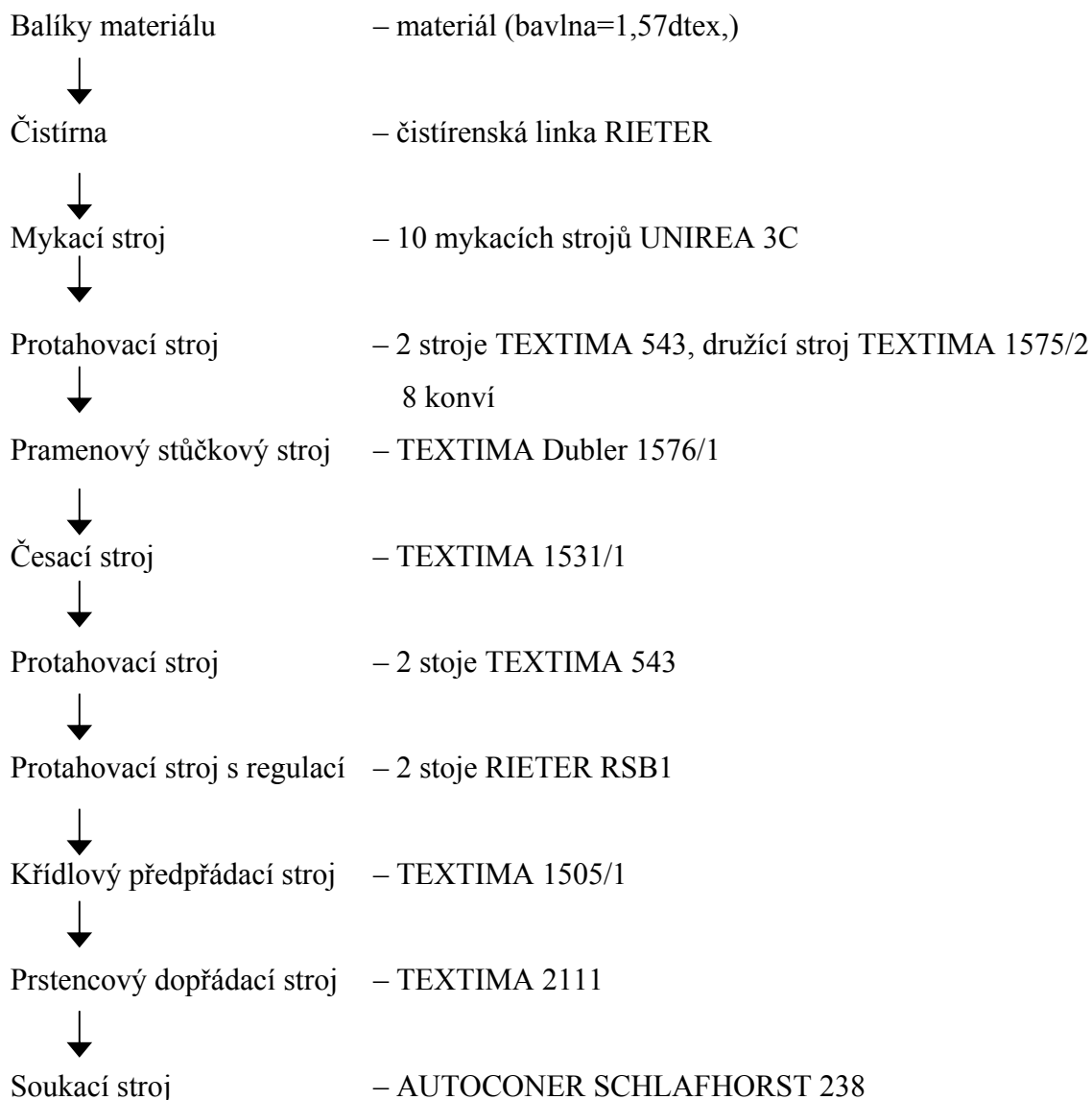
Pokud je počáteční délka l^* známa, můžeme vynásobením s l^* příslušné délce řezu přiřadit zakřivení průběhu hodnot [9].

4. Experimentální část

4.1 *Bekon a. s. Šluknov*

Textilní společnost BEkon a s., Šluknov vyrábí příze bavlnářského typu ze 100% bavlny. Příze jsou vypřádané pouze prstencovým způsobem. Vyráběný sortiment tvoří příze různých jemností, bavlna AI česaná (7,4 – 60 tex), bavlna MII česaná (6 - 60 tex). Celý tento proces probíhá ve dvou výrobních halách. Součástí areálu je skárna s dvouzákrtovými a třízákrtovými skacími stroji.

4.2 *Strojové zařízení společnosti BEkon a. s.*



4.3 Aparatura firmy Zellweger Uster

Celý experimenty byl proveden na elektronickém měřicím zařízení Uster – Tester IV, který patří v dnešní době mezi nejmodernější zařízení tohoto druhu. Firma Zellweger nedávno představila úplně nový typ tohoto zařízení Uster – Tester V. Do současnosti bylo vyvinuto firmou Zellweger Uster pět generací těchto zařízení. Jedná se o zkušební zařízení používané k určení kolísání hmotnosti příze, přástů a pramenů. Tento přístroj pracuje na principu kapacitního měření a stal se základem pro celosvětové standardy používané pro popis nejdůležitějších kvalitativních dat příze: nestejnoměrnost příze a poloproduktů příze [5].

Principem je vznik generovaného vysokofrekvenčního signálového pole mezi párem kapacitních desek. Pokud nastane změna množství materiálu mezi deskami kondenzátoru, dojde ke změně vysokofrekvenčního pole a také ke změně výstupního elektrického signálu. Výsledkem jsou změny signálu, které odpovídají variaci hmoty procházejícího materiálu.



Obr.10 Ukázka aparatury Uster Tester IV-SX

4.4 Vlastní měření

Celá experimentální část byla prováděna na aparatuře Uster - Tester SX 4 od firmy Zellweger. Vlastní měření nepatřilo mezi náročné, pouze snad časově. Jednalo se pouze o navedení materiálu, který byl přiváděn soustavou vodících oček až mezi snímací desky kondenzátoru. V programové části přístroje si zvolíme daný protokol, který bude obsahovat požadované hodnoty, které budeme později zkoumat a zpracovávat. V tomto případě jsem si zvolil parametry hmotové nestejnoměrnosti U [%], CV [%], počet silných a slabých míst, nopků a v neposlední řadě zobrazení délkové variační křivky a spektrogramu. Po nastavení požadovaných hodnot můžeme přístroj spustit, pokud již dosáhl provozní teploty kvůli kondenzátorům. Výsledkem zkoušky je protokol se zvolenými údaji. V tabulce č. 1 jsou uvedeny střední hodnoty lineární a kvadratické hmotové nestejnoměrnosti. Protokoly z tohoto měření jsou obsaženy v příloze č. 1.

4.4.1 Přehled vzorků

Tab č.1

Příze: 100% bavlněné příze česané,prstencově dopřádané

číslo zkoušky	označení vzorku	jemnost příze T [tex]	jemnost vláken t [tex]	CV [%]	U [%]
2128,2129	P1	6	0,157	18,75	14,8
1956-1967	P2	7,4	0,157	15,99	12,64
2126-2127	P3	8,4	0,157	16,8	13,15
2048-2049	P4	12	0,157	15,68	12,3
2051,2116	P5	14,5	0,157	12,78	10,09
1944-1955	P6	16,5	0,157	12,08	9,55
2117-2118	P7	20	0,157	13,23	10,47

Tab. č.1

Vypočítané statistické veličiny (s, v, Q_{95}), tabulka č.2

označení vzorku	S_{cv}	V_{cv}	Q_{95cv}	S_u	V_u	Q_{95u}
P1	0,633	0,0338	$18,75 \pm 0,45$	0,518	0,035	$14,80 \pm 0,37$
P2	0,497	0,031	$15,99 \pm 0,36$	0,410	0,032	$12,64 \pm 0,29$
P3	0,501	0,03	$16,80 \pm 0,36$	0,383	0,029	$13,15 \pm 0,27$
P4	0,75	0,048	$15,68 \pm 0,55$	0,637	0,052	$12,30 \pm 0,46$
P5	0,372	0,029	$12,78 \pm 0,27$	0,285	0,028	$10,09 \pm 0,21$
P6	0,124	0,01	$12,08 \pm 0,09$	0,1	0,01	$9,55 \pm 0,07$
P7	0,373	0,028	$13,23 \pm 0,27$	0,292	0,028	$10,47 \pm 0,21$

Tab. č.2

Tab. č.3
Přást: 100% bavlněný přást česaný

číslo zkoušky	označení vzorku	jemnost přástu T [tex]	jemnost vláken t [tex]	CV [%]	U [%]
712-713	M2	256	0,157	6,27	5,1
710-711	M2	347	0,157	6,62	5,3

Tab č.4
Vypočítané statistické veličiny (s, v, Q₉₅), tabulka č.4

označení vzorku	S _{cv}	V _{cv}	Q _{95cv}	S _u	V _u	Q _{95u}
M1	0,26	0,04	6,27±0,19	0,46	0,09	5,10±0,33
M2	0,336	0,051	6,62 ± 0,24	0,289	0,055	5,30 ± 0,21

4.5 Postup zpracování

Jednotlivé technologické stupně vyhodnocujeme pomocí spektrogramů a délkových variačních křivek. U spektrogramů se zaměříme na charakteristická spektra (komíny) a kupovitá spektra. U hodnocení délkové variační křivky se především zaměříme na její sklon. Pomocí odklonu od limitní DVK určíme, kde dochází k hmotové nestejnoměrnosti. K vyhodnocení DVK musíme znát charakteristické délky, na kterých pracují jednotlivé stroje a limitní DVK. Limitní DVK stanovíme pomocí metod viz. kap. 2.1.9.

4.5.1 Stanovení charakteristických délek DVK

Nejprve musíme vypočítat tzv. referenční délku. Jedná se o danou délku, kterou potřebujeme pro stanovení délek příslušných technologických stupňů. Vycházíme ze vztahu (18). Průměrnou délku vláken v přízi $\bar{l}$ určíme dle vztahu:

$$\bar{l} = \frac{\lambda_{\max}}{2,82} . \quad (23)$$

$\lambda_{\max}$ vlnová délka vláken odpovídající maximální amplitudě na n-tém kanálu [m]

λ_{max} - získáme po odečtení ze spektrogramů. Z jednotlivých jemností bylo proměřeno 10 potáčů, z kterých jsem dostal 10 hodnot a vypočítal průměr. Tento průměr dosadíme do vztahu (23). Další charakteristické délky získáme vynásobením referenční délky příslušnými průtahy daných strojů.

$$L_1 = k * \bar{l}, \dots \dots \dots \text{PDS}, \quad (24)$$

$$L_2 = L_1 * P_1, \dots \dots \dots \text{KPS}, \quad (25)$$

$$L_3 = L_1 * P_1 * P_2, \dots \dots \dots \text{RPS}, \quad (26)$$

$$L_4 = L_1 * P_1 * P_2 * P_3, \dots \dots \dots \text{II PS}. \quad (27)$$

- Ukázka výpočtů pro $T [\text{tex}] = 6$, $t [\text{tex}] = 0,157$. Ze spektrogramů jsem odečetl 10 hodnot pro λ_{max} z kterých jsem vypočítal průměr.

Data zjištěná pro stanovení střední délky vláken s výslednou hodnotou v tabulce č.5.:

Tab.č.5

počet měření [n]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	l [m]
$\lambda_{max} [\text{cm}]$	7,0	6,5	6,5	6,0	6,0	5,5	6,0	6,5	6,0	5,5	0,022

Průměrem jsem získal hodnotu $\lambda_{max}^- = 0,0615 [\text{m}]$. Dosazením do vzorce (23) získáme.

$$\bar{l} = \frac{0,0615}{2,82} = 0,0218[\text{m}], \text{ referenční délka je vypočítána pro prstencový dopřádací stroj:}$$

$$L_1 = 1,18 * 0,0218 = 0,026[\text{m}]$$

Pro bavlnu je dána konstanta, $k = 1,18$

$$: \quad L_2 = 0,026 * 24 = 0,617[\text{m}]$$

$$L_3 = 0,617 * 14,4 = 8,89[\text{m}]$$

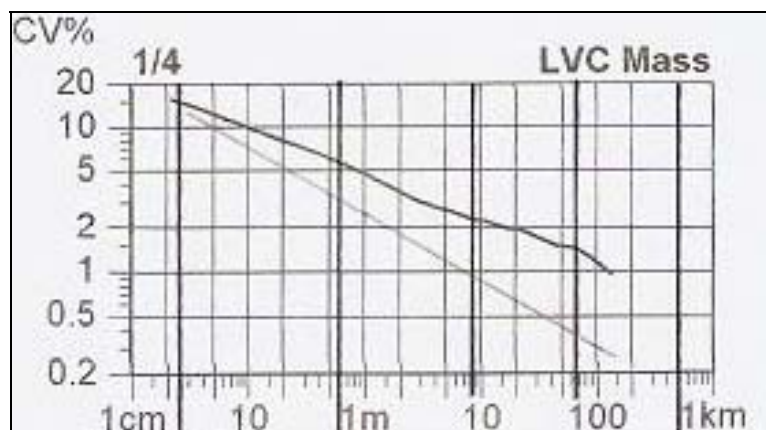
$$L_4 = 8,89 * 8 = 71,12[\text{m}]$$

$$L_5 = 71,12 * 7,2 = 512,08[\text{m}]$$

Další postup byl stanovit limitní DVK a její zaznamenání do grafů naměřené DVK. Přehled všech vypočtených parametrů pro přízi uvádím v následující tabulce č. 6.

Tab.č.6

číslo zkoušky	označení vzorku	jemnost T [tex]	l [m]	$\lambda_{\max}$ [m]	PDS [m]	KDS [m]	RPS [m]	II. PS [m]
2128,2129	P1	6	0,022	0,062	0,026	0,617	8,89	71,122
1956-1967	P2	7,4	0,022	0,063	0,026	0,91	13,111	104,885
2126-2127	P3	8,4	0,02	0,056	0,023	0,709	10,21	81,677
2048-2049	P4	12	0,018	0,049	0,021	0,593	6,282	50,253
2051,2116	P5	14,5	0,02	0,056	0,023	0,557	5,908	47,262
1944-1955	P6	16,5	0,024	0,067	0,028	0,435	4,606	36,85
2117-2118	P7	20	0,019	0,055	0,023	0,292	3,094	24,753



Obr. 11 Zakreslené referenční délky

4.5.2 Výpočet limitní DVK

Limitní DVK jsem vypočítal pomocí zjednodušené metody. Ta je odvozená od výpočtové. Nejdříve si vypočítáme hodnotu CV v určitém bodě. Bod si zvolíme pro námi určenou délku. Nejčastěji ve vzdálenosti 1 m. Následně sestrojíme přímku v tomto bodě pod úhlem $26,5^\circ$. V tomto případě jsem zvolil ještě jednu vzdálenost a to 10 m. Důvodem bylo měřítko zadané na Ustru, kde by nebylo možné sestrojit skutečnou limitní DVK pod úhlem $26,5^\circ$. Ke každé reálné křivce byla sestrojena limitní DVK. Grafy všech zkoumaných hodnot jsou v příloze č. 1. Jednotlivé výpočty pro zjištění bodů k sestrojení limitní DVK jsou v následující tabulce č. 7.

Tab.č.7

číslo zkoušky	označení vzorku	jemnost T [tex]	jemnost t [tex]	CV L [%] L= 1 m	CV L [%] L= 10 m
2128,2129	P1	6	0,157	2,39	0,76
1956-1967	P2	7,4	0,157	2,18	0,69
2126-2127	P3	8,4	0,157	1,92	0,61
2048-2049	P4	12	0,157	1,51	0,48
2051,2116	P5	14,5	0,157	1,46	0,46
1944-1955	P6	16,5	0,157	1,51	0,48
2117-2118	P7	20	0,157	1,23	0,39

4.5.3 Vyhodnocení spektrogramů

K vyhodnocení spektrogramů byla použita frekvenční metoda, která se využívá k analýze mechanických závad. Je založena na předpokladu, že vada bude vykazovat stejnou frekvenci jako je frekvence součásti zanášející vadu. Vlastní vyhodnocení spočívá v odečtení příslušného kanálu, na kterém se nachází určitá vada (v podobě kupovitého nebo charakteristického spektra). Vyhodnocujeme tak charakteristická spektra jejichž výška amplitudy je o 50% a více větší než výška sousední amplitudy. Po odečtení kanálu dosadíme do vzorce (28).

$$\lambda_i = \frac{\lambda_1}{\left(\sqrt[10]{2}\right)^{n-1}}, \quad (28)$$

λ_i vlnová délka odpovídající měřenému kanálu[m]

λ_1 vlnová délka [m]

n příslušný měřicí kanál

Po zjištění λ_i dosadíme do vzorce (29) a (30).

$$n_f = \frac{v_{odv}}{\lambda_f}. \quad (29)$$

n_f frekvence vadného dílu stroje [1/min]

v_{odv} výstupní rychlost produktu stroje [m/min]

λ_f délka vlny [m]

Po vypočtení frekvence n_f určíme části stroje, které mají shodnou frekvenci.

$$n_{f2} = \frac{v_{odv}}{\lambda_{f1}} * P_{PDS} \quad (30)$$

kde:

λ_{f1} vlnová délka ve spektrogramu příze[m]

P_{PDS} průtah na prstencovém dopřádacím stroji[-]

Pozn.: Pokud se jedná o přásky na místo P_{PDS} použijeme P_{KPS}

P_{KPS} průtah na křídlovém předpřádacím stroji[-]

Výpočet frekvence n části stroje, o které se domníváme, že je vadná

$$n_{odv} = \frac{v_{odv}}{\pi * d_{odv}} \quad (31)$$

n_{odv} frekvence odváděcího válečku stroje[1/min]

d_{odv} průměr odváděcího válečku na stroji [mm]

- Ukázka měření pro první vzorek $T [\text{tex}] = 6$, $t [\text{tex}] = 0,157$, $v_{odv} = 6,5 \text{ m/min}$, $P = 14,4$, $d_{odv} = 17 \text{ mm}$,. ze spektrogramu jsem odečetl příslušný měřicí kanál n..

V tomto případě to byla hodnota 100, kterou dosadíme do vzorce (28). Pokud se jedná o kupovitá spektra dosazujeme takový kanál, který je středem daného vlnového rozsahu, kde došlo k výskytu kupovitého spektra.

$$\lambda_i = \frac{80}{\left(\sqrt[10]{2}\right)^{99=1}} = 0,0837 \text{ m} \quad , \text{ dále vypočítáme výstupní rychlost podle (30):}$$

$$n_{f1} = \frac{6,5}{0,0837} = 114/\text{min} \quad (29)$$

$$n_{odv} = \frac{6,5}{\pi * 0,017} = 122/\text{min} \quad (31)$$

V následující tabulce č.8 jsou uvedeny hodnoty pro výpočet jednotlivých měření.

Tab.č.8

značení vzorku	jemnost T [tex]	vodv [m/min] PDS	vodv [m/min] KDS	Průtah PDS	Průtah KPS
P1	6	6,5	10	42,6	14,4
P2	7,4	7,5	10	34,6	14,4
P3	8,4	8	10	30,5	14,4
P4	12	9,5	14	24	10,6
P5	14,5	9,5	14	15,5	10,6
P6	16,5	9,5	14	15,5	10,6
P7	20	9,5	14	12,8	10,6

4.5.3.1 Data vypočítaná ze spektrogramů pro příze

Vypočítané hodnoty charakteristických a kupovitých spekter pro příze o jemnostech 6 tex; 7,4 tex; 8,4 tex; 12 tex; 14,5 tex; 16,5 tex a 20 tex.

Viz tabulky č. 9, 10.

Tab.č.9

Charakteristická spektra

označení vzorku	jemnost T [tex]	číslo potáče	číslo kanálu	$\lambda_{\square}$ [m]	n_f -vadný [1/min]	n_{odv} dané [1/min]
P1	6	1-10	100	0,0837	114	122
P2	7,4	1,6	100	0,0837	90	140
P3	8,4	1	56	1,7678	246	190
P3	8,4	2,10	99	0,0897	106	150
P3	8,4	3,4	100	0,0837	114	150
P4	12	5,7	99	0,0897	106	178
P4	12	8	100	0,0837	114	178
P5	14,5	1,2,6,8,9	100	0,0837	114	178
P6	16,5	1,3,4,5	100	0,0837	114	178
P7	20	2,3,4,6,7	100	0,0837	114	178

Tab.č.10
Kupovitá spektra

označení vzorku	jemnost T [tex]	číslo potáče	číslo kanálu	číslo kanálu	$\lambda_{\square}$ [m]	n_f –vadný [1/min]
P1	6	1	50	50	2,68	160
P1	6	2,5,7	50, 64	64	1,06	420
P1	6	4,6,8,9,10	64			
P2	7,4	1,4,5,7,8	70	55	1,89	183
P2	7,4	9	55	70	0,66	524
P2	7,4	9	55, 70			
P3	8,4	1-6,8,9,10	57, 64	57	1,65	185
P3	8,4	7	57	64	0,67	455
P4	12	1 - 10	60	60	1,34	303
P4	12	1 - 10	88	88	0,19	50
P5	14,5	1 - 10	60	60	1,34	250
P6	16,5	1 - 10	60	60	1,34	250
P7	20	1 - 10	60	60	1,34	250

4.5.3.2 Data vypočítaná ze spektrogramů pro přásky

Vypočítané hodnoty charakteristických a kupovitých spekter pro přásky o jemnosti 256 tex a 347 tex . Viz tabulky č.11,12.

Tab.č.11
Charakteristická spektra

označení vzorku	jemnost T [tex]	číslo potáče	číslo kanálu	$\lambda_{\square}$ [m]	n_f –vadný [1/min]
M1	256	1,2,4,5,6,7,9,10	34	0,25	34
		1,2,4,5,6,7,9,10	49	0,09	112
M2	347	1,6,8,9	33	0,27	52
		1	43	0,136	103

Tab.č.12
Kupovitá spektra

označení vzorku	jemnost T [tex]	číslo potáče	číslo kanálu	číslo kanálu	$\lambda_{\square}$ [m]	n_f –vadný [1/min]
M1	256	1 - 10	45	45	0,11	100
		1 - 10	9	9	1,43	135
M2	347	1,2,3,5,7,8	6,22	6	1,77	84
		1 - 9	22	22	0,58	254

5. Vyhodnocení měření

5.1 Vyhodnocení přízí

V této části se chci pokusit vyhodnotit získané DVK a spektrogramy a zaměřit se na vznik vad, které jsem vypočítal v předešlém experimentu. Zjistit kvalitu jednotlivých přízí dle světových standardů podle USTER STATISTICS 2001 od firmy Zellweger [5].

5.1.1 Vyhodnocení měřených vzorků P1 - jemnost 6 tex

U všech 10 zkoušek lze pozorovat největší odchýlení od limitní DVK v oblasti II. posukovací pasáže, po které následuje posukovací stroj s regulací, který zlepšuje hmotovou nestejnoměrnost. To pozorujeme přiblížením k limitní DVK. Tyto křivky zobrazují neperiodické nestejnoměrnosti na rozdíl od spektrogramů.

Při pohledu na výsledné spektrogramy můžeme rozpoznat opakující se kupovitě spektrum všech deseti pozorovaných vzorků, které se objevuje na vlnovém rozsahu od 2 m do 3 metrů. Výpočtem jsem došel k hodnotě 2,68 m, které odpovídá frekvence 160 1/min. Další kupovitá spektra se objevila na vlnové délce 1,06 m o frekvenci 420 1/min. V těchto případech se jedná o chybu způsobenou na křídlovém předpřádacím stroji. Příčinou této hmotové nestejnoměrnosti jsou průtažná zařízení, která ji prohlubují. Další vadou, která se vyskytla ve čtyřech případech, je charakteristické spektrum na vlnové délce 84 cm na frekvenci 114 1/min. Jedná se o vadu na prstencovém dopřádacím stroji. Příčinou tohoto komínu ve spektrogramu je nejspíše excentricita běžícího vrchního výstupního válce. Vznikem může být spřádací zmenšení a nebo opakované broušení povrchu válce, zodpovědné za menší rozdíly mezi teoretickým a skutečným průměrem válce.

Do každého grafu reálné DVK byla k porovnání zakreslena limitní DVK, které byly vyznačeny jednotlivé referenční délky daných strojů, z kterých jsme mohli vyvodit závěry. Všechny tyto grafy lze nalézt v příloze č. 1.

Závěrečným krokem vyhodnocení bylo porovnání kvality zjišťované příze se světovými standardy USTER STATISTICS 2001 od firmy Zellweger, která mi poskytla soubor s těmito statistikami pro tuto problematiku.

Podle grafu určeného pro 100% bavlněnou česanou přízi jsme zjistili, že mnou naměřená hodnota CV_m [%] = $18,75 \pm 0,45$. Tímto CV_m se dostaneme na křivce

kumulativní četnosti nad $\varphi[\%] = 95$. Tato kumulativní četnost nám udává, že se jedná o přízi s velmi podprůměrnou kvalitou.

5.1.2 Vyhodnocení měřených vzorků P2 - jemnost 7,4 tex

V tomto případě nastává sedmi měření stejné odchýlení DVK od limitní DVK na stejné pasáži jako u předchozí jemnosti, k vyrovnání dochází díky regulovanému posuku na stroji RSB 1.

Z hlediska charakteristických spekter se zde žádné výrazné vady neprojevily až na dvě měření. Tyto tzv. komíny se projevily opět na vlnové délce 84 cm a frekvence válečku, který zanáší tuto vadu je 90 1/min. a opět se jedná o vadu na prstencovém dopřádacím stroji. Vyskytují se zde dvě kupovitá spektra, to hlavní se nachází na vlnové délce 1,89 m o frekvenci 183 1/min a důsledkem jsou opět průtažná zařízení na křídlovém předpřádacím stroji. Druhá vada se projevila na vlnové délce 0,66 m, lze se domnívat, že se jedná o vadu na prstencovém dopřádacím stroji.

Do každého grafu reálné DVK byla k porovnání zakreslena také limitní DVK, do níž byly také vyznačeny jednotlivé referenční délky daných strojů, z kterých jsme mohli vyvodit tyto závěry. Všechny tyto grafy lze nalézt v příloze č. 1.

Závěrem vyhodnocení bylo opět porovnání kvality zjišťované příze se světovými standardy USTER STATISTICS 2001, podle grafu určeného pro 100% bavlněnou česanou přízi. Hodnota $CV_m[\%] = 15,99 \pm 0,36$. Tímto CV_m se dostaneme na křivce kumulativní četnosti na $\varphi[\%] = 80$, opět se jedná o přízi velmi podprůměrné kvality.

5.1.3 Vyhodnocení měřených vzorků P3 - jemnost 8,4 tex

Všech deseti zkoušek vykazuje stejný průběh DVK a jedná se o stejný průběh jako u předchozích jemností a tedy o tu samou problematiku, kdy se hmotová nestejnoměrnost podle DVK začala projevovat na II. posukovací pasáži.

Co se týká periodických vad, nastává ve třech případech výrazná vada jedná se opět o vlnovou délku na 84 cm u prstencového dopřádacího stroje na odváděcím

přítlačném válečku. Kupovitá spektra nacházíme na vlnových délkách 1,89 m, kde se jedná o vadu na průtažném zařízení u KPS. Druhá vada je na vlnové délce 66 cm.

Do každého grafu reálné DVK byla k porovnání zakreslena také limitní DVK, do níž byly také vyznačeny jednotlivé referenční délky daných strojů, z kterých jsme mohli vyvodit naše závěry. Všechny tyto grafy jsou v příloze č. 1.

Závěrem vyhodnocení bylo opět porovnání kvality zjišťované příze se světovými standardy USTER STATISTICS 2001, podle grafu určeného pro 100% bavlněnou česanou přízi. Hodnota CV_m [%] = $16,80 \pm 0,36$. Tímto CV_m se dostaneme nad křivku kumulativní četnosti na ϕ [%] = 95, opět se jedná o přízi velmi podprůměrné kvality.

5.1.4 Vyhodnocení měřených vzorků P4 - jemnost 12 tex

Průběh těchto DVK je u všech proměřených potáčů velmi podobný a vidíme, že dochází k největšímu vzdálení od limitní DVK v oblasti II. posukovací pasáže na stroji Textima 543 a pokračuje až na KPS.

Pokud se zaměříme u této jemnosti na kupovitá spektra, dojdeme k závěrům, že největší vadu vnáší do finálního produktu průtažné zařízení u KDS. To se zde projevuje u všech deseti potáčů na vlnovém rozsahu od 1 m do 3 metrů. Další kupovité spektrum lze pozorovat na vlnovém rozsahu 18 – 22 cm, které vzniká na PDS. U této jemnosti se už tak neprojevují vady odváděcích válečků jako např. u jemnosti 6 tex. Se zvyšující jemností dochází ke snižování vady. Přítlačný válec, který jsme označili za příčinu, pomalu ztrácí na významu se zvyšující se jemností.

Do každého grafu reálné DVK byla k porovnání zakreslena také limitní DVK do níž byly také vyznačeny jednotlivé referenční délky daných strojů, z kterých jsme mohli vyvodit naše závěry. Všechny tyto grafy lze nalézt v příloze č. 1.

Závěrem vyhodnocení bylo opět porovnání kvality zjišťované příze se světovými standardy USTER STATISTICS 2001, podle grafu určeného pro 100% bavlněnou česanou přízi. Hodnota CV_m [%] = $15,58 \pm 0,54$. Tímto CV_m se dostaneme téměř k hranici křivky kumulativní četnosti na ϕ [%] = 95, opět se jedná o přízi velmi podprůměrné kvality.

5.1.5 Vyhodnocení měřených vzorků P5 - jemnost 14,5 tex

Šest z deseti DVK má téměř stejný průběh, kdy dochází při dopřádání až k tomu, že se DVK přiblíží k limitní DVK. Nejmarkantnější oddálení je vidět v oblasti II. posukovací pasáže.

U této jemnosti je patrné kupovité spektrum na vlnovém rozsahu od 1 m do 2 metrů. Frekvence na vlnové délce 1,34 m se pohybuje na hranici 300 1/min a jedná se o vadu na KPS. Další vada se projevuje na vlnové délce 19 cm, nejedná se o výraznou vadu a vzniká na PDS. Dalším zjištěním je jediné charakteristické spektrum, které se projevilo pouze u jednoho potáče. U předchozích jemností se jednalo o odváděcí zařízení na PDS, ale podle výskytu u této jemnosti se nejspíše jedná o náhodnou vadu.

Do každého grafu reálné DVK byla k porovnání zakreslena také limitní DVK, do níž byly také vyznačeny jednotlivé referenční délky daných strojů, z kterých jsme mohli vyvodit naše závěry. Všechny tyto grafy lze nalézt v příloze č. 1.

Závěrem vyhodnocení bylo opět porovnání kvality zjišťované příze se světovými standardy USTER STATISTICS 2001, podle grafu určeného pro 100% bavlněnou česanou přízi. Hodnota CV_m [%] = $12,78 \pm 0,27$. Tímto CV_m se dostaneme téměř na hranici křivky kumulativní četnosti ϕ [%] = 25 v tomto případě jde o kvalitní přízi, která je zatím jediná konkurence schopná v dnešní době. Dalším kritériem by byla její cena.

5.1.6 Vyhodnocení měřených vzorků P6 - jemnost 16,5 tex

Z těchto DVK zjišťujeme největší míru odchýlení v pasáži II. posukovacího stroje Textima 543. Následujícím strojem je RSB 1, jedná se o regulovanou posukovací pasáž, v které je vidět vyrovnání hmotové nestejnoměrnosti směrem k limitní DVK. Vliv posukovacích strojů se projevuje na dlouhých úsečkách, z toho vyplývá, že vliv hmotové nestejnoměrnosti se na struktuře neprojeví jako nebezpečný ve výsledné přízi.

Ve čtyřech spektrogramech je vidět vznik charakteristických spekter na vlnové 84 cm o frekvenci 114 1/min. Jedná se opět o vadu odváděcích válců u PDS. Jediné výrazné kupovité spektrum se projevilo na KDS na vlnovém rozsahu od 1 do 2 metrů. Příčinou jsou opět průtažná zařízení jako u předešlých jemností.

Do každého grafu reálné DVK byla k porovnání zakreslena také limitní DVK, do níž byly také vyznačeny jednotlivé referenční délky daných strojů, z kterých jsme mohli vyvodit naše závěry. Všechny tyto grafy lze nalézt v příloze č. 1.

Závěrem vyhodnocení bylo opět porovnání kvality zjišťované příze se světovými standardy USTER STATISTICS 2001, podle grafu určeného pro 100% bavlněnou česanou přízi. Hodnota $CV_m [\%] = 12,08 \pm 0,0,09$. Tímto CV_m se dostaneme téměř na hranici křivky kumulativní četnosti na $\phi [\%] = 50$, v tomto případě se jedná o přízi s průměrnou kvalitou.

5.1.7 Vyhodnocení měřených vzorků P7 - jemnost 20 tex

Osm zkoušených potáčů vykazuje stejný průběh DVK, dochází zde k většímu odchýlení od limitní DVK v II. posukovací pasáži. V další části křivky je zřejmé zlepšení hmotové nestejnoměrnosti na regulovaném posukovacím stroji, kdy DVK začíná pozvolna se blížit k limitní DVK. Zbývá dvě měření by znamenala, že se zvýšení hmotové nestejnoměrnosti projevilo nejspíše na česacím stroji, ale to bohužel z těchto DVK nelze zjistit.

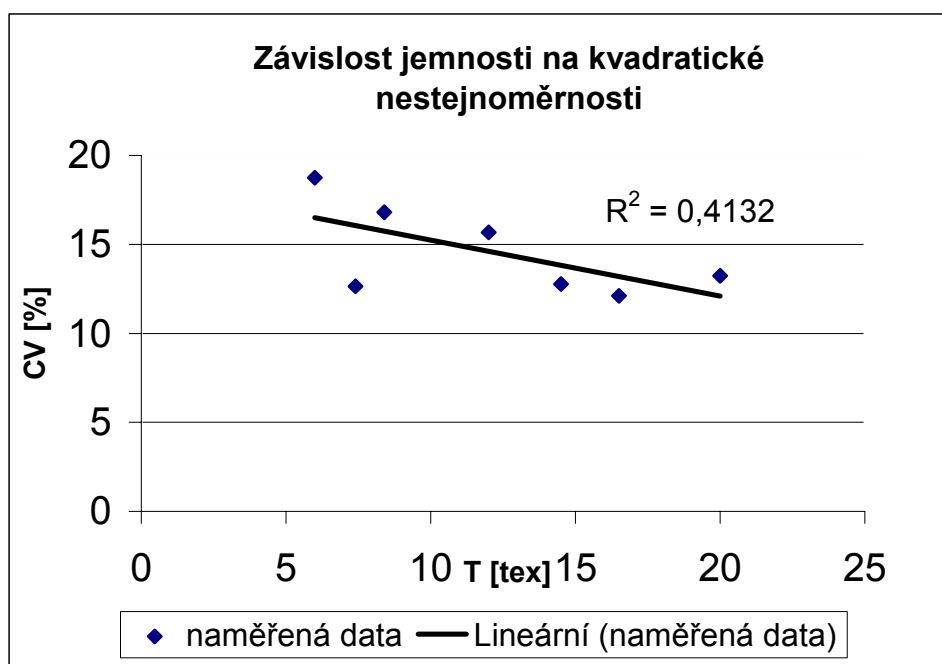
Při této jemnosti se nijak významně neprojevují charakteristická spektra až na dvě měření, která se ještě nehodnotí jako vady. Vznikají na odváděcích válcích PDS na vlnové délce 84 cm a co se týká kupovitých spekter, jedná se opět o vlnový rozsah v rozmezí 0,6 až 2 metrů. Důvodem vzniku je špatné průtahové zařízení na KPS.

Do každého grafu reálné DVK byla k porovnání zakreslena také limitní DVK, do níž byly také vyznačeny jednotlivé referenční délky daných strojů, z kterých jsme mohli vyvodit naše závěry. Všechny tyto grafy lze nalézt v příloze č. 1.

Závěrem vyhodnocení bylo opět porovnání kvality zjišťované příze se světovými standardy USTER STATISTICS 2001, podle grafu určeného pro 100% bavlněnou česanou přízi. Hodnota $CV_m [\%] = 13,23 \pm 0,27$. Tímto CV_m se dostaneme na hranici křivky kumulativní četnosti na $\phi [\%] = 75$, v tomto případě se jedná o příze velmi podprůměrné kvality.

5.1.8 Vyjádření závislosti jemnosti na kvadratické nestejnoměrnosti zkoumaných přízí

Při sledování hodnot jemnosti příze v závislosti na kvadratické nestejnoměrnosti, jsme dospěli k závěrům. Se zvyšující se jemností příze klesá hodnota kvadratické nestejnoměrnosti. Graficky znázorněno v následujícím grafu číslo. 1.



Graf závislosti jemnosti na kvadratické nestejnoměrnosti č. 1.

5.2 Vyhodnocení přástů

5.2.1 Vyhodnocení měřených vzorků M1- jemnost 256 tex

DVK mají téměř ve všech podobný průběh. Podle sledovaného úseku přástu pozorujeme přiblížení k limitní DVK na pasáži, kde je umístěný posukovací stroj s regulací hmotové nestejnoměrnosti.

Kupovitá spektra se projevují u této jemnosti v rozsahu od 0,8 m až do 3 m. Na vznik těchto vad se podílí velkou měrou posukovací stroj z II. posukovací pasáže Textima 543. Charakteristická spektra nalezneme na vlnové délce 9 cm, ale v tomto případě se nejedná o tak výrazná, jako v druhém případě na 25 cm. Vznikem této vady bych posoudil jako důsledek špatné funkce průtahového zařízení.

Do každého grafu reálné DVK byla k porovnání zakreslena také limitní DVK, do níž byly také vyznačeny jednotlivé referenční délky daných strojů, z kterých jsme mohli vyvodit naše závěry. Všechny tyto grafy lze nalézt v příloze č. 1.

Závěrem vyhodnocení bylo opět porovnání kvality zjišťované příze se světovými standardy USTER STATISTICS 2001, podle grafu určeného pro 100% bavlněný česaný přást. Hodnota CV_m [%] = $6,23 \pm 0,19$. Tímto CV_m se dostaneme na hranici křivky kumulativní četnosti na ϕ [%] = 95, v tomto případě se jedná o přást velmi podprůměrné kvality.

5.2.2 Vyhodnocení měřených vzorků M2 - jemnost 347 tex

Při podrobném rozboru DVK, je patrné ve všech deseti grafech dochází k největšímu odklonu od limitní DVK v oblasti II. posukovací pasáže na stroji Textima 543. K následnému přiblížení k limitní DVK dochází v následné pasáži s regulovaným posukovacím strojem.

Z hlediska charakteristických spekter se jedná u tohoto přástu o dvě místa na vlnových délkách 13,6 cm a 27 cm. U vlnové délky na 27 cm dochází k nejvýraznější vadě, která je způsobena hlavním průtahem na křídlovém předprádacím stroji. Kupovitá spektra se v tomto případě na vlnovém rozsahu od 0,5 m do 1 m a druhé od 1,5 m do 2 metrů. Důvodem těchto vad jsou hlavní a předprůtahová pole na posukovací pasáži, ale velký problém bych hledal v předchozí II. posukovací pasáži.

Do každého grafu reálné DVK byla k porovnání zakreslena také limitní DVK, do níž byly také vyznačeny jednotlivé referenční délky daných strojů, z kterých jsme mohli vyvodit naše závěry. Všechny tyto grafy lze nalézt v příloze č. 1.

Závěrem vyhodnocení bylo opět porovnání kvality zjišťované příze se světovými standardy USTER STATISTICS 2001, podle grafu určeného pro 100% bavlněný česaný přást. Hodnota CV_m [%] = $6,62 \pm 0,24$. Tímto CV_m se dostaneme na hranici křivky kumulativní četnosti na ϕ [%] = 95, v tomto případě se jedná o přást velmi podprůměrné kvality.

6. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnotit vliv závěrečných technologických stupňů v česané přádelně na výslednou hmotovou nestejnoměrnost příze a navrhnout potřebné řešení. Byla provedena příslušná měření vzorků příze a přástů a podrobná vyhodnocení. Vzorky vybraných jemností byly dodány textilním podnikem BEkon a. s. Šluknov. Tento textilní podnik vlastní pouze Uste – Tester 1, který už je zastaralý a proto bylo důvodem proměření těchto produktů uskutečnit zde na TUL, na aparatuře Uster – Tester 4 – SX od firmy Zellweger, která je majetkem TUL.

U jednotlivých jemností jsme se zaměřili na délkové variační křivky a spektrogramy. S jedinou hodnotou, s kterou v tomto podniku pracovali byla kvadratická nestejnoměrnost, takže sledované průběhy délkových variačních křivek a spektrogramů, by měly být novým přínosem pro zlepšení a zkvalitnění vypřádané příze. Materiálem byla 100 % CO a proměření se týkalo česaného přástu i česané příze o různých jemnostech.

Můžeme tvrdit, že u sledovaných vzorků docházelo k odklonu reálné variační křivky od limitní a to hlavně v oblasti posukování po česání, které se snížila následujícím regulovaným posukováním na stroji RSB 1 od firmy RIETER a pak dále dochází ke zvyšování hmotové nestejnoměrnosti na průtahovém zařízení křídlového dopřádacího stroje Textima 1505/5. U spektrogramů jsem zjistil negativní kupovitá spektra, která se téměř pokaždé projevovala na vlnovém rozsahu od 0,8 m do 3 m. V tomto případě docházelo ke zvýšení hmotové nestejnoměrnosti na křídlovém předpřádacím stroji a hlavní vliv na tuto nestejnoměrnost má průtahové zařízení. Dále jsem narazil na kupovité spektrum na vlnovém rozsahu 60 cm až 70 cm, které vznikalo na prstencovém dopřádacím stroji, ale nebylo nijak výrazné. Oproti tomu se vyskytlo na vlnové délce 84 cm charakteristické spektrum (spektrum mechanických závad), jehož příčinou je nejspíše excentricita běžícího vrchního přítlačného výstupního válce. Důvodem může být opotřebení a nebo opakované broušení povrchu válce, zodpovědné za menší rozdíly mezi teoretickým a skutečným průměrem válce. Prohlubování zanášené vady se zvyšovalo se snižováním jemnosti.

Pro výhled kvalitnější příze bych doporučil, rekonstrukci průtahových ústrojí u křídlových předpřádacích strojů, která mají hlavní vliv na hmotovou nestejnoměrnost přástu, ale i příze. U prstencového dopřádacího stroje se zaměřit na přítlačné odváděcí

válce a popř. na celé průtahové ústrojí. Důležitá je pravidelná kontrola průtahových zařízení při předpřádání a dopřádání, která mají hlavní vliv na výslednou strukturu a úroveň hmotové nestejnoměrnosti. Nutno častěji kontrolovat i předchozí pasáže, což je důležité zejména pro hmotovou nestejnoměrnost přízí na delších úsečkách.

7. Seznam použité literatury

- [1] Ursíny, P. : Předání I., Liberec 2001
- [2] Neckář, B. : Příze, tvorba struktur a vlastností, SNTL, Praha 1990
- [3] Cihlářová E. : Hmotová nestejnoměrnost délkových a plošných textilií, Liberec 2002
- [4] Kovačič V., Textilní Zkušebnictví II, Liberec 2004
- [5] Firemní literatura Zellweger Uster
- [6] Uster Statistics 2001- www.uster.com
- [7] Norma ČSN 80 0001
- [9] Anwendungsmandbuch für Gleichmassgkeits Prufer von Uster Tester Zellweger 1981

8. Seznam příloh

Příloha číslo 1.

Výsledné grafy délkových variačních křivek a spektrogramů z aparatury Uster-Tester IV SX měřeních jemností P1-P7 a M1, M2. Kompletní získaná data na přiloženém cd.