

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Studijní program: N 3106 Textilní inženýrství

Studijní obor: Textilní materiálové inženýrství

Zaměření: Řízení jakosti

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

# REGULAČNÍ DIAGRAMY PRO KONTROLU KVALITY BAVLNĚNÝCH VLÁKEN

## CONTROL CHARTS FOR QUALITY CONTROL OF COTTON FIBERS

Bc. Klára Horálková

KTM – 563

Vedoucí práce: prof. Ing. Jiří Militký CSc.

Počet stran textu: 73

Počet obrázků: 35

Počet tabulek: 20

Počet příloh: 9



## Prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila 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.

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

Beru na vědomí, že 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 vědoma toho, že užití 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 8. 5. 2010

Horálková Klára

## **Poděkování**

„Chtěla bych touto cestou vyslovit poděkování prof. Jiřímu Militkému za odborné vedení, konzultace a cenné rady v průběhu vypracování diplomové práce. Děkuji také Ing. Vladimíru Kovačičovi a laborantkám na Katedře textilních materiálů - paní Steklé a Kopecké, za pomoc při měření v laboratořích. Závěrem bych ráda poděkovala konzultantům Ing. Miroslavě Maršálkové a Ing. Vladimíru Bajzíkovi.

## **Anotace**

**Téma diplomové práce :** Regulační diagramy pro kontrolu kvality bavlněných vláken

**Vypracovala :** Horáková Klára

Cílem diplomové práce bylo určit kvalitu šesti druhů egyptské bavlny. Pro zjištění kvality byl sestaven regulační diagram z indexů kvality, který ověřil, zda je se jedná o kvalitní nebo nekvalitní bavlnu.

Práce byla členěna na několik částí. V první kapitole teoretické části byly popsány způsoby, jak lze měřit jednotlivé vlastnosti bavlněných vláken. Následující kapitoly se týkaly měření pomocí High Volume Instruments, regulačních diagramech a způsobech, jak vypočítat výslednou kvalitu bavlny.

Praktická část byla zaměřena na zjištění indexů kvality egyptské bavlny. Pro zjištění indexů bylo nutné změřit vlastnosti bavlny, ze kterých se indexy vypočítaly. Jemnost byla měřena na přístroji Micronaire a zralost metodou Causticaire na stejném přístroji. Na Vibroskopu a Vibrodynu byla zjištěna jemnost, pevnost a tažnost proměřováním jednotlivých vláken. Délka vláken byla vypočítána z kladeného staplu zpracovaného v obrazové analýze Lucia G. Na Pressley Testeru byla změřena svazková pevnost a nakonec se zjistí obsah nečistot v bavlně.

Indexy kvality pro jednotlivé bavlny byly vypočítány z naměřených hodnot. Indexy kvality byly porovnány s dříve naměřenými indexy amerických bavln v regulačním diagramu a ukázaly vhodnost bavln pro prstencové a rotorové spřádání.

**Klíčová slova:** bavlna, vlastnosti bavlny, kvalita, High Volume Instruments, regulační diagram

## **Annotation**

**Topic of diploma work :** Control Charts for Quality Control of Cotton Fibers

**Elaborated by :** Horáková Klára :

The aim of this diploma work was to compare the quality indexes of six types of Egyptian cotton. Secondly, a control chart from quality indexes was created to verify cotton level.

The thesis is divided into several parts. The first chapter described how to measure the individual properties of cotton. The following chapters were focused on High Volume Instruments, control charts and ways of calculating a quality of cotton.

The practical part dealt with finding quality indexes of Egyptian cotton. To establish the indexes it was necessary to measure the properties the indexes were calculated from. The fineness was measured on Micronaire apparatus. In addition, maturity was measured by a Caustic method on the same apparatus. Vibroskop and Vibrodyn were used to detect a fineness, strength and elasticity of the single cotton fibres. The length was calculated from a numeric staple and processed in an image analysis of Lucia G. The bundle strength was measured on Pressley Tester. Finally, the content of trash in cotton was detected.

The quality indexes for each cotton were determined from the measured values. The quality indexes were compared with previously measured indexes of American cottons in the control chart and pointed the cotton suitability for ring and rotor spinning.

**Key words :** Cotton, Cotton Properties, Quality, High Volume Instruments, Control Chart

# Obsah

Úvod .....	12
<b>Teoretická část.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Vlastnosti bavlny .....</b>	<b>14</b>
1.2 Jemnost bavlny.....	14
1.2.1 Měření jemnosti .....	15
1.3 Zralost bavlny .....	18
1.3.1 Měření zralosti .....	19
1.4 Pevnost a tažnost bavlny .....	20
1.4.1 Měření pevnosti a tažnosti bavlny.....	21
1.5 Délka bavlny .....	23
1.5.1 Měření délky bavlny .....	24
1.6 Barva bavlny .....	29
1.6.1 Měření barvy .....	29
<b>2 Klasifikace bavlny .....</b>	<b>30</b>
2.1 Bavlnářské standardy .....	30
2.2 High Volume Instruments .....	31
2.2.1 Příprava materiálu .....	32
2.2.2 Testované vlastnosti .....	32
<b>3 Kvalita bavlněných vláken .....</b>	<b>37</b>
3.1 Ukazatele kvality.....	38
3.2 Index kvality .....	42
3.3 Závislosti mezi indexy kvality .....	44
<b>4 Regulační diagramy .....</b>	<b>47</b>
4.1 Shewhartovy regulační diagramy.....	48
4.1.1 Konstrukce regulačního diagramu pro jednotlivé hodnoty .....	49

<b>Experimentální část .....</b>	<b>50</b>
5.1 Charakteristika vzorků bavlny .....	50
5.2 Měření jemnosti bavlny na Micronairu.....	51
5.3 Měření zralosti bavlny metodou Causticaire.....	53
5.4 Měření svazkové pevnosti na přístroji Pressley Tester .....	55
5.5 Měření obsahu nečistot v bavlně pomocí přístroje Labormixer.....	57
5.6 Měření délky bavlněných vláken pomocí měřiče délky staplu a obrazové analýzy Lucia G	58
5.7 Měření jemnosti, tažnosti a pevnosti jednotlivých bavlněných vláken na Vibroskopu a Vibrodynu .....	63
<b>6 Kvalita egyptské bavlny.....</b>	<b>69</b>
6.1 Indexy kvality bavlny.....	69
6.2 Regulační diagram z indexů kvality vláken .....	71
<b>7. Závěr .....</b>	<b>73</b>
<b>8 Literatura.....</b>	<b>75</b>
<b>9 Seznam tabulek .....</b>	<b>78</b>
<b>10 Seznam obrázků .....</b>	<b>79</b>
<b>11 Seznam příloh.....</b>	<b>81</b>



# Seznam použitých značek

$C_A$	hodnota na stupnici Causticaire
$C_{A0}$	průměrná hodnota na stupnici Causticaire pro nelouhovanou bavlnu
$C_{A1}$	průměrná hodnota na stupnici Causticaire pro louhovanou bavlnu
D	dolní limita
EL	tažnost bavlny [%]
f	relativní síla [N/tex]
FI	jemnost bavlny [tex]
FQI	index kvality vláken
H	horní limita
HVI	HIgh Volume Instruments
I	index zralosti [%]
IG	index geometrie vláken
IS	interval spolehlivosti
m	hmotnost [mg]
$m_{sv}$	hmotnost svazku vláken [mg]
l	délka [m]
$l_m$	průměrná délka [mm]
$l_{sv}$	délka svazku vláken [m]
LVI	Low Volume Instruments
MAT	zralost bavlny [-]
MI	micronaire [MIC]
$MI_a$	jemnost v micronairech před louhováním

$MI_b$	jemnost v micronairech po louhování
ML	Mean Length (průměrná délka vláken ve staplu) [mm]
$m_o$	nečistoty ve vzorku [g]
$m_a$	vzorek včetně nečistot [g]
n	počet hodnot
PDI	index spřádací schopnosti bavlny
PI	Pressleyho index [%]
Q	průtok vzduchu [m <sup>3</sup> ]
Rd	odrazivost vzorku
s	směrodatná odchylka
SCI	index spřádací schopnosti bavlny
SF	obsah krátkých vláken [%]
Sz	obsah nečistot ve vzorku [%]
STR	pevnost bavlny [cN/tex <sup>-1</sup> ]
TR	obsah nečistot ve vzorku [%]
$t_v$	jemnost vlákna [tex]
$T_v$	jemnost vláken [tex]
U	stejnomořnost staplu [%]
UHM	Upper Half Mean (průměrná délka horní půle staplu) [mm]
UI	index stejnoměrnosti staplu [%]
USDA	United States Department of Agriculture (Ministerstvo zemědělství USA)
$\bar{x}$	průměr
$\rho$	hustota [kg/m <sup>3</sup> ]
$\sigma$	směrodatná odchylka

$\sigma_p$	napětí do přetrhu [Gpa]
$\mu g$	mikrogram
$\Delta p$	změna tlaku
$\Delta l$	změna délky
+b	žlutost vzorku

# Úvod

První zmínky o pěstování bavlníku a používání bavlněných vláken jsou doloženy z období kolem roku 5 800 před naším letopočtem. Postupem času se bavlna začala pěstovat v Indii, Pákistánu, Egyptě, Číně nebo ve Spojených státech amerických.

Bavlna je spolu s vlnou nejvíce používaným přírodním vláknem. Hojně se používá především kvůli své značné savosti, příjemnému omaku a dobré pevnosti v tahu a oděru. Nevýhodou bavlny je její mačkavost a tvorba žmolků na výrobcích z bavlny - těmto negativním jevům lze předejít směsováním se syntetickými vlákny, především s polyesterem nebo polyamidem.

Pro výrobu kvalitních výrobků z bavlny je třeba použít kvalitní přízi. K vytvoření kvalitní příze je nezbytné mít kvalitní bavlněnou surovinu (bavlněná vlákna), která musí splňovat předepsané parametry, uvedené v normách a doporučeních týkajících se kvality bavlny.

Zjišťováním kvality bavlněných vláken se zabývá i tato diplomová práce. Cílem práce je zjistit indexy kvality pro prstencové a rotorové spřádání šesti druhů bavln pocházejících z Egypta a na jejich základě určit, zda se jedná o kvalitní nebo nekvalitní bavlnu. Kvalita bavln má být ověřena pomocí regulačního digramu sestaveného z indexů kvality vláken. Zároveň má být zjištěno, zda je regulační digram vhodným nástrojem pro určování kvality bavlny.

V dnešní době se kvalita bavlny měří za pomoci nejmodernějších měřících přístrojů, které jsou součástí linek HVI (High Volume Instruments). Pro určení kvality bavlněných vláken je třeba změřit jemnost, zralost, pevnost, délku, tažnost a obsah nečistot. Jednotlivými metodami, jak měřit výše uvedené vlastnosti, se zabývá teoretická část diplomové práce. Na základě výsledků měření se určuje index kvality pro prstencové a rotorové spřádání. Vliv jednotlivých vlastností na kvalitu je u prstencového a rotorového spřádání odlišný. Při výrobě prstencové příze je nejdůležitější vlastností délka a následuje pevnost a jemnost vláken. Pro kvalitní rotorovou přízi je nejdůležitější pevnost vláken, následuje jemnost a délka.

Pro zjišťování kvality bavlny se používá grafické znázornění pomocí regulačního diagramu Shewhartova typu. Z indexů kvality, se vypočítá průměrná hodnota. Ve vzdálenosti tří směrodatných odchylek na obě strany od průměrné hodnoty jsou stanoveny tzv. regulační meze. Pokud jsou indexy kvality zkoumaných bavln uvnitř regulačních mezí, je bavlna hodnocena jako přijatelná.

Měřením vlastností bavlny potřebných pro vypočítání indexů kvality pro prstencové a rotorové spřádání a určení kvality bavlny pomocí regulačního diagramu se zabývá praktická část diplomové práce.

# Teoretická část

V teoretické části diplomové práce je věnována pozornost metodám a přístrojům, které slouží k měření jednotlivých vlastností bavlněných vláken. Jsou zde popsány metody, které lze použít k měření jemnosti, zralosti, pevnosti, délky, tažnosti nebo barvy bavlněných vláken.

Dále jsou zde také kapitoly týkající se měření vlastností bavlny na linkách High Volume Instruments nebo způsobů, jak lze vypočítat kvalitu bavlny pomocí známých indexů kvality vláken. Poslední kapitola se věnuje regulačním digramům.

## 1.1 Vlastnosti bavlny

Při hodnocení bavlněných vláken se z hlediska jejich jakosti a zpracování hodnotí následující vlastnosti:

- délka, jemnost, pevnost, tažnost
- barva, lesk, omak, pružnost,
- čistota, zralost, množství a druh nečistot [1]

## 1.2 Jemnost bavlny

Jemnost bavlněných vláken  $t_v$  [tex] je vyjadřována poměrem mezi hmotností vlákna  $m$  [mg] a jeho délkou  $l$  [m]. Zároveň lze jemnost také vypočítat jako obsah plochy vlákna  $S$  vynásobený hustotou vlákna  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>].

$$t_v = \frac{m}{l} = S \rho \quad (1)$$

### **1.2.1 Měření jemnosti**

Jemnost bavlny lze změřit několika metodami. Patří mezi ně:

- výpočet z plochy průřezu
- gravimetrická metoda
- rezonanční metoda
- pneumatická metoda

#### **Výpočet jemnosti bavlny z plochy průřezu**

Metoda výpočtu jemnosti z plochy průřezu je vhodná pro vlákna, která nemají kruhový průřez. Místo tloušťky vlákna se používá přímo plocha průřezu, která se stanoví z řezu vlákna. Plochy průřezu lze stanovit buď kreslícím zařízením na mikroskopu, fotografií nebo přenosem do systému obrazové analýzy. Při tomto způsobu stanovení jemnosti je nutno zkalibrovat systém. Plocha obrazu se stanoví planimetricky, případně v systému obrazové analýzy přímým přepočtem. Aby byly výsledky dostatečně přesné, mělo by měření obsahovat alespoň 500 hodnot, které se pak statisticky zpracují. [1]

#### **Mikroskopické stanovení plochy průřezu vláken**

Z vláken se zhotoví preparát jejich řezů. Preparát je následně pozorován pod mikroskopem a průřezy se obkreslí kreslícím zařízením nebo vyfotografují. Při stejném zvětšení je nutno nakreslit nebo vyfotografovat mikrometrické měřítko pro potřeby stanovení kalibrace. [1]

#### **Metoda stanovení velikosti průřezu pomocí obrazové analýzy**

Obrazová analýza je systém, který používá pro zpracování obrazu výpočetní techniku. Do systému obrazové analýzy lze vstupovat buď přímo z mikroskopu nebo z fotografie

sejmutím prostřednictvím digitální kamery. Obraz v systému je zobrazován pomocí obrazových elementů, tzv pixelů



Obr. 1.1: Plocha průřezu vlákna v pixelech

Pro zjištění velikosti pixelu je nutné, aby byl obraz přenesený do obrazové analýzy vyfocen spolu s milimetrovým měřítkem. Systém obrazové analýzy přepočítává velikosti obrazů automaticky a zároveň je statisticky zpracovává. [1]

## Gravimetrická metoda stanovení jemnosti vláken

Gravimetrická metoda spočívá v přesném změření délky vláken a jejich následném zvážení. Je velmi těžké zvážít jedno jediné vlákno, proto se ze svazku vláken ořezává přesně stanovená délka, vlákna se zváží a poté se spočítá jejich počet.

Gravimetrická metoda klade vysoké nároky na přesnost a citlivost přístrojů (měřítka a vah), na klimatizaci prostředí a trpělivost obsluhy. Jemnost vláken [tex] se pak stanoví podle vztahu. [1]

$$T_v = \frac{m_{sv}}{l_{sv} n_v} \quad (2)$$

kde  $m_{sv}$  [mg] je hmotnost svazku vláken,  $l_{sv}$  [m] je odříznutá délka svazku vláken a  $n_v$  je počet vláken ve svazku.



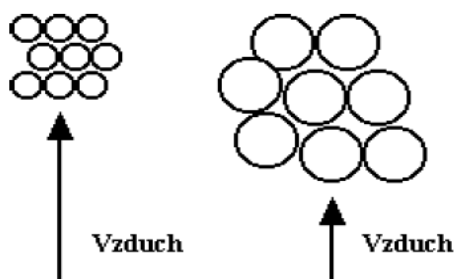
## Rezonanční metoda stanovení jemnosti vláken

Rezonanční metoda je založena na stanovení frekvence, případně délky vlny kmitající struny, která je závislá na délce kmitající struny (vlákna), její hmotnosti a předpětí. Nejznámějším přístrojem pracujícím na principu rezonance je přístroj Vibroskop.[1]

Výhodou této metody je snadná obsluha, výsledná hodnota je naměřena přímo v dtex. Zkouška vlákno nepoškozuje a je ho možné podrobit dalším měřením.

## Pneumatická metoda stanovení jemnosti vláken

Pneumatické metody jsou založeny na principu stanovení odporu vločky vláken tvořících ucpávku proti pronikání vzduchu. Přístroje byly zkonstruovány na základě potřeby rychlého a přesného stanovení jakosti bavlny. Prostup vzduchu vlákennou ucpávkou závisí na velikosti pórů mezi vlákny, které jsou dány tloušťkou (jemností) vláken. Čím jsou vlákna jemnější, tím méně vzduchu propustí.[1]



Obr. 1.2: Prostup vzduchu vlákennou ucpávkou

Nejznámějším přístrojem pro měření jemnosti pneumatickou metodou je přístroj Micronaire. Při měření na přístroji je nutno zachovat konstantní jemnost vločky vláken a buď konstantní objem průtoku vzduchu  $Q$  [ $\text{m}^3$ ], nebo konstantní pokles tlaku  $\Delta p$  [Pa]. Naměřená hodnota se udává v jednotkách micronaire [ $10^{-9} \text{ kg}/10^{-2} \text{ m}$ ]. Metoda podává rychlé a reprodukovatelné informace o jemnosti vláken. Protože jsou vlákna měřena

ve vložce (velkém souboru vláken), jsou výsledky měření průměrnou hodnotou jemnosti vláken ve vložce. [1]

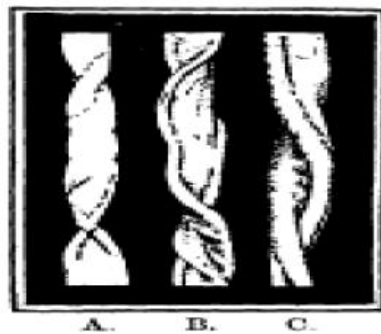
Jak je uvedeno výše, výsledky jemnosti vláken bavlny jsou udávány v jednotkách micronaire. Převodní vztah mezi jemností v micronairech a jemností v decitexech je následující:

$$T = MI * 0,3937 \quad (3)$$

Kde  $MI$  je naměřená jemnost v micronairech a 0,3937 je konstanta.

### 1.3 Zralost bavlny

Při dozrávání vlákna se zevnitř ukládají na jeho stěny vrstvy celulózy, které zvětšují tloušťku stěn a současně zmenšují vnitřní dutinu vlákna – tzv. lumen. Podle zralosti se vlákna se vlákna rozdělují na vlákna zralá, nezralá a mrtvá. Vlákna se liší tloušťkou primární a sekundární stěny a velikostí lumenu. [2]



Obr. 1.3: Zralosti bavlněného vlákna

Mrtvé vlákno (A) - prakticky pouze primární stěna, nitkovitý lumen

Nezralé vlákno (B) – slabá sekundární stěna, nízká konvoluce (stáčení vlákněné stužky)

Zralá vlákna (C) – tlustá sekundární stěna, lumen, pravidelná konvoluce [2]

### **1.3.1 Měření zralosti**

Zralost bavlny se určuje následovně:

- Makroskopicky
- Mikroskopicky
- Mechanicko-fyzikálně
- Chemicky

#### **Makroskopické zkoušení zralosti**

Makroskopické zkoušení je subjektivním zkoušením, při kterém se hodnotitel spoléhá pouze na svoje smysly – zrak a hmat. Výsledky jsou závislé na zkušenostech a pozorovacích schopnostech hodnotitele. Výsledky makroskopické zkoušky nemusí být vždy správné, neboť výsledky jsou založené na subjektivním hodnocení.[3]

#### **Mikroskopické zjišťování zralosti**

Mikroskopické zkoušení je spolehlivější a přesnější než makroskopické. Podstatou zkoušení je pozorování vláken v přirozeném stavu nebo preparované různými chemickými činidly – např. hydroxidem sodným (NaOH). Nevýhodou je časová náročnost zkoušek. [3]

#### **Zkoušení mechanicko-fyzikální**

Při mechanicko-fyzikálním zkoušení se zralost bavlny zjišťuje nepřímým měřením vlastností, které se zralostí souvisí. Jedná se především o pevnost a jemnost. Jejich hodnota je podmíněna tloušťkou buněčné stěny vlákna.

Příkladem přístroje, který měří touto metodou, je přístroj na měření jemnosti Micronaire. Micronaire vypočítá tzv. index zralosti na základě propustnosti vzduchu

bavlněnými vlákny ve tvaru ucpávky před mercerací a po merceraci vláken v 18 % roztoku NaOH.

Poměr naměřených hodnot před a po merceraci udává index zralosti [%].

$$I = \frac{MI_a}{MI_b} \cdot 100 \quad (4)$$

kde  $MI_a$  je hodnota micronaire ba před mercerací a  $MI_b$  je hodnota po merceraci. [4]

## Zkoušení chemické

Chemické zkoušení je založeno na nestejném zbarvení zralých, nezralých a mrtvých vláken. Zkoušení je postaveno na použití dvou odlišných barviv s různou velikostí molekul. Barvivo s velkými molekulami nebarví vlákna polozralá, nezralá a mrtvá. Barvivo s menšími molekulami obarví všechna vlákna přibližně stejně. Obarvený vzorek se vypere. Po vyprání jsou zralá vlákna obarvena jedním odstínem, mrtvá druhým. Zralá vlákna se obarví na červeno, mrtvá na zeleno, polozralá mají barvu mezi červenou a zelenou podle stupně zralosti. Stupeň zralosti se porovnává s etalony. [4,5]

## 1.4 Pevnost a tažnost bavlny

Pevnost a tažnost patří k důležitým kritériím hodnocení kvality bavlněných vláken. Pevnost bavlněných vláken souvisí s typem bavlníku, zralostí, jemností a vlhkostí vláken. Pevnost je definovaná buď jako relativní síla  $f$  [N/tex] nebo jako napětí do přetrhu  $\sigma_p$  [Gpa]. Pevnost suchých vláken je stanovena 2-5 cN/dtex a za mokra tvoří 100 – 120% pevnosti za sucha. Mercerací se pevnost zvyšuje, je vyšší než 7 cN/dtex. [7]

Tažnost je definována jako deformace do přetrhu  $\varepsilon_p$  [%]. Tažnost suchých vláken se pohybuje v rozmezí 6-10 %, za mokra je to 100-110 % tažnosti za sucha.

Důležitými faktory při měření pevnosti a tažnosti je upínací délka vláken, rychlost a způsob zatížení. Čím větší je upínací délka  $l_0$ , tím je větší pravděpodobnost, že dojde k dřívějšímu přetrhu, neboť se v delším vláknu může nacházet více slabých míst než ve vláknu kratším. Svazková pevnost je ovlivněna především obsahem nezralých vláken ale také variabilitou pevnosti a tažnosti vláken. Velký vliv na měření svazkové pevnosti má rychlost deformace. Platí, že čím rychleji budeme vlákno zatěžovat, tím méně času bude mít na přeskupení vazeb mezi molekulami. S rostoucí rychlostí zatěžování roste pevnost a zároveň klesá tažnost vlákna. [6, 7]

### 1.4.1 Měření pevnosti a tažnosti bavlny

Trhací přístroje (dynamometry) se dělí do dvou skupin, podle toho, kolik vláken najednou proměří. Přístroje měří:

- Pevnost jednotlivých vláken
- Svazkovou pevnost

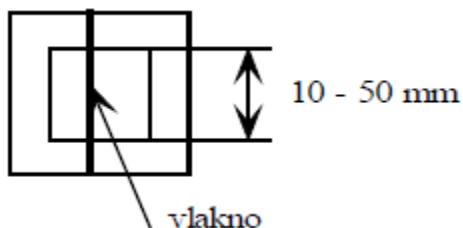
### Pevnost jednotlivých vláken

Jemnost jednotlivých vláken se měří na klasickém dynamometru. Dnes používané přístroje jemnost a pevnost automaticky přepočítávají na poměrnou pevnost v [cN/tex]. Příkladem přístroje, který měří pevnost jednotlivých vláken je soustrojí Vibroskop a Vibrodyn.

Při měření se postupuje následovně. Vlákna se urovňají na sametové podložce a podle předpokládané jemnosti se nastaví předpětí na Vibroskopu. Vlákno se zavěšeným předpětím se vloží do čelistí Vibroskopu a změří se jemnost v dtex. Následně se vlákno vyjme, vloží se do čelistí Vibrodynu, které se zavřou a vlákno přetrhnou. Výstupem měření je křivka pevnosti a tažnosti.

Na klasických dynamometrech někdy nelze měřit vlákna po jejich prostém upnutí mezi čelisti z důvodů jejich prokluzu, křehkosti apod. Proto je potřeba vlákna

zalepit do papírového rámečku a s rámečkem je pak upnout do čelistí. Před měřením je potřeba strany rámečku přestříhnout, aby se trhalo pouze vlákno. [8]



Obr. 1.4: Vlákno upnuté v rámečku

Při měření je důležitým faktorem upínací délka, která má velký vliv na naměřené hodnoty. K přetrhu dochází vždy v nejslabším místě. Pravděpodobnost, že se v malém trhaném úseku vyskytne slabé místo je menší než když se měří dlouhý úsek. Upínací délka u vláken je předepisována normami a pohybuje se v rozmezí 10 – 50 mm.

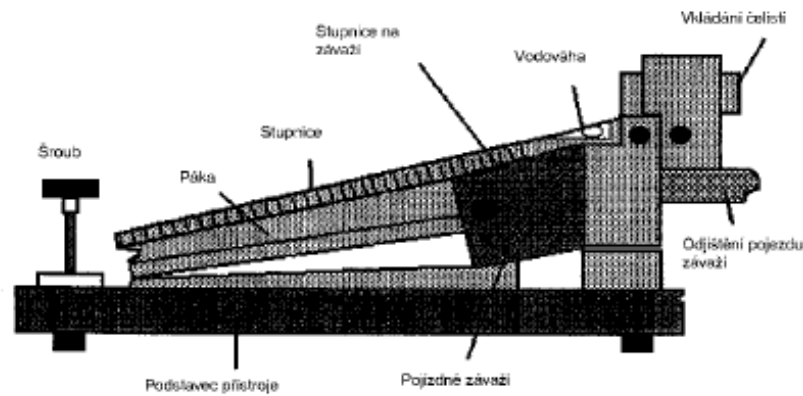
## Svazková pevnost

Při zjišťování svazkové pevnosti se zkouší velké množství vláken najednou. Svazková pevnost se měří např. na přístroji Pressley tester (obr. 1.5).

Vlákna jsou nejprve upnuta do čelisti, nejčastěji se používá nulová nebo 1/8 palce (3,2mm) upínací délka. Svazek vláken je zatěžován s cílem dosáhnout oddělení čelisti a pevnost je určena s ohledem na hmotnost vlákenného svazků. Přesnost určení pevnosti hmotnostním způsobem je ovlivněn tím, že v jednotlivých svazcích se shodnou hodnotou naměřenou pevností mohou být různé počty vláken s různou jemností a různou zralostí.

Zkouška pevnosti na přístroji se provádí následovně. Malé množství bavlněných vláken se pročeše, urovná do rovnoběžné polohy a ve formě tenkého pramínku o šířce asi 6 mm se upne do čelisti přístroje. Čelisti se uzavřou a utáhnou. Upínací délka je, pokud jsou čelisti u sebe, nulová. Případně se mezi ně může vložit vložka a v tomto případě je upínací délka 3,2 mm. Vlákna vyčnívající ze sevření čelistí se odříznou. Takto připravené čelisti se vsunou do kolejniček vahadla. Poté se provede nivelace (ustavení přístroje do polohy, kde vahadlo přístroje má předepsaný sklon) a provede

se přetrh vlákna. Přetrh je realizován pojezdem závaží po páce, která při přetrhu klesne a závaží se zastaví. Na páce se v úrovni dráhy závaží odečte síla (pevnost) v librách. Poté se čelisti vyjmou z přístroje, otevřou se a svazek vláken se zváží na přesných vahách v [mg]. [8]



Obr. 1.5: Schéma přístroje Pressley tester

Testování pevnosti a tažnosti svazků vláken pomocí HVI je prováděno při upínací délce 1/8 palce a kalibrace je upravena pro snadné použití výsledků v požadovaných jednotkách. [7]

## 1.5 Délka bavlny

Délka vláken je ovlivněna mnoha faktory – druhem bavlníku, oblastí pěstování, kvalitou půdy, počasím, sklizní nebo zpracováním. Během procesu zpracovávání dochází k náhodnému trhání vláken při mechanických operacích a tedy i k jejich krácení.

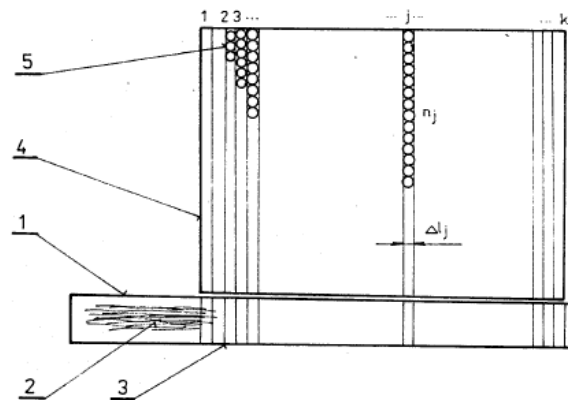
Délka bavlny se pohybuje v rozmezí od 10 mm do 65 mm. Variabilita délky bavlny se pohybuje okolo 40 %. [1]

Délka vlákna je definována jako vzdálenost konců napříměného vlákna bez obloučků a bez napětí. Délka bavlněného vlákna je vlastnost, která je zatížena vysokou nestejnomyšností. Proto je pro stanovené délky důležitá charakteristika rozptylu a zejména grafické znázornění statistického rozdělení délek vláken v surovině.





Mezi přímé metody zjišťování délky vláken pomocí kuličkového třídícího stroje (obr. 1.7) a skleněné desky. Skleněná deska je z barevného skla (bílého nebo černého), zvoleného tak, aby na něm byla vlákna dobře vidět. Skleněná deska se natře v tenké vrstvě adhezní kapalinou (glycerin, vazelína apod.), která způsobí, že se v ní udrží vlákna po dobu měření narovnaná. Vlákna se natahují na skleněnou desku, měří se milimetrovým měřítkem a podle délky se zařazují do tříd.[9]



Obr. 1.7: Kuličkový třídící přístroj

Načítání hodnot délek vláken v určité třídě je řešeno stisknutím klávesy (3) po vytažení vlákna ze sevřených čelistí (1). Vláknko je z vložky (2) vytahováno tak dlouho, až jeho druhý konec opustí sevřené čelisti. Pak je stlačena klávesa (3) a za každou takto naměřenou délkou vypadne do drážky (4), označující třídu, kulička. Kuličky ve třídách dávají první obraz o rozdělení délek formou histogramu absolutní četnosti. Absolutní četnosti  $n_j$  se převádějí na relativní četnost  $f_j$  a výsledky se dále statisticky zpracovávají.[9]

Určuje se zejména:

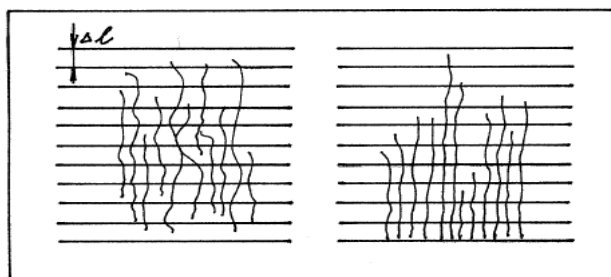
- průměrná délka
- modální délka
- medianová délka
- rozptyl
- směrodatná odchylka
- variační koeficient

a z grafických vyjádření:

- histogram četností
- součtová křivka četností
- staplový digram [9]

## Nepřímé metody

Nepřímé metody se uplatňují především, pokud je potřeba délku rychle a přesně změřit. Příkladem nepřímě metody měření délky vláken je gravimetrická metoda. U gravimetrické metody se vychází z předpokladu, že všechna vlákna mají stejný průřez a hustota je konstantní. Hmotnost jednoho vlákna je pak závislá pouze na délce. Čím je vlákno delší, tím je těžší. Stanovení délkových charakteristik hmotnostním způsobem provádíme roztríděním délek vláken v hřebenovém poli.



Obr. 1.8:Uspořádání hřebenových polí při měření délek hmotnostním způsobem

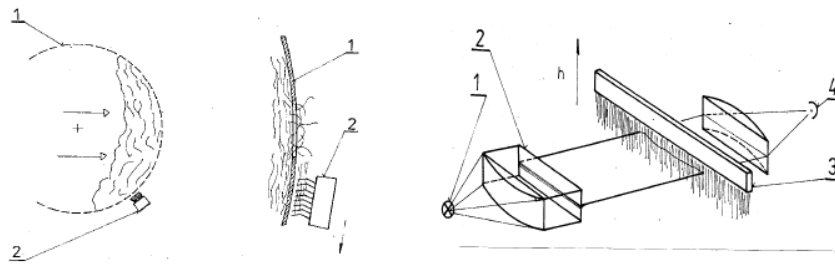
K dispozici jsou dvě hřebenová pole, z nichž v jednom je vložka vláken uložena v původním neroztríděném stavu (obr. 1.8).

Hřebeny jsou od sebe vzdáleny o  $\Delta l$ . Shazováním hřebenů jsou odkrývány konce vláken, které od posledního neshozeného hřebenu vyčnívají právě o tuto délku  $\Delta l$ . Vlákna jsou uchopena do speciální pinzety a přenesena do druhého hřebenového pole, kde jsou takto srovnána na společnou základnu. U druhého hřebenového pole se pak postup opakuje tak, že se z urovnaného svazku vytahují vlákna nejdelší. Vlákna odebraná z jednotlivých tříd jsou zvážena na přesných vahách. Základní metodou

nepřímého měření délky vláken v třásni je Fibrograph (obr. 1.9), která je založena na principu prosvěcování vláknenné třásně [9].

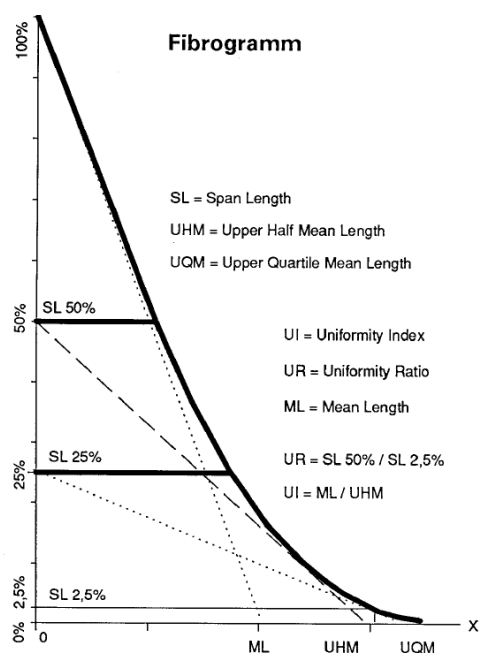
Přístroj pracuje ve dvou stupních

- vytvoření třásně na zařízení Fibrosampler
- měření třásně na vlastním fibrografu a vytvoření grafického záznamu fibrogramu



Obr. 1.9: Fibrograph

Třáseň je připravena pomocí fibrosampleru. Chomáč vláken je vložen do perforovaného bubnu, jednotlivá vlákna jsou vyčesávána, upnuta do speciální čelisti a zbylá neupevněná vlákna jsou pomocí kartáče odstraněna. Metoda hodnocení délky je založena na fotoelektrickém měření intenzity světla procházejícího třásní. Sledovaná je kontinuální změna intenzity světla (nejprve jsou prosvěcována všechna vlákna, a poté pouze vlákna dlouhá). Výsledkem je grafický záznam fibrogram (obr. 1.10), což je závislost mezi délkou vláken a procentním obsahem vláken dosahujících dané délky. [7, 9]



Obr. 1.10: Fibrogram

Na ose y je % zastoupení vláken. Hodnota 100% znamená, že je v čelisti drženo 100% vláken a na začátku měření jsou prosvěcována všechna vlákna. Posouváním třísně ve světelném poli směrem k dlouhým vláknům jsou prosvěcována vlákna určitých délek. Na úrovni 50 % lze odečíst délku vláken ležících v padesáti procentním výskytu délek. Vedeme-li tečnu ke křivce v bodě  $y=100\%$  protne nám osu x délek vláken v bodě ML. ML je průměrná hodnota délek vláken. Podobnou konstrukcí v bodě  $y=50\%$  dostáváme průměrnou délku hodní poloviny staplu UHM. Z těchto hodnot se vypočítá index stejnoměrnosti UI (Uniformity index).

$$UI = \frac{ML}{UHM} \quad (6)$$

kde ML je průměrná délka vláken ve staplu a UHM je průměrná délka vláken v horní polovině staplu.

## 1.6 Barva bavlny

Barva bavlněného vlákna je primárně určena teplotou a vlhkostí oblasti, kde byla bavlna sklizena. Další faktory, které mají vliv na barvu bavlny, jsou sluneční záření, odrůda bavlny, mikroorganismy nebo skladování a doprava. [10]

Barva vláken je bílá nebo s nádechem do žluta, béžova či hněda. Pokud je vlákno nazelenalé, tak mívá často zhoršenou pevnost. Pokud je namodralé, tak je s velkou pravděpodobností napadeno mikroorganismy. [7]

### 1.6.1 Měření barvy

Pro měření barvy se používá kolorimetr. Měří se žlutost a odrazivost vzorku. Odrazivost ( $R_d$ ) udává, jak lesklý nebo matný je vzorek. Žlutost (+b) udává stupeň barevných pigmentů ve vzorku. Barevná třída se určuje podle bodu, ve kterém se protínají hodnoty  $R_d$  a +b na Nickerson-Hunterově kolorimetrické stupnici. [11]

Podle barvy se zařazuje do následujících pěti skupin, které jsou v sestupném pořadí podle kvality. Jedná se o bavlnu bílou, lehce zašpiněnou, ušpiněnou, s nádechem do žluta a se žlutými skvrnami. Existuje 25 oficiálních barevných stupňů, které označují barvu bavlny. Pro popis barvy se používají trojmístné kódy. První číslice vyjadřuje barvu, druhá stupeň této barvy a třetí zpřesňuje informace o odrazivosti a žlutosti bavlny. [7, 11]

## 2 Klasifikace bavlny

Doba, kdy byla kvalita bavlny určována pouze hmatem a „okem“ zkušených klasérů, bez použití jakýchkoliv technologií, je nenávratně pryč. V dnešní době je kvalita bavlny zkoumána v laboratořích za použití moderních měřících zařízení. Vzorky bavlněné suroviny jsou podrobně zkoumány a následně podle naměřených hodnot roztríděny do tříd, které určují jejich kvalitu.

Měřící zařízení se dělí do dvou skupin – jedná se o HVI (High Volume Instruments) a LVI (Low Volume Instruments). V případě LVI je téměř vždy měřena jen jedna vlastnost. HVI měří všechny důležité parametry jakosti současně.

### 2.1 Bavlnářské standardy

Roku 1907 se konala schůze zástupců bavlnářského průmyslu z celého světa. Na jejím základě byly stanoveny první jednotné normy (standardy) týkající se kvality bavlny. Cílem vytvoření standardů bylo především odstranění cenových rozdílů mezi jednotlivými trhy s bavlnou a zároveň byl vyvinut tlak na farmáře, aby více informovali o kvalitě dodávané bavlny. Roku 1909 byly Ministerstvem zemědělství Spojených států (United States Department of Agriculture - USDA) stanoveny první standardy kvality pro bavlnu a následně byly zavedeny do praxe. V současnosti jsou normy jednotné pro celý bavlnářský průmysl a řídí se jimi obchod s bavlnou téměř po celém světě [13, 26].

Zároveň se začalo pracovat na vývoji měřících přístrojů, které jsou schopny dodat přesnější informace o kvalitě bavlny.

Od této doby došlo v oblasti klasifikace jakosti bavlny k výraznému pokroku. Nyní je jakost zkoumána v laboratořích na linkách s přístroji HVI (High Volume Instruments), které sledují klíčové vlastnosti určující jakost bavlny.

Roku 1923 byly přijatá všeobecná dohoda týkající se jednotných bavlnářských standardů, pod kterou se podepsala USDA spolu se zástupci 21 zemí. Dnes jsou

bavlnářské standardy běžně dodávány od USDA pro více než 50 zemí. Zástupci zemí, které podepsali dohodu, se schází každé tři roky v Memphisu na konferenci, kde jednají o nových doporučeních a změnách, které se týkají bavlnářských standardů [14, 26].

## 2.2 High Volume Instruments

Na počátku šedesátých let dvacátého století začal vývoj a následné vylepšování přístrojů, které jsou součástí linek High Volume Instruments (HVI). Vývoj linek HVI znamenal revoluci v testování kvality bavlny i v celém bavlnářském průmyslu. HVI dokážou testovat vlastnosti vzorků bavlněných vláken rychleji a přesněji než všechny předchozí metody.



Obr. 2.1: Linka HVI

Cílem vývoje bylo především zabránění potencionálním lidským chybám, které vznikají při subjektivním hodnocení jakosti bavlny. Zároveň šlo o rozšíření počtu zkoumaných vlastností, které dokážou rychle určit kvalitu zkoumané bavlny [13].

První přístroje šly do provozu roku 1968, v Texaském městě Lubbock. V Texasu byl zároveň zřízen úřad pro klasifikaci bavlny, který se specializuje na testování vzorků z celého světa.

V roce 1991, USDA zavedlo HVI systém ve všech testovacích laboratořích po celých Spojených Státech Amerických [15].

## 2.2.1 Příprava materiálu

Balíky slisované bavlny o hmotnosti 500 liber (220 kg) se zasílají se do laboratoře. Ze dvou stran balíku se odebírají vzorky, každý o hmotnosti 8 uncí (135 g). Vzorky se označí identifikačním číslem a jsou připraveny k měření.

## 2.2.2 Testované vlastnosti

Klasifikační systém pro bavlnu se skládá z měření pomocí měřících přístrojů a stanovení vlastností klaséry.

Klaséři mají na starost pouze přípravu materiálu na měření a měření obsahu nečistot, veškerá další měření probíhají na měřících přístrojích. Teplota a vlhkost vzduchu ovlivňují vlastnosti bavlněných vláken, proto měření probíhá v klimatizovaných laboratořích. Přístroje správně měří při teplotě  $\pm 21$  °C. Doporučená relativní vlhkost vzduchu je  $\pm 65$  % [16].

V tabulce 2.1 je přehled vlastností, které se na linkách HVI měří, včetně jejich zkratk a jednotek, ve kterých se jednotlivé vlastnosti udávají.

Tab 2.1: Vlastnosti testované na linkách HVI

Vlastnosti	Označení	Jednotky
Pevnost	STR	[cN/tex]
Tažnost	EL	[%]
Délka (Upper half mean)	UHM	[mm]
Index stejnoměrnosti	UI	[%]
Obsah krátkých vláken	SF	[%]
Obsah nečistot	TR	[%]
Micronaire	MIC	[-]
- Jemnost	FI	[tex]
- Zralost	MAT	[-]

Dále se ještě hodnotí vlastnosti bavlny, které souvisí s jejím barevným odstínem – tab. 2.2.



Tab. 2.2: Vlastnosti související s barevným odstínem bavlny

Odrazivost	Rd	[%]
Žlutost	+b	[%]

## Pevnost

Pro zjištění pevnosti bavlněných vláken se používá přístroj Pressley Tester, který měří svazkovou pevnost vláken. Pevnost se udává v gramech na tex a naměřená hodnota se zaokrouhluje na jedno desetinné místo [9].

Vlákna se podle pevnosti rozdělují do následujících pěti skupin:

Tab. 2.2: Klasifikace pevnosti podle stupně jakosti

Označení bavlny	Pevnost [g/tex]
Velmi nízká	Pod 23
Nízká	24 – 25
Průměrná	26 – 28
Pevná	29 – 30
Velmi pevná	Nad 31

## Tažnost

Tažnost se měří na Pressley testeru společně s pevností. Vyjadřuje změnu délky vyvolanou protahováním vlákna oproti počáteční délce a udává se v procentech.

Jednotlivé skupiny bavlny jsou uvedeny v tabulce 2.4:

Tab. 2.4: Klasifikace tažnosti podle stupně jakosti

Označení bavlny	Tažnost [%]
Velmi nízká	Pod 5
Nízká	5 – 5,8
Průměrná	5,9 – 6,7
Vysoká	6,8 – 7,7
Velmi vysoká	Nad 7,7

## Délka

Pro zjištění délky vláken se v linkách HVI používá nepřímá metoda stanovení délky vláken na přístroji Fibrograph. Pro zjišťování kvality se měří tzv. Upper Half Mean (průměrná délka horní poloviny staplu). Dále se ještě měří tzv. Mean Length (průměrná délka vláken ve staplu). Z UHM a ML se pak zjišťuje index stejnoměrnosti staplu UI. Délka bavlněných vláken se uvádí dvaatřicetinách palce a následně se převádí na setiny palce. Vlákna se podle délky rozdělují do následujících čtyř skupin. [17, 25]

Podle délky se bavlna rozřazuje do následujících skupin (tab. 2.5):

Tab. 2.5: Klasifikace délky podle stupně jakosti

Označení bavlny	Délka [mm]
Velmi krátká	20,64 – 24,61
Krátká	24,61 – 28,58
Průměrně dlouhá	28,58 – 31,75
Dlouhá	31,75 – 34,93
Velmi dlouhá	Nad 34,93

## Index stejnoměrnosti

Z hodnot zjištěných během měření na Fibrographu se vypočítává index stejnoměrnosti.

Index stejnoměrnosti udává stupeň stejnoměrnosti v procentech.[17]

Hodnoty pro jednotlivé stupně jsou uvedeny v tabulce 2.6.

Tab. 2.6: Klasifikace indexu stejnoměrnosti podle stupně jakosti

Označení bavlny	Index stejnoměrnosti [%]
Velmi nízký	Pod 77
Nízký	77 – 79
Průměrný	80 – 82
Vysoký	83 – 85
Velmi vysoký	Nad 85

## Obsah krátkých vláken

Kromě indexu stejnoměrnosti lze z měření na Fibrographu zjistit také procento krátkých vláken ve zkoumaném vzorku bavlny.

Bavlna se podle obsahu krátkých vláken zařazuje do následujících skupin:

Tab. 2.7: Klasifikace obsahu nečistot v bavlně podle stupně jakosti

Označení bavlny	Obsah krátkých vláken [%]
Velmi nízký	Pod 6
Nízký	6 – 9
Průměrný	10 – 13
Vysoký	14 – 17
Velmi vysoký	Nad 18

## Obsah nečistot

Nečistoty v bavlněné surovině jsou všechny části vzorku, které nejsou vlákny – patří sem např. tráva, zbytky semen nebo prach. Měří se za pomoci obrazové analýzy. Zjistí se pouze procento všech nečistot, které dále rozlišují až klaséři.

Obsah nečistot v bavlně se udává v procentech. [17, 25].

## Jemnost

Pro zjištění jemnosti bavlny se v linkách HVI používá pneumatická metoda měření jemnosti vláken na přístroji Micronaire. Proces měření je založen na odporu vločky vláken ve tvaru ucpávky proti pronikání vzduchu.

Naměřené hodnoty jsou uváděny v jednotkách micronaire, případně v dtex [9].

Bavlna se podle jemnosti dělí do pěti skupin (tab. 2.8)

Tab. 2.8: Klasifikace jemnosti podle stupně jakosti

Označení bavlny	Micronaire[ $\mu\text{g}/\text{inch}$ ]	Jemnost [dtex]
Velmi jemná	Do 3,0	Do 1,18
Jemná	3,0 – 3,9	1,18 – 1,58
Průměrně jemná	3,9 – 4,9	1,58 – 1,93
Hrubá	4,9 – 5,9	1,93 – 2,32
Velmi hrubá	Nad 6,0	Nad 2,36

## Barva

Barva bavlny se zjišťuje za pomoci CCD kamery a následně je vzorek porovnán s etalony. Měří se žlutost a odrazivost vzorku. Odrazivost (Rd) udává, jak lesklý nebo matný vzorek je. Žlutost (+b) udává stupeň barevných pigmentu ve vzorku.[25]

Bavlna se podle své barvy zařazuje do pěti následujících skupin:

- bílá
- lehce zašpiněná
- ušpiněná
- s nádechem do žluta
- se žlutými skvrnami [11]

### 3 Kvalita bavlněných vláken

Pod pojmem kvalita (jakost) si lze představit celkový souhrn vlastností a znaků výrobků nebo služeb, které jim poskytují schopnost uspokojit předem stanovené nebo předpokládané potřeby zákazníka [19].

Kvalita úzce souvisí s účelem použití. Nelze říci, že hodnocený výrobek nebo služba není dostatečně kvalitní, pokud není známo, k jakému účelu bude použit. Například pokud se jedná o polotovar, který je možno dále použít několika způsoby, tak je možné, že pro některé z dalších možností využití bude kvalita dostačující a pro jiné polotovar nebude dostatečně kvalitní [24].

Příkladem může být délka bavlněných vláken. Pro spřádání jsou vhodná pouze vlákna delší než 1 centimetr. Vlákna kratší tedy nemají dostatečnou kvalitu. Ale i kratší vlákna mají využití, například při výrobě vaty. V tomto případě je jejich délka dostačující.

Jakost výrobků se porovnává se standardy nebo předepsanými hodnotami. Nejznámějšími bavlnářskými standardy jsou tzv. US standardy, které bavlnu na základě její kvality rozdělují do sedmi tříd.[26]

Sedm tříd kvality bavlny podle US standardů (sestupně podle kvality):

- Good Middling GM
- Strict Middlig SM
- Middling Mid
- Strict Low Middling SLM
- Low Middling LM
- Strict Good Ordinary SGO
- Good Ordinary GO

US standardy určují kvalitu bavlny na základě měření vlastností bavlněných vláken – délky, jemnosti, zralosti, pevnosti, tažnosti, barvy a obsahu nečistot. Obsah jednotlivých tříd US standardů se každý rok upravuje.

Kvalita bavlny se určuje pomocí různých indexů, jejichž hodnota ukazuje, o jak kvalitní bavlnu se jedná.

### 3.1 Ukazatele kvality

Používané indexy jsou založené na výsledcích HVI nebo LVI měření vlastností kvality. Prvním z používaných indexů kvality je tzv. index kvality vláken. Index kvality vláken pro měření pomocí HVI má následující tvar:

$$FQI = \frac{UHM * UI * STR}{MIC} \quad (7)$$

kde  $UHM$  [mm] je průměrná délka horní půle staplu,  $UI$  [%] je index stejnoměrnosti,  $STR$  [cN/tex<sup>-1</sup>] udává pevnost a  $MIC$  [MI] jemnost vlákna [13, 21].

Mezi další používané indexy patří indexy udávající spřádací schopnosti bavlny - SCI nebo PDI index

$$SCI = -414,67 + 2,9 * STR + 49,1 * UHM + 4,74 * UI - 9,32 * MIC + 95 * Rd + 0,36 * b \quad (8)$$

kde  $Rd$  udává odrazivost vláken a  $b$  jejich zbarvení do žluté barvy.

$$PDI = 22,15 * STR - 4,75 * EL - 4,37 * UHM + 11,9 * UI - 20,78 * SFC - 7,8 * MIC \quad (9)$$

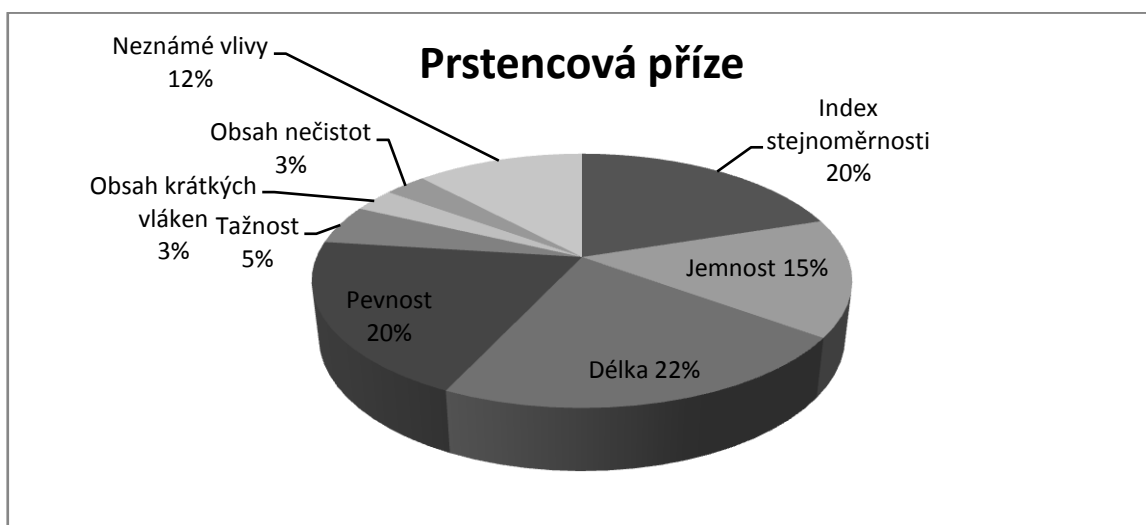
kde  $SFC$  [%] udává množství krátkých vláken a  $EL$  [%] je tažnost.

Dále se ještě používá MIA index:

$$MIA = \frac{STR^{0,27} * EL^{0,039} * UHM^{0,291} * UI^{0,145}}{MIC^{0,11} * SFC^{0,145}} \quad (10)$$

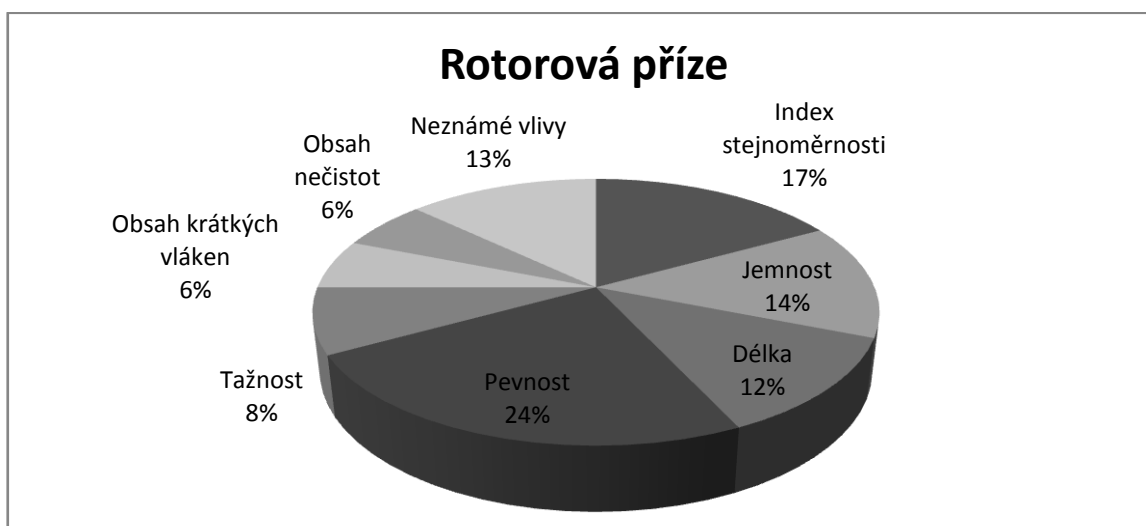
Důležitost vlastností bavlny závisí na technologii předení. Důležitost jednotlivých vlastností pro prstencové a rotorové předení, s ohledem na maximální pevnost výsledné příze, je znázorněna na obr 3.1 a 3. 2.[21]

Pro prstencové předení platí : délka > pevnost > jemnost.



Obr. 3.1: Graf důležitosti vlastností pro prstencové předení

U rotorového předení platí : pevnost > jemnost > délka.



Obr. 3.2: Graf důležitosti vlastností pro rotorové předení

V grafech na obr. 3.1 a 3.2 jsou znázorněny důležitosti v jednotlivých vlastnostech v procentech (jako důležité procento dělené 100 a poté standardizované, suma z všech vlastností musí být rovna jedné) pro prstencové a rotorové předení [20, 21].

Tabulka 3.1 vychází z koláčových grafů znázorňujících zastoupení důležitosti jednotlivých vlastností u prstencového a rotorového předení.

Tab. 3.1: Vliv vlastností bavlny na pevnost příze

<b>Property weight</b>	<b>Rotor</b>	<b>Ring</b>
UI [%]	0,20	0,22
MIC [-]	0,16	0,17
UHM [mm]	0,14	0,24
STR [g/tex]	0,28	0,22
EL [%]	0,09	0,06
SF [%]	0,06	0,06
TR [%]	0,03	0,03

kde *UI* je index stejnoměrnosti, *MIC* jemnost, *UHM* délka, *STR* pevnost, *EL* tažnost, *SF* obsah krátkých vláken a *TR* označuje obsah nečistot.

Stupeň kvality (index jakosti) bavlny lze také zjistit pomocí indexu geometrie vláken Korickij. Čím vyšší je index, tím kvalitnější je vlákno. Index Korickij lze spočítat pro LVI a HVI měření.

Pro LVI data má index geometrie vláken následující tvar:

$$IG = 0,1 * L_m * \left(1 - \frac{SF}{100}\right) * MAT * (FI)^{-0,5} \quad (11)$$

kde  $L_m$  [mm] je průměrná délka,  $SF$  [%] je obsah krátkých vláken,  $MAT$  [-] je zralost a  $FI$  [tex] je jemnost bavlny.



Pro HVi data je index geometrie vláken ve tvaru:

$$IG = \frac{UHM * UI * (100 - SF) * MAT}{1\ 000\ 000 * \sqrt{FI}} \quad (12)$$

kde  $UHM$  [mm] označuje délku a  $UI$  [%] index stejnoměrnosti.

nebo ve tvaru:

$$IGa = \frac{UHM * UI * (100 - SF)}{10\ 000 * \sqrt{MIC}} \quad (13)$$

kde  $MIC$  je jemnost v micrairech.

Index geometrie vláken koreluje s hmotnou nestejnoměrností

$$CV = \frac{100 * A_2}{Ig\sqrt{T_p}} \quad (14)$$

kde  $T_p$  je jemnost příze a  $A_2$  je konstanta – 11,7 pro dlouho vlákně bavlny a 14,7 pro středně dlouhé bavlny.

Index geometrie vláken také koreluje s variačním koeficientem vláken  $CV_p$ .

$$CV_p = \frac{100 * A_3}{Ig * \sqrt[4]{T_p}} \quad (15)$$

Kde  $A_3$  je konstanta o velikosti 3,85 pro dlouho vlákně bavlny a 4 pro středně dlouhé bavlny [20].

## 3.2 Index kvality

Index kvality bavlněných vláken označovaný písmenem  $U$  závisí na hodnotách naměřených pomocí HVI nebo LVI. Z naměřených hodnot se vypočítávají ukazatele jakosti. Ukazatele jsou přímo měřitelné (průměr, rozptyl, směrodatná odchylka...) nebo neměřitelné.

Pro stanovení výsledného indexu jakosti se využívá koncepce užité hodnoty  $K$  pro  $x_1, \dots, x_n$  naměřených pomocí HVI nebo LVI. Užité hodnoty se transformují na dílčí funkce užítosti (lineárně lomená funkce)

$$u_i = f(x_i, L, H) \quad (16)$$

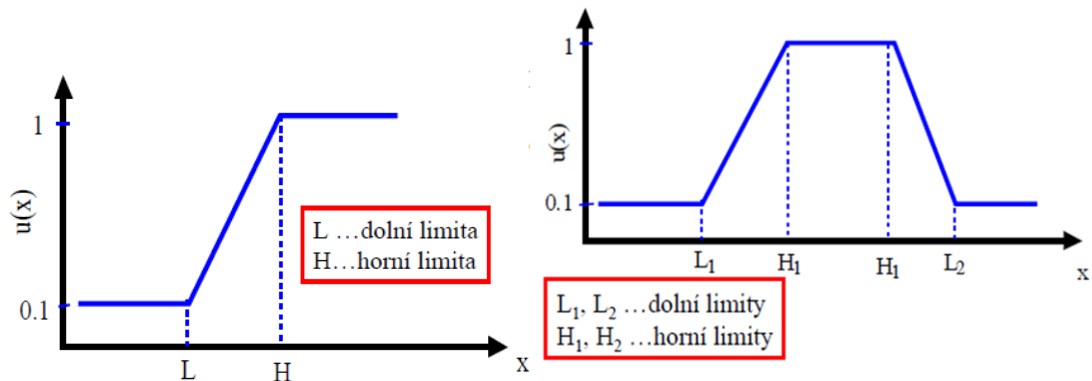
Kde  $L$  je hodnota pro nevyhovující bavlnu ( $u_i = 0,1$ ) a  $H$  je hodnota pro zcela vyhovující bavlnu ( $u_i = 1$ ).

Rozlišují se dva typy vlastností – jednostranně nebo oboustranně ohraničené vlastnosti.

**Jednostranně ohraničené vlastnosti** - stupeň jakosti je monotónně klesající nebo rostoucí funkcí měřené vlastnosti  $x$ .

Klesající funkce (čím menší je naměřená hodnota, tím je lepší) zobrazuje obsah nečistot a krátkých vláken v bavlněné surovině.

Rostoucí funkce (čím vyšší je naměřená hodnota, tím je lepší) zobrazuje pevnost, jemnost a stejnoměrnost délky.[20]



Obr. 3.3: Jednostranně a oboustranně ohraničené vlastnosti

Když se naměřená hodnota sledované vlastnosti  $x$  nachází mezi horní a dolní limitou, vypočte se její transformace podle vzorce

$$u(x) = \frac{0,9}{H - L}(x - L) + 0,1 \quad (17)$$

**Oboustranně ohraničené vlastnosti** – stupeň jakosti je monotónně klesající vlastností  $x$  na obou stranách od optimální oblasti.

Tato funkce zobrazuje jemnost bavlny, pokud je jemnost vyšší nebo nižší hodnota než optimální má negativní vliv na kvalitu bavlny.

Výsledný index jakosti  $U$  je vypočten váženým průměrem  $u_i$  s vahami  $\beta_i$ .

$$U = \text{ave}(u_i, \beta_i) \quad (18)$$

Protože pro nulové  $u_i$  vychází  $u = 0$ , je výsledný index jakosti  $U$  vypočítán jako vážený geometrický průměr dílčích vlastností s vahami určujícími důležitost jednotlivých dílčích vlastností [20, 21].

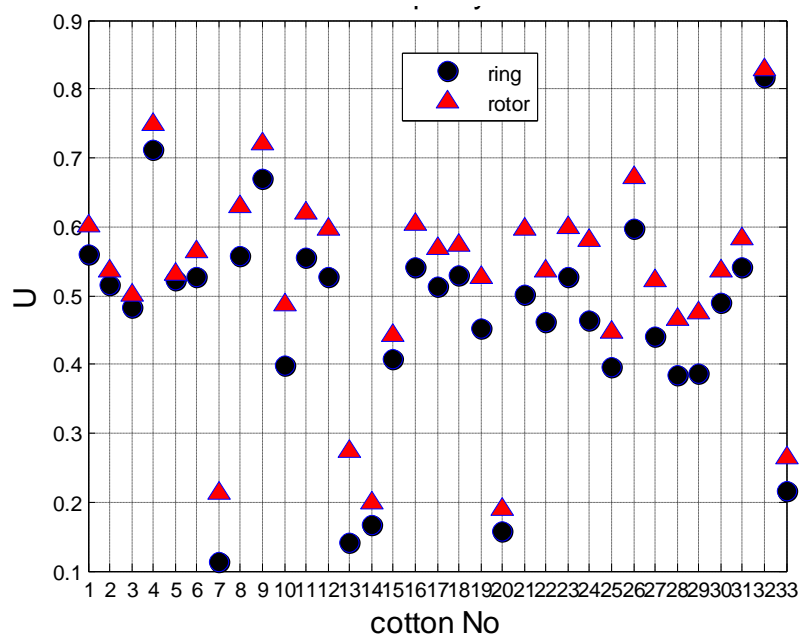
$$U = \exp\left(\sum_{j=1}^m \beta_j \ln(u_j)\right) \quad (19)$$

### 3.3 Závislosti mezi indexy kvality

Mezi indexem kvality bavlny U a dalšími indexy a dalšími indexy, které se používají pro zjištění kvality bavlny, existuje různá míra závislosti. Míra závislosti se zjišťuje zvlášť pro prstencové a rotorové příze.

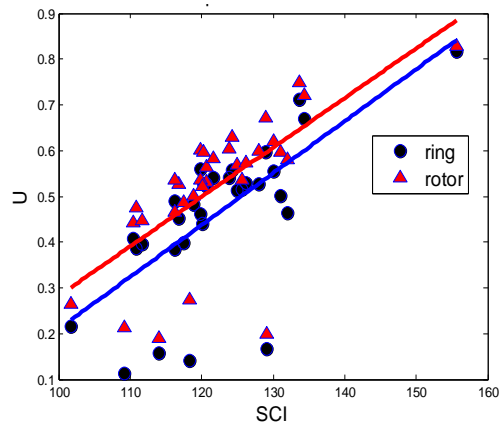
Pro zjištění závislostí byly použity výsledky studie z let 1997 a 1998, která se zabývala indexy kvality pro prstencové a rotorové spřádání 33 druhů amerických bavln. [27]

Na obr. 3.4 je vidět, že jsou indexy kvality bavlny rozděleny do dvou skupin. Bavlny, jejichž indexy jsou nižší než 0,3, mají velmi krátká vlákna nebo velmi vysokou jemnost. [13]



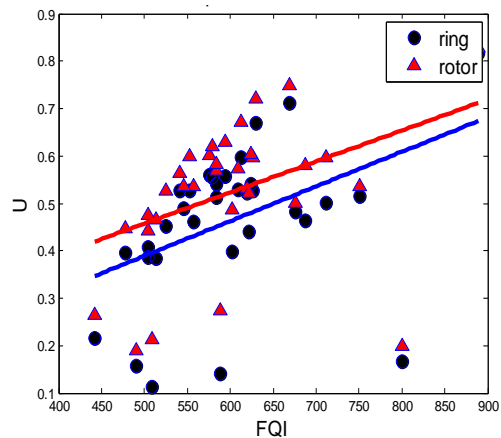
Obr. 3.4: Indexy kvality bavlny pro prstencovou a rotorovou přízi

Nejvyšší míra závislosti existuje mezi indexy kvality U a SCI (Spinning Consistency Index). Korelační koeficient pro prstencovou přízi  $r = 0,692$  a pro rotorovou přízi  $r = 0,693$ . [13]



Obr. 3.5: Závislost mezi indexy kvality U a SCI

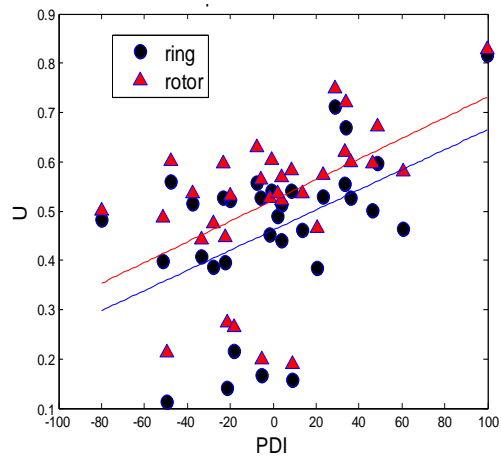
Nejnižší závislost byla zjištěna mezi indexy kvality U a FQI (Fiber Quality Index). Korelační koeficient pro prstencovou přízi  $r = 0,434$  a pro rotorovou přízi  $r = 0,408$ .



Obr. 3.5. Závislost mezi indexy kvality U a FQI

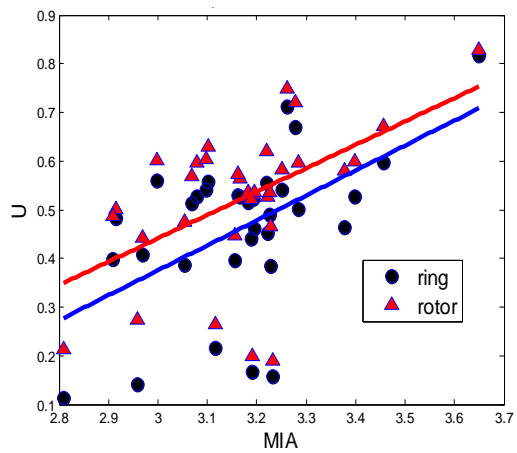
Závislost mezi U a zbývajícími dvěma indexy MIA (Multiplicative Analytic Hierarchy Process) a PDI (Premium Discount Index) také není zanedbatelná.

Korelační koeficienty pro závislost mezi U a PDI – pro prstencovou přízi  $r = 0,473$  a pro rotorovou přízi  $r = 0,510$ . [13]



Obr. 3.7: Závislost mezi indexy U a PDI

Korelační koeficienty pro závislost mezi U a MIA – pro prstencovou přízi  $r = 0,538$  a pro rotorovou přízi  $r = 0,530$ . [28]



Obr. 3.8: Závislost mezi indexy U a MIA

## 4 Regulační diagramy

Regulační diagramy jsou jedním ze základních nástrojů, které se používají pro regulaci jakosti při výrobních procesech. Dají se použít všude tam, kde jsou postupně v čase získávány informace o jakosti.

Umožňují pro procesy, které jsou statisticky regulovatelné (měřený znak jakosti má v čase stejné, neměnné rozdělení) modifikovat výrobní procesy. Slouží jako statistický diagnostický nástroj k posouzení toho, zda se proces, který sledujeme (představovaný nějakou měřenou veličinou nebo veličinami, které jej charakterizují) nachází ve stavu statistické regulace (chová tak, jak očekáváme a nedošlo-li k nečekané změně procesu).

Regulační diagram má podobu grafu, ve kterém jsou vyznačeny dolní a horní regulační meze. Vynášejí se do něj naměřené hodnoty nebo jejich matematické deriváty (průměry, rozdíly, aj.) sledovaných měř (obsahu, množství, délky aj.) kontrolních vzorků v časovém sledu [19]

Hlavním úkolem regulačních diagramů je včasná indikace toho, že s procesem není něco v pořádku. Proces není v pořádku pokud:

- se sledovaný znak se vychýlí od předepsané hodnoty až za regulační meze diagramu
- je variabilita naměřených hodnot příliš velká – čím menší jsou odchylky od centrální linie, tím je proces stabilnější

Regulační diagramy se také používají k posouzení toho, zda je variabilita měřené veličiny způsobena náhodným, neovlivnitelným kolísáním nebo zda je způsobena příčinami, které lze ovlivnit – např. špatné nastavení přístroje, na kterém se vzorky měří.

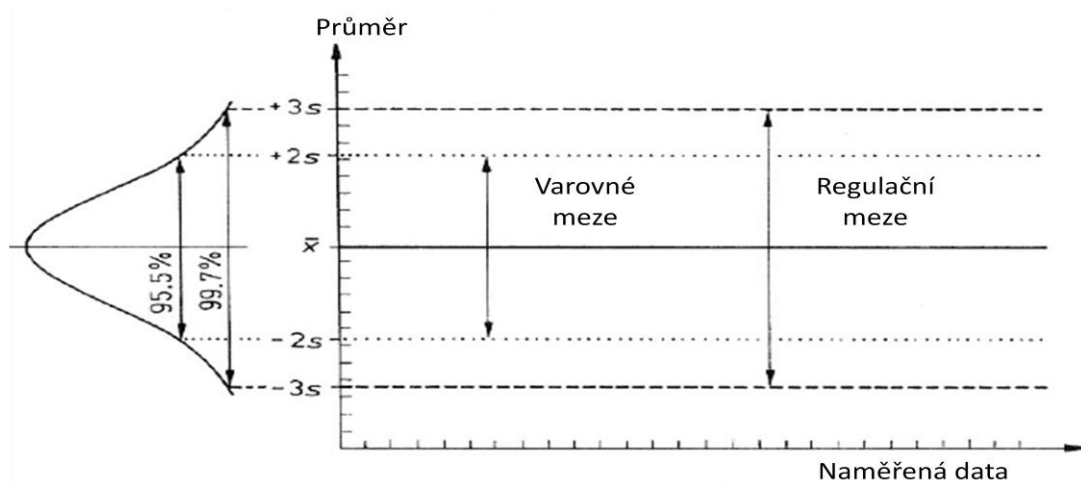
## 4.1 Shewhartovy regulační diagramy

První regulační diagram navrhl W. A. Shewhart z Bell Telephone Laboratory v roce 1924. Cílem bylo zjistit, zda je variabilita sledovaného parametru způsobena pouze náhodným kolísáním nebo zda je způsobena nějakými speciálními příčinami, jako je například špatné seřízení strojů nebo změnou surovin [22].

V současnosti patří Shewhartovy regulační diagramy mezi nerozšířenější typy regulačních diagramů. Nelze je ale použít pro všechna naměřená data. Pro použití Shewhartových diagramů musí naměřená data splňovat následující předpoklady. Předpokladem je konstantní střední hodnota a rozptyl, normalita rozdělení dat a nezávislost dat

Uprostřed intervalu, do kterého spadají vyhovující naměřené hodnoty, se nachází tzv. nominální (předepsaná) hodnota. Ve stejné vzdálenosti od nominální hodnoty na obě strany (ve vzdálenosti tří směrodatných odchylek) se nachází horní a dolní mez označující konec intervalu. Pokud se charakteristiky jakosti nebo jeho složek nachází mimo vyznačené meze, tak se jedná o hodnotu nevyhovující.[24]

Pro zjištění kvality bavlny byl v diplomové práci použit regulační diagram pro aritmetický průměr. Tento typ diagramu je zobrazen na obr. 4.1.



Obr. 4.1: Shewhartův regulační diagram pro aritmetický průměr



### 4.1.1 Konstrukce regulačního diagramu pro jednotlivé hodnoty

Shewhartův regulační diagram vznikne tak, že se v grafu znázorní centrální přímkou (CL). Centrální linie je rovnoběžná s osou  $x$  ve vzdálenosti aritmetického průměru ze všech měření. Aritmetický průměr se vypočítá jako součet všech naměřených hodnot dělený jejich počtem. Vzorec pro výpočet je následující:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (20)$$

Hranice regulačního diagramu, tzv. regulační meze jsou vzdálené od centrální přímkou (CL) o hodnotu  $3\sigma$  na každou stranu, kde  $\sigma$  je směrodatná odchylka sledované charakteristiky. Koeficient 3 vychází z předpokladu normálního rozdělení pravděpodobností naměřených hodnot. Vzdálenost  $3\sigma$  od centrální linie na obě strany představuje pravděpodobnost, že se uvnitř regulačních hranic bude 99,73 % naměřených hodnot [23]

Vzorec pro výpočet směrodatné odchylky:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (21)$$

Při sledování procesu měření je třeba sledovat nejen hodnotu měřené veličiny, ale také variabilitu naměřených údajů v požadovaných hranicích. Toho lze dosáhnout současným použitím regulačních diagramů aritmetických průměrů a variačních rozpětí [23].

## Experimentální část

Experimentální část diplomové práce se skládá ze dvou kapitol. První kapitola se týká měření vlastností egyptské bavlny, které byly zkoumány na měřicích přístrojích na katedře textilních materiálů. Byla měřena jemnost, zralost, pevnost, délka, tažnost a obsah nečistot v šesti druzích egyptských bavln. Tato kapitola zahrnuje popis zkušebních vzorků, postup měření jednotlivých vlastností a výsledky měření.

Cílem druhé kapitoly, a zároveň cílem celé diplomové práce, je posouzení kvality egyptských bavln. Kvalita bavlny byla zjištěna pomocí indexů kvality. Indexy kvality byly vypočítány zvlášť pro prstencové a rotorové příze a ukázaly vhodnost bavln pro prstencový a rotorový způsob spřádání. Indexy kvality egyptských bavln byly porovnány s dříve naměřenými indexy kvality bavln amerických. K ověření kvality byl použit regulační diagram Shewhartova typu.

### 5.1 Charakteristika vzorků bavlny

Během experimentu byly měřeny vlastnosti šesti druhů egyptské bavlny, které Technické univerzitě dodala společnost Modern Nile Cotton Company z Alexandrie (Egypt).

Jedná se následující typy bavlny:

- GIZA 70 G+3/8
- GIZA 86 G+3/8
- GIZA 87 G+3/8
- GIZA 88 G+3/8
- GIZA 89 G+3/8
- GIZA 92 G+3/8

Vlastnosti bavln byly měřeny na následujících přístrojích:

- Micronaire (měření jemnosti a zralosti vláken)
- Pressley tester (měření svazkové pevnosti vláken)
- Labormixer (měření nečistot)
- Vibroskop 400 a Vibrodyn 400 (pevnost, jemnost a tažnost jednotlivých vláken)
- Měřič délky staplu (délka vláken)

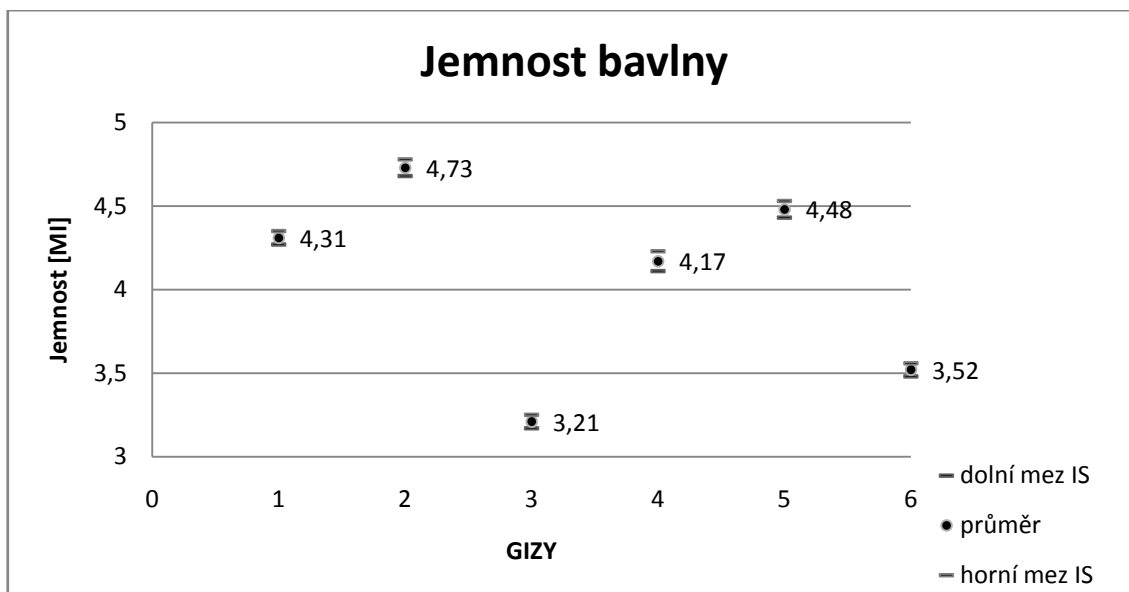
## 5.2 Měření jemnosti bavlny na Micronairu

Jemnost bavlny byla měřena na pěti vzorcích o hmotnosti 5 g (+/- 10mg). Každý vzorek byl třikrát proměřen na přístroji Micronaire.

Měření jemnosti spočívalo v načechrání vzorku bavlněných vláken, který byl následně vložen do měřicí komory přístroje Micronaire. Jemnost byla změřena na základě odporu chomáče vláken proti proudu vzduchu. Podrobněji je způsob měření na přístroji Micronaire popsán v kapitole 1.2.

### Výsledky měření

Průměrnou jemnost spolu s 95 % intervaly spolehlivosti (95 % IS) jednotlivých druhů bavlny ukazuje obr. 5.1. Kvalita bavlny byla stanovena na základě porovnání naměřených hodnot s tab. 2.8.



Obr. 5.1: Grafické znázornění výsledků měření jemnosti bavlny

Tab. 5.1: Výsledky měření jemnosti bavlny

Typ bavlny	Průměrná hodnota [MI]	Stupeň kvality
<b>GIZA 70</b>	4,31	Průměrně jemná bavlna
<b>GIZA 86</b>	4,73	Průměrně jemná bavlna
<b>GIZA 87</b>	3,21	Jemná bavlna
<b>GIZA 88</b>	4,17	Průměrně jemná bavlna
<b>GIZA 89</b>	4,48	Průměrně jemná bavlna
<b>GIZA 92</b>	3,52	Jemná bavlna

Z výsledků měření vyplynulo, že bavlny GIZA 87 a GIZA 92 jsou bavlny označované jako jemné. Ostatní čtyři zkoumané bavlny jsou na základě jejich kvality zařazeny do kategorie průměrně jemných bavln.

Nejjemnější bavlnou je bavlna GIZA 86 (4,73 MI) a naopak nejhrubší je bavlna GIZA 87 (3,21 MI).

Výsledky všech měření jemnosti na přístroji Micronaire jsou uvedeny v příloze č. 1.

## 5.3 Měření zralosti bavlny metodou Causticaire

Pro měření zralosti byly použity tři vzorky. Hmotnost jednoho vzorku byla 5 g. Vzorky byly proměřeny třikrát.

Vzorky bavlny byly propláchnuty destilovanou vodou a následně louhovány v 19 % hydroxidu sodném. Do louhovací lázně bylo přidáno smáčedlo Texamerc (6g/l), aby došlo k lepšímu smočení vláken. Vláknina byla louhována po dobu cca 50 sekund, aby nebyla příliš poškozena působením NaOH. Následovalo praní v 60 °C teplé vodě a neutralizace v 3 % kyselině chlorovodíkové (HCl). Nakonec byly vzorky vyprány ve studené, teplé a nakonec ještě jednou ve studené vodě a usušeny.

Jemnost louhované bavlny byla změřena na přístroji Micronaire, postup zkoušky je stejný jako v případě bavlny nelouhované. Používaný přístroj Micronaire není vybaven stupnicí Causticaire, proto bylo nutné použít následující přepočítávací vztah [28]:

$$C_A = -114,924 + (104,423 * MI) - (24,379 * MI^2) + (2,745 * MI^3) - (0,114 * MI^4) \quad (22)$$

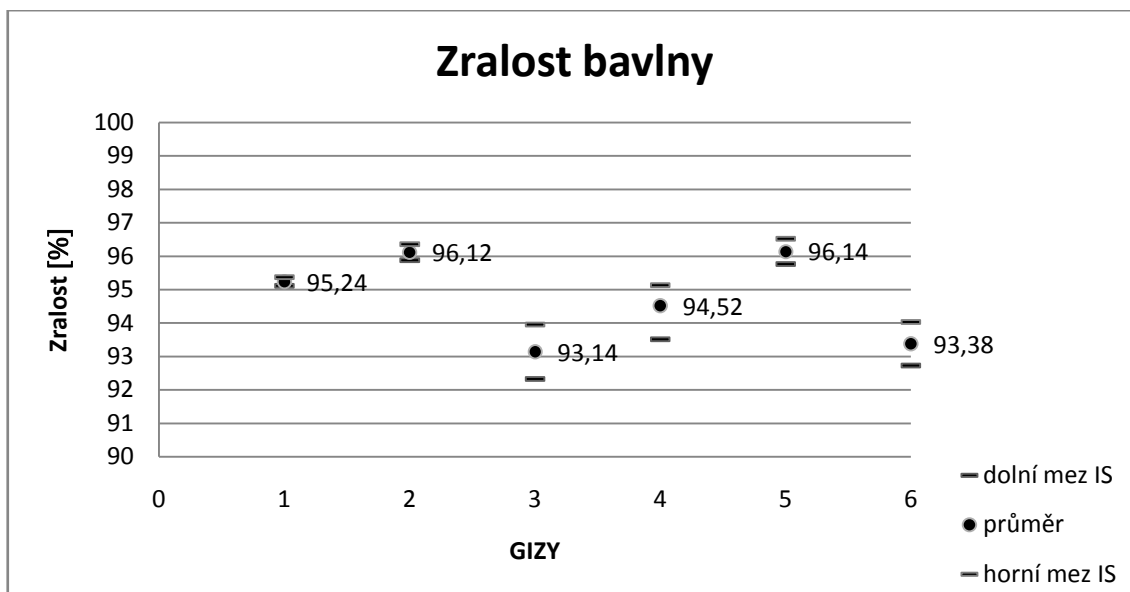
Index zralosti se vypočítá podle vzorce:

$$I = \frac{C_{A0}}{C_{A1}} * 100 \quad (23)$$

kde  $C_{A0}$  je průměrná hodnota v jednotkách Causticaire před louhováním a  $C_{A1}$  je průměrná hodnota v jednotkách Causticaire po louhování.

### Výsledky měření zralosti

V grafu jsou zobrazeny průměrné zralosti a 95 % IS jednotlivých druhů bavln.



Obr. 5.2: Grafické znázornění výsledků měření zralosti bavlny

Tab. 5.2: Výsledky měření zralosti bavlny

Typ bavlny	Průměrná hodnota [%]	Stupeň kvality
<b>GIZA 70</b>	95,24	Zralá bavlna
<b>GIZA 86</b>	96,12	Zralá bavlna
<b>GIZA 87</b>	93,14	Zralá bavlna
<b>GIZA 88</b>	94,52	Zralá bavlna
<b>GIZA 89</b>	96,14	Zralá bavlna
<b>GIZA 92</b>	93,38	Zralá bavlna

Bavlna je označována jako zralá, pokud je index zralosti vyšší než 82 %. Na základě výsledků měření zralosti bylo zjištěno, že všechny bavlny jsou zralé. [28]

Z měření vyplynulo, že největší procento zralých vláken je v bavlně GIZA 89 (96,14 %). Nejmenší procento zralosti ze všech zkoumaných vzorků má bavlna GIZA 87 (93,14 %).

Výsledky všech měření zralosti na přístroji Micronaire jsou uvedeny v příloze č. 2.

## 5.4 Měření svazkové pevnosti na přístroji Pressley Tester

Z jednotlivých bavln byly odebrány svazky vláken o šířce cca 5 mm. Svazky vláken byly pročešány, aby se jednotlivá vlákna ve svazku urovnala a ojednotila. Svazková pevnost byla měřena vždy na šesti vzorcích jednotlivých GIZ.

Svazek vláken byl upnut do čelistí Pressley testeru. Konce vláken, která vyčnívala za čelisti, byly odříznuty. Čelisti se vsunuly do přístroje. Přístroj se uvedl do rovnovážného stavu pomocí rovnováhy umístěné na páce přístroje. Následně se odjistila páka a došlo k jejímu naklonění směrem dolů. Po páce začalo sjíždět závaží, které se v místě přetrhu vláken zastavilo. Na páce se v úrovni dráhy závaží odečetla hodnota pevnosti v librách. Čelisti se otevřely a vlákna se zvažila na přesných vahách v miligramech. Podrobnější popis měření na Pressley Testeru je popsán v kap. 1.4.1.

Svazková pevnost se vypočítá podle tzv. Pressleyho indexu

$$PI = \frac{\textit{síla [lb]}}{\textit{hmotnost svazku [mg]}} \quad (24)$$

Pressleyho index se dále přepočítává na poměrnou pevnost  $f$  [cN/tex<sup>-1</sup>] podle vzorce:

$$f = PI * 5,36 \quad (25)$$

kde  $PI$  je Pressleyho index a 5,36 je konstanta.

### Výsledky měření svazkové pevnosti

Pro graf na obr. 5.3 byly použity průměrné hodnoty a 95 % IS získané z měření. Kvalita bavlny byla určena podle tabulky 2.2.



Obr. 5.3: Grafické znázornění výsledků měření svazkové pevnosti bavlny

Tab. 5.3: Výsledky měření svazkové pevnosti bavlny

Typ bavlny	Průměrná hodnota [cN/tex <sup>-1</sup> ]	Stupeň kvality
<b>GIZA 70</b>	27,7	Průměrně pevná bavlna
<b>GIZA 86</b>	28,6	Průměrně pevná bavlna
<b>GIZA 87</b>	30,2	Pevná bavlna
<b>GIZA 88</b>	32,8	Velmi pevná bavlna
<b>GIZA 89</b>	27,2	Průměrně pevná bavlna
<b>GIZA 92</b>	31,1	Velmi pevná bavlna

Na základě naměřených hodnot bylo zjištěno, že bavlny GIZA 88 a GIZA 92 jsou bavlny velmi pevné. GIZA 87 je bavlna označovaná jako pevná. Zbývající tři bavlny (GIZA 70, 86 a 89) mají průměrnou pevnost.

Nejvyšší pevnost má bavlna GIZA 88 (32,8 cN/tex<sup>-1</sup>), naopak nejméně pevná je bavlna GIZA 89 (27,2 cN/tex<sup>-1</sup>).

Výsledky všech měření na přístroji Pressley tester jsou uvedeny v příloze č. 3.



## 5.5 Měření obsahu nečistot v bavlně pomocí přístroje Labormixer

Ze třech různých míst zkoumané bavlny byly odebrány vzorky - každý o hmotnosti 10 g.

Vzorek bavlny včetně nečistot byl zvážen, aby měl předepsanou hmotnost deseti gramů. Následovalo odstranění nečistot. Nečistoty byly odstraněny pomocí přístroje Labormixer, který z chomáče vláken vytvořil rouno. Během tvorby rouna zároveň došlo k odstranění většiny nečistot. Zbytek nečistot byl odstraněn pinzetou. Vzorek bez nečistot byl znovu zvážen. Na základě rozdílných hodnot před a po odstranění nečistot bylo stanoveno procento nečistot v bavlně.

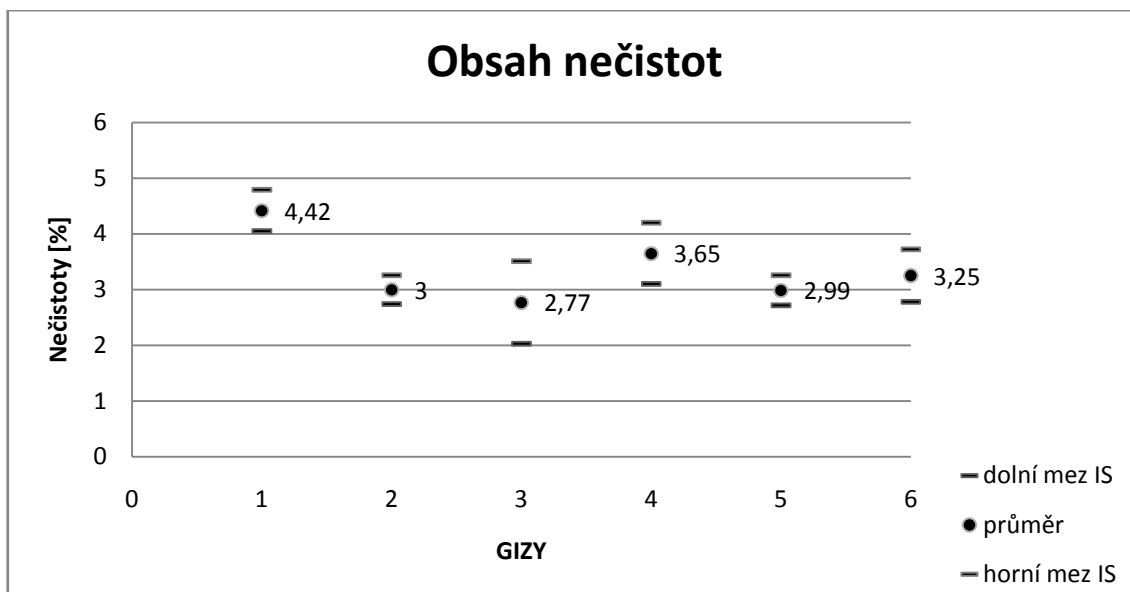
Pro výpočet procenta nečistot byl použit následující vzorec:

$$SZ = \frac{m_o}{m_a} * 100 \quad (26)$$

Kde  $m_o$  [g] jsou nečistoty ve vzorku a  $m_a$  [g] je vzorek včetně nečistot.

### Výsledky měření

Průměrné hodnoty nečistot v každém druhu bavlny spolu s 95 % IS jsou znázorněny v následujícím grafu.



Obr. 5.4: Grafické znázornění výsledků měření obsahu nečistot v bavlně

Procento nečistot v bavlněné surovině není příliš vysoké. Nejvíce nečistot se nacházelo v první měřené bavlně, GIZE 70 (4,42 %). Nejčistší bavlnou je podle výsledků měření GIZA 87 (2,77 %).

Výsledky všech měření obsahu nečistot v bavlně jsou uvedeny v příloze č. 4.

## 5.6 Měření délky bavlněných vláken pomocí měřiče délky staplu a obrazové analýzy Lucia G

Pro každou bavlnu byl vytvořen jeden staplový diagram, ze kterého byla následně zjištěna délka vláken.

Měřič délky staplu se skládá ze dvou naproti sobě ležících soustav ojhlených polí. Ojhlené pole se skládá ze 12 rámců s naletovanými jehličkami, které se dají jednotlivě odklápět.

Urovnaný pramének se položil na spodní ojhlené pole přístroje a přiklopil se horním ojhleným polem. Konec praménku se nechal vyčnívat za přední hřeben. Postupně se odklápěly jednotlivé rámy a přečnívající konce vláken se vytahovaly

pomocí skřípce. Vytažená vlákna byla shazována pomocí malého hřebene umístěného pod dráhou skřípce. Postupně se vytahala všechna, i ta nejkratší, vlákna. Všechna vlákna zůstala uložena na malém hřebenu, přičemž levý konec všech vláken končil na stejném místě. Pramének se znovu uložil mezi obě ojhlená pole. Konce nejdelších vláken se nechaly opět přečnivat za přední hřeben. Celý postup vytahování vláken se ještě jednou opakoval, s tím rozdílem, že nyní se už vytahovala vlákna podle jejich celkové délky – od nejdelších vláken k nejkratším.

Postupně byly vytahovány malé svazky stále kratších vláken, které se kladly vedle sebe na černou sametovou podložku, až vznikl kladený stapl. Kladené staply pro všech šest druhů bavlny byly okopírovány a naskenovány. Naskenované obrázky byly nahrány do obrazové analýzy Lucia G.

Naskenované staply jsou přiloženy v příloze č. 5.

Prahováním a vyčištěním naskenovaných staplů (pravý obrázek) byl vytvořen binární obraz (prostřední obrázek) plochy kladeného staplu. Do binárního obrazu byly v minimální vzdálenosti (2 pixely) od sebe vloženy vertikální přímky (levý obrázek), znázorňující jednotlivá vlákna ve staplu.



Obr. 5.5: Upravování kladeného staplu v obrazové analýze Lucia G

Sečtením délky všech vertikálních přímek a následným vydělením jejich počtem byla získána průměrná délka vláken ve staplu (Mean Length - ML). Poté se binární obraz staplu rozdělil na dvě stejné poloviny a z levé poloviny (polovina s delšími vlákny) se stejným způsobem spočítala průměrná hodnota délky vláken – tzv. průměrná délka horní půle staplu (Upper Half Mean – UHM).

Ze dvou výše zmíněných hodnot byl pro každou bavlnu vypočítán index stejnoměrnosti staplu. Index se vypočítal ze vztahu:

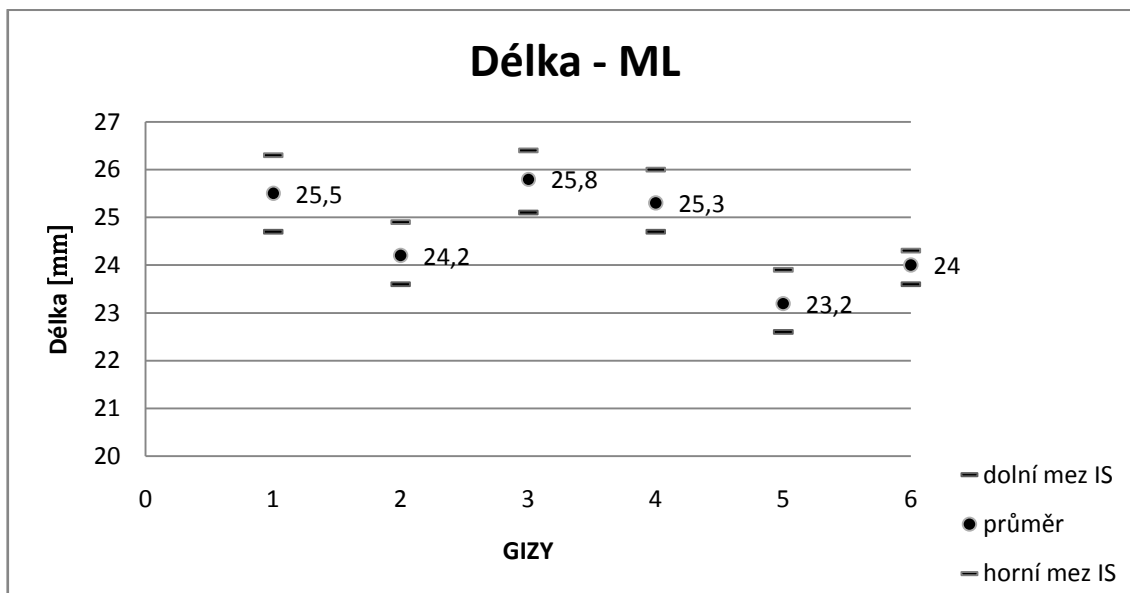
$$UI = \frac{ML}{UHM} \quad (27)$$

kde  $ML$  je průměrná délka vláken ve staplu a  $UHM$  je průměrná délka vláken v horní polovině staplu.

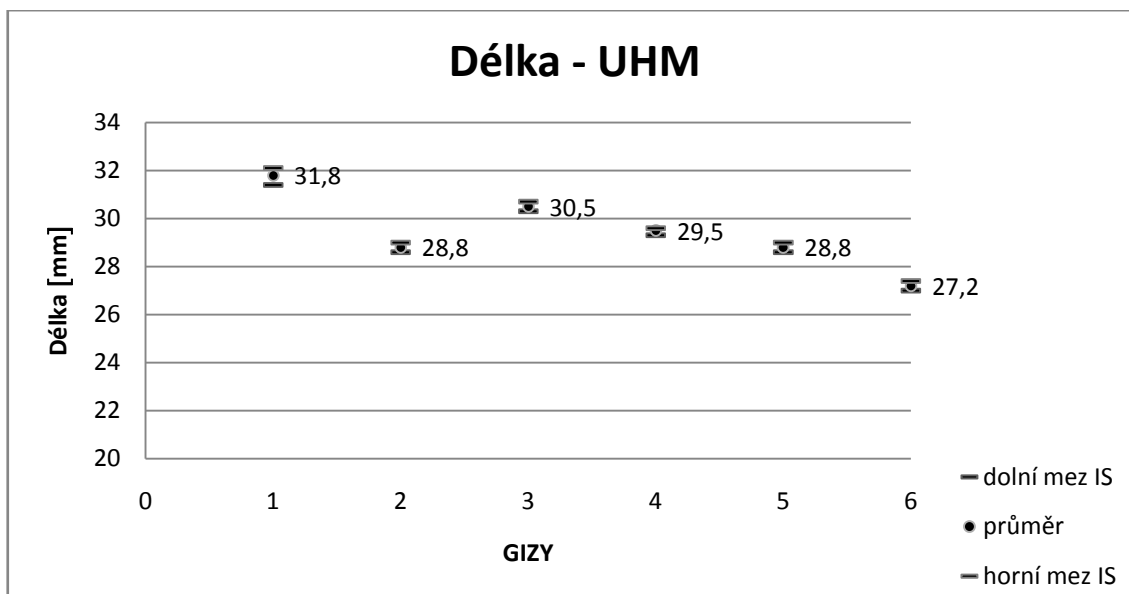
## Výsledky měření

Průměrná délka vláken ve staplu ukazuje hodnotu, zjištěnou vypočítáním průměru ze všech vláken nacházejících se v měřeném staplu. Průměrná délka staplu ukazuje průměrnou délku vláken nacházejících se v levé polovině staplu (polovina s delšími vlákny). Naměřené hodnoty jsou zobrazeny na obr. 5.6 a 5.7.

Na obr. 5.8 jsou znázorněny indexy stejnoměrnosti staplu.



Obr. 5.6: Grafické znázornění výsledků měření délky - ML bavlny



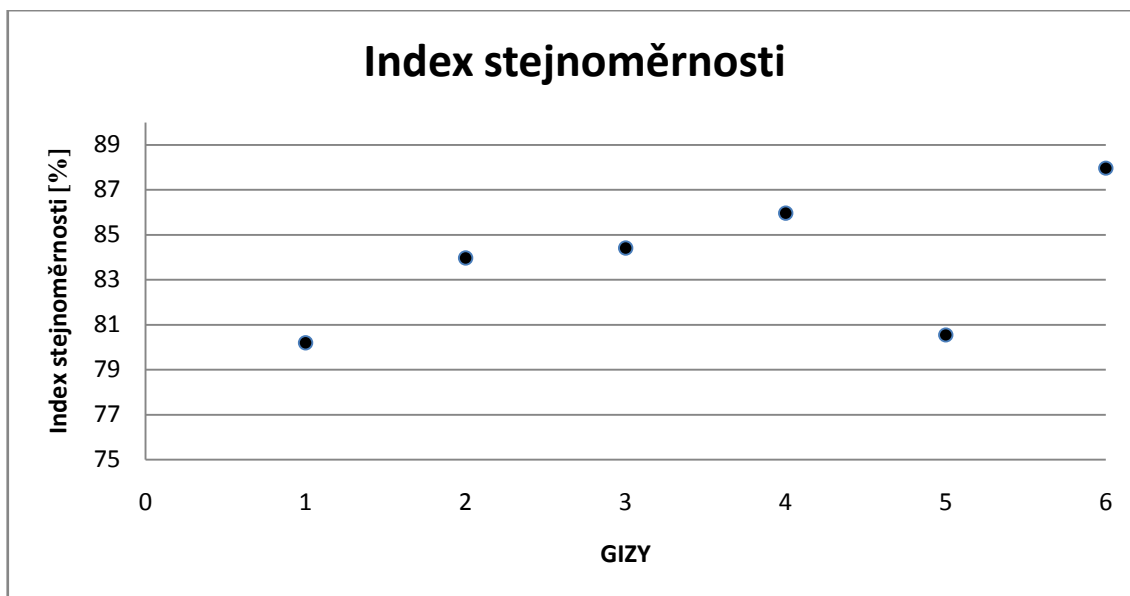
Obr. 5.7: Grafické znázornění výsledků měření délky - UHM bavlny

Tab. 5.4: Výsledky měření UHM bavlny

Typ bavlny	Průměrná hodnota ML [mm]	Průměrná hodnota UHM [mm]	Stupeň kvality
<b>GIZA 70</b>	25,5	31,8	Dlouhá bavlna
<b>GIZA 86</b>	24,2	28,8	Průměrně dlouhá bavlna
<b>GIZA 87</b>	25,8	30,5	Průměrně dlouhá bavlna
<b>GIZA 88</b>	25,3	29,5	Průměrně dlouhá bavlna
<b>GIZA 89</b>	23,2	28,8	Průměrně dlouhá bavlna
<b>GIZA 92</b>	24	27,2	Krátká bavlna

Na základě vyhodnocení naměřených dat bylo zjištěno, že nejdelší vlákna v horní polovině staplu má bavlna GIZA 70 (31,8 mm). Naopak nejkratší vlákna má bavlna GIZA 92 (27,2 mm).

Průměrná délka všech vláken ve staplu má nejvyšší hodnotu u GIZY 87 (25,8 mm), nejnižší je u GIZY 89 (23,2 mm).



Obr. 5.8: Grafické znázornění výsledků měření indexu stejnoměrnosti bavlny

Tab. 5.5: Výsledky měření indexu stejnoměrnosti bavlny

Typ bavlny	Průměrná hodnota [%]	Stupeň indexu stejnoměrnosti
<b>GIZA 70</b>	80,2	Průměrný index stejnoměrnosti
<b>GIZA 86</b>	83,97	Vysoký index stejnoměrnosti
<b>GIZA 87</b>	84,41	Vysoký index stejnoměrnosti
<b>GIZA 88</b>	85,96	Vysoký index stejnoměrnosti
<b>GIZA 89</b>	80,56	Průměrný index stejnoměrnosti
<b>GIZA 92</b>	87,98	Velmi vysoký index stejnoměrnosti

Nejnižší index stejnoměrnosti byl naměřen u bavln GIZA 70 (80,2 %) a GIZA 89 (80,56 %) – podle tabulky v kapitole 3.3.6 se jedná o průměrný index stejnoměrnosti. Vysoký index stejnoměrnosti mají GIZY 86 a 87. Bavlna GIZA 88 má velmi vysoký index stejnoměrnosti. Nejvyšší index stejnoměrnosti je téměř 88%, přesněji 87,98 % a byl naměřen u bavlny GIZA 92.

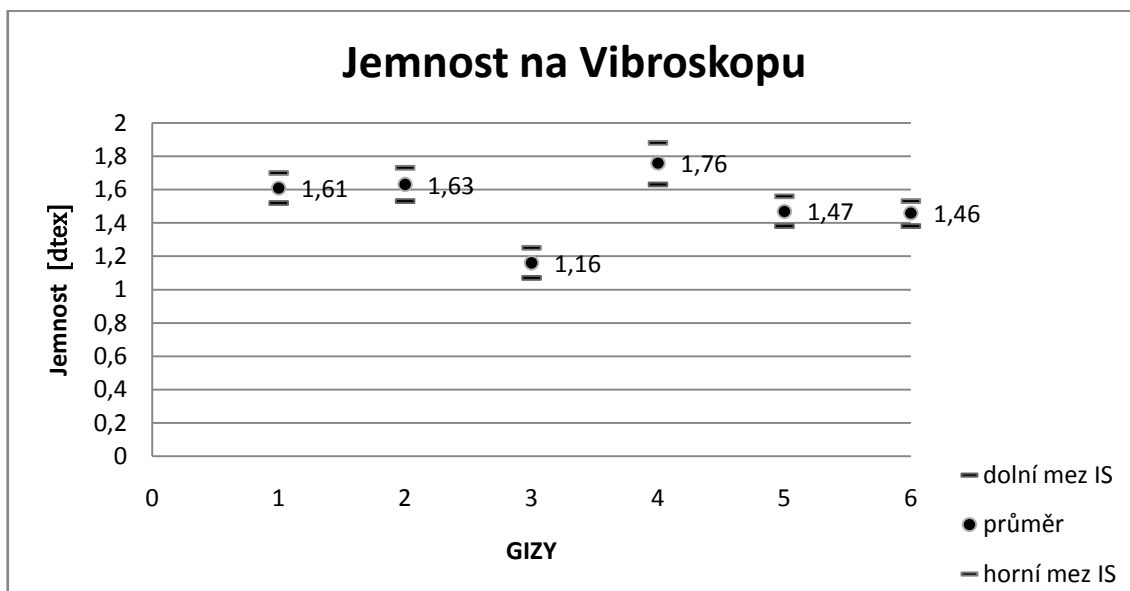
## 5.7 Měření jemnosti, tažnosti a pevnosti jednotlivých bavlněných vláken na Vibroskopu a Vibrodynu

Ze zkoumaného vzorku bavlny byl odebrán malý chomáček vláken. Z něj byla na černé sametové podložce vytahována jednotlivá vlákna, která byla jedno za druhým proměřena. Pro statistické zpracování bylo potřeba proměřit 50 vláken.

Na vlákno se zavěsilo předpětí o hmotnosti 100 mg a vlákno se, spolu s předpětím, vložilo do čelistí Vibroskopu, kde byla změřena jemnost v decitexech. Poté se vlákno vyjmulo a vložilo se do čelistí Vibrodynu, kde došlo k přetrhu vlákna a zjištění tažnosti a pevnosti.

### Výsledky měření

Obr. 5.8, 5.10, 5.11 zobrazují průměrné hodnoty jemnosti, tažnosti a pevnosti, získané vždy zprůměrováním padesáti naměřených hodnot.



Obr. 5.9: Grafické znázornění výsledků měření jemnosti jednoho bavlněného vlákna

Tab. 5.6: Výsledky měření jemnosti na Vibroskopu

Typ bavlny	Průměrná hodnota [dtex]	Stupeň kvality
<b>GIZA 70</b>	1,61	Průměrně jemná bavlna
<b>GIZA 86</b>	1,63	Průměrně jemná bavlna
<b>GIZA 87</b>	1,16	Jemná bavlna
<b>GIZA 88</b>	1,76	Průměrně jemná bavlna
<b>GIZA 89</b>	1,47	Jemná bavlna
<b>GIZA 92</b>	1,46	Jemná bavlna

Nejjemnější bavlnou je podle měření GIZA 87 (1,16 dtex), která je výrazně jemnější než zbývajících pět bavln. Nejhrubší bavlna je GIZA 88, u které byla zjištěna průměrná jemnost 1,76 dtex.

Výsledky všech měření jemnosti na Vibroskopu jsou uvedeny v příloze č. 6.

### Srovnání naměřených hodnot na Vibroskopu a Micronairu

Bavlna GIZA 87 je nejjemnější bavlnou podle měření na Micronairu i na Vibroskopu. Nejhrubší bavlnou je podle měření na Micronairu GIZA 86, která při měření na Vibroskopu byla vyhodnocena jako druhá nejhrubší.

Porovnání jemností naměřených na Micronairu a Vibroskopu je vidět na obr. 5.10. Pro přímé srovnání byly hodnoty naměřené v jednotkách micronaire na přístroji Micronaire převedeny na decitexy. Jemnost v decitexech byla přepočítána podle vzorce:

$$T = MI * 0,3937 \quad (28)$$

kde MI je naměřená hodnota v micronairech a číslo 0,3937 je konstanta.

V tabulce 5.7 jsou zobrazeny hodnoty naměřené na Micronairu a Vibroskopu. Závislost jedné hodnoty na druhé byla zjištěna korelačním koeficientem, který je  $r = 0,7312$

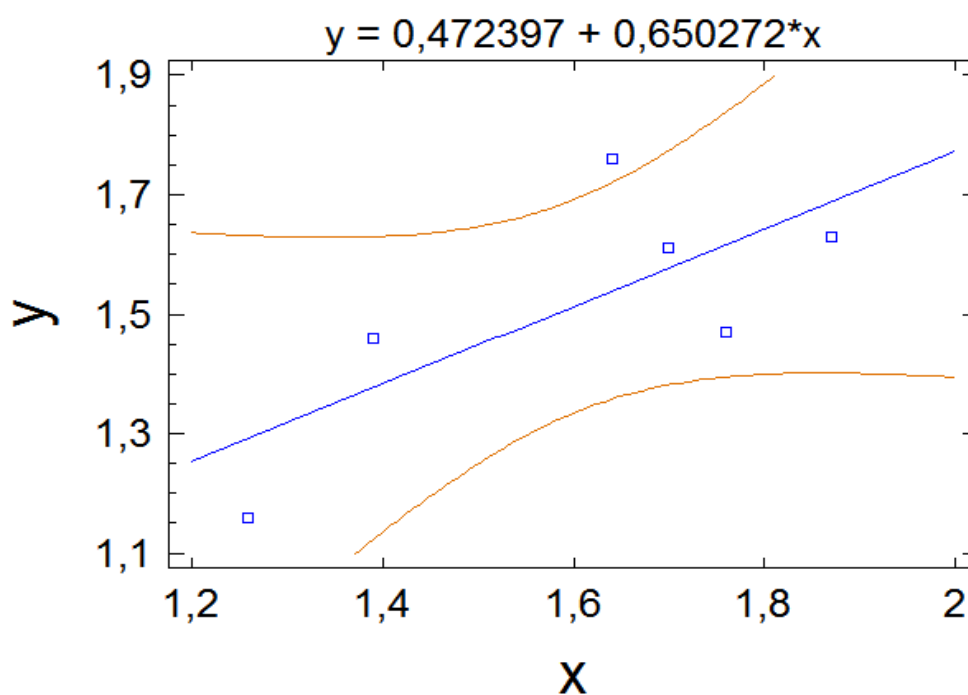
Tato hodnota vypovídá, že se jedná o silnou přímou závislost.



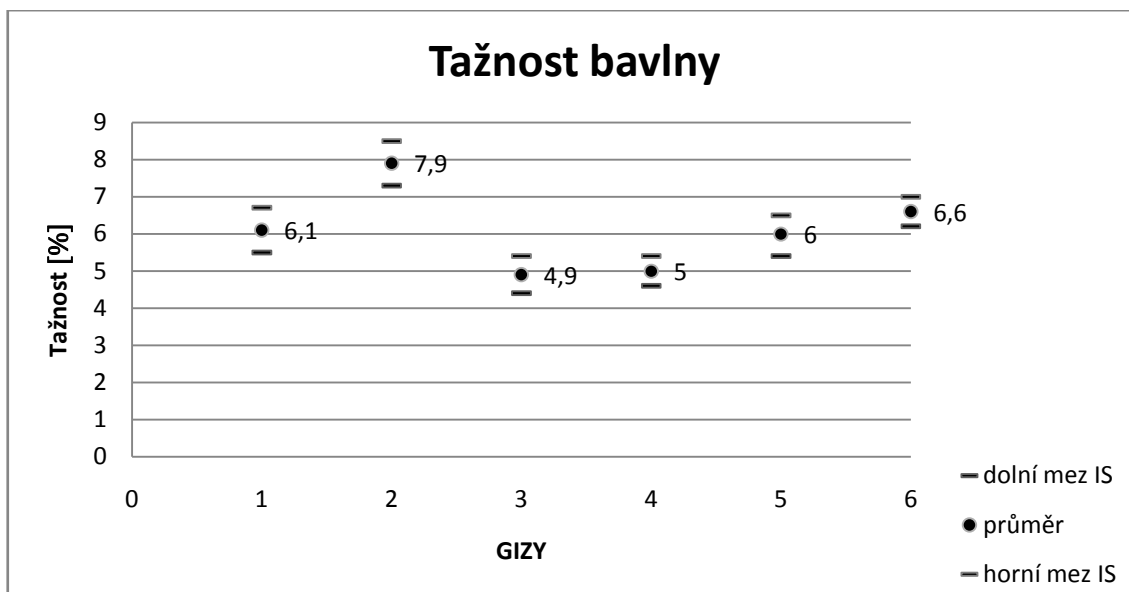
Tab. 5.7: Porovnání jemností naměřených na Micronairu a Vibroskopu

	<b>Pevnost na Micronairu [dtex]</b> (osa y)	<b>Pevnost na Vibroskopu [dtex]</b> (osa x)
<b>GIZA 70</b>	1,61	1,7
<b>GIZA 86</b>	1,63	1,87
<b>GIZA 87</b>	1,16	1,26
<b>GIZA 88</b>	1,76	1,64
<b>GIZA 89</b>	1,47	1,76
<b>GIZA 92</b>	1,46	1,36

Data korelace, včetně křivky lineární regrese a 95 % intervalu spolehlivosti, jsou vyobrazena na obr. 5.12.



Obr. 5.10: Porovnání jemností naměřených na přístrojích Micronaire a Vibroskop



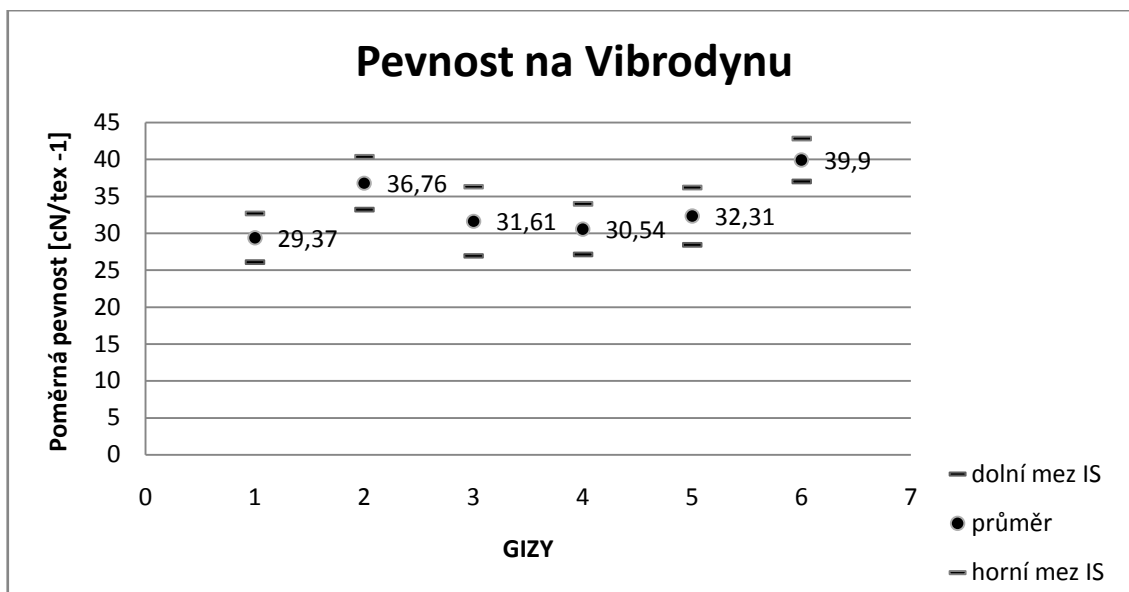
Obr. 5.11: Grafické znázornění výsledků měření tažnosti bavlny

Tab. 5.8: Výsledky měření tažnosti bavlny

Typ bavlny	Průměrná hodnota [%]	Stupeň kvality
<b>GIZA 70</b>	6,1	Průměrná tažnost
<b>GIZA 86</b>	7,9	Velmi vysoká tažnost
<b>GIZA 87</b>	4,9	Velmi nízká tažnost
<b>GIZA 88</b>	5	Nízká tažnost
<b>GIZA 89</b>	6	Průměrná tažnost
<b>GIZA 92</b>	6,6	Průměrná tažnost

Nejvyšší tažnost má bavlna GIZA 86, průměrná tažnost této bavlny je 7,9 %. Podle tabulky v kapitole 3.3.4 je GIZA 86 hodnocena jako bavlna s velmi vysokou tažností. Nejmenší procento tažnosti bylo zjištěno u GIZY 89, její tažnost je pouhých 4,86 %, jedná se o bavlnu s velmi nízkou tažností.

Výsledky všech měření tažnosti na Vibrodynu jsou uvedeny v příloze č. 6.



Obr. 5.12: Grafické znázornění výsledků měření pevnosti na Vibrodynu

Tab. 5.9: Výsledky měření pevnosti na Vibrodynu

Typ bavlny	Průměrná hodnota [cN/tex <sup>-1</sup> ]	Stupeň kvality
<b>GIZA 70</b>	29,37	Pevná bavlna
<b>GIZA 86</b>	36,76	Velmi pevná bavlna
<b>GIZA 87</b>	31,61	Velmi pevná bavlna
<b>GIZA 88</b>	30,54	Pevná bavlna
<b>GIZA 89</b>	32,31	Velmi pevná bavlna
<b>GIZA 92</b>	39,9	Velmi pevná bavlna

Porovnáním naměřených hodnot s tabulkou určující pevnost bavlny (kap. 3.3.3), bylo zjištěno, že bavlny GIZA 86, 87, 89 a 92 jsou bavlny velmi pevné. Zbývající dvě bavlny (GIZA 70, 88) jsou označovány jako pevné.

Výsledky všech měření pevnosti na Vibrodynu jsou uvedeny v příloze č. 6.

### Srovnání naměřených hodnot na Vibrodynu a Pressley Testeru

Při měření na Pressley Testeru byla nejhrušší bavlnou GIZA 88, která je podle měření na Vibrodynu až na pátém místě. Nejjemnější bavlna je podle měření na Pressley Testeru GIZA 89. Podle měření na Vibrodynu je GIZA 89 až na třetím místě.

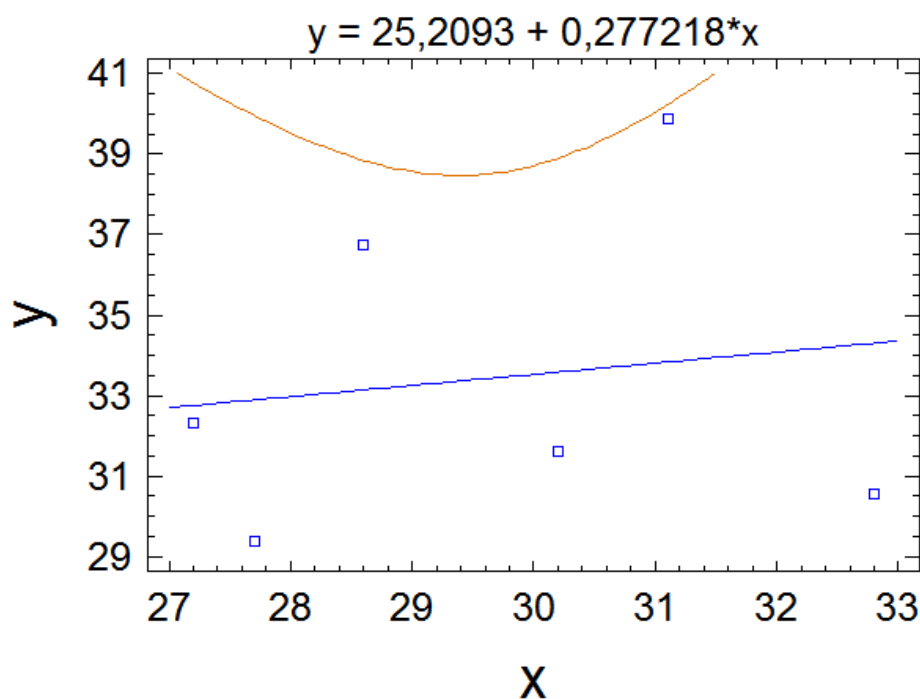
V tabulce 5.10 jsou zobrazeny hodnoty naměřené na Pressley Testeru a Vibrodynu. Závislost jedné hodnoty na druhé byla zjištěna korelačním koeficientem, který má hodnotu  $r = 0,1472$ .

Tato hodnota vypovídá, že se jedná o velmi slabou přímou závislost.

Tab. 5.10: Porovnání pevností naměřených na Pressley testeru a Vibrodynu

	<b>Pevnost na Pressley testeru (osa y)</b>	<b>Pevnost na Vibrodynu (osa x)</b>
<b>GIZA 70</b>	29,4	27,7
<b>GIZA 86</b>	36,8	28,6
<b>GIZA 87</b>	31,6	30,2
<b>GIZA 88</b>	30,5	32,8
<b>GIZA 89</b>	32,3	37,2
<b>GIZA 92</b>	39,9	31,1

Data korelace, včetně křivky lineární regrese a 95 % intervalu spolehlivosti, jsou vyobrazena na obr. 5.12.



Obr. 5.13: Porovnání pevností naměřených na přístrojích Pressley tester a Vibrodyn

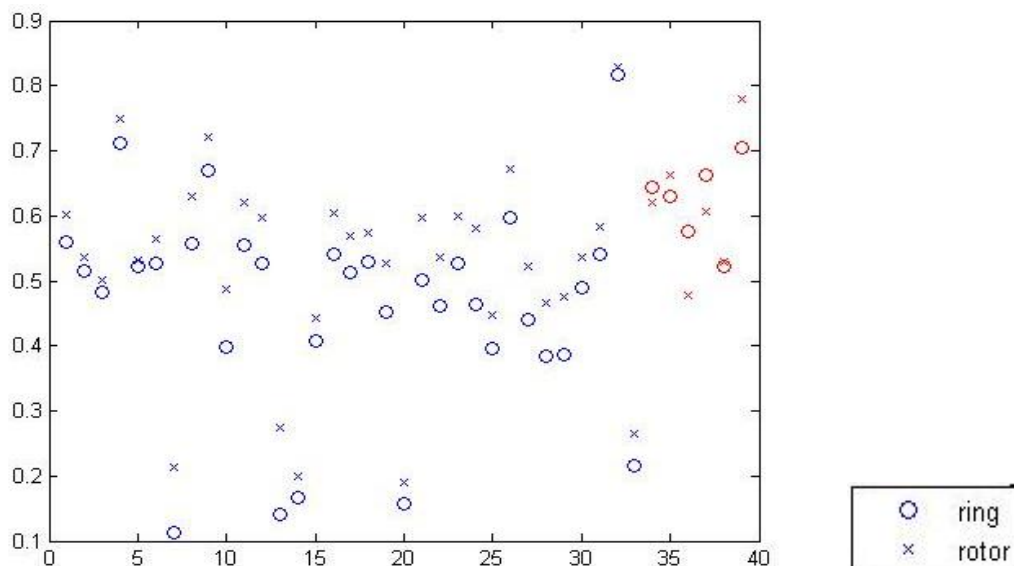
## 6 Kvalita egyptské bavlny

Na základě naměřených vlastností egyptské bavlny (kap. 5) byly pro jednotlivé bavlny stanoveny indexy kvality vláken pro prstencové a rotorové spřádání, které ukazují vhodnost bavlny pro daný způsob spřádání. Indexy kvality byly porovnány s výsledky studie z let 1997 a 1998, kterou vypracovalo Mezinárodní textilní centrum (International Textile Centre) v USA. Ve studii byla hodnocena kvalita 33 druhů amerických vláken. [27]

Pro ověření kvality egyptské bavlny byl v diplomové práci použit regulační diagram, jehož meze byly vypočítány z indexů kvality amerických bavln.

### 6.1 Indexy kvality bavlny

Do programu Matlab byla nahrána data, znázorňující indexy kvality pro prstencové a rotorové spřádání amerických a egyptských bavln.



Obr. 6.1: Indexy jakosti pro prstencové a rotorové spřádání

Na ose x jsou vyneseny jednotlivé hodnoty, osa y ukazuje velikost indexů kvality.

Modrá data zobrazují indexy kvality amerických bavln, červená data jsou indexy egyptských bavln. Čím vyšší je index kvality, tím vyšší je vhodnost bavlny pro daný způsob spřádání.

Indexy kvality amerických bavln jsou přiloženy v příloze č. 8.

Indexy kvality egyptské bavlny byly vypočítány z naměřených vlastností. Jejich hodnoty jsou v tab. 6.1.

Tab. 6.1: Indexy kvality egyptských bavln

	<b>Index kvality (prstencové spřádání)</b>	<b>Index kvality (rotorové spřádání)</b>
<b>GIZA 70</b>	0,643	0,621
<b>GIZA 86</b>	0,623	0,663
<b>GIZA 87</b>	0,575	0,477
<b>GIZA 88</b>	0,662	0,606
<b>GIZA 89</b>	0,523	0,529
<b>GIZA 92</b>	0,705	0,779

Pro výpočet indexů kvality byly pro jednotlivé vlastnosti v Matlabu stanoveny meze, ve kterých se vlastnosti bavlny musí pohybovat, aby byla bavlna označena jako kvalitní.

Pro kvalitní bavlnu jsou stanovena následující kritéria:

- obsah nečistot v rozmezí 2 - 6 % (čím menší obsah, tím lépe)
- obsah krátkých vláken v rozmezí 6 - 18% (čím menší obsah, tím lépe)
- pevnost v rozmezí 23 - 31 g/tex (čím pevnější, tím lépe)
- délka v rozmezí 25 - 32 mm (čím větší délka, tím lépe)
- stejnoměrnost délky v rozmezí 77 - 85 % (čím větší stejnoměrnost, tím lépe)
- tažnost v rozmezí 5 - 7,7 % (čím větší tažnost, tím lépe)
- jemnost v rozmezí 3,4 – 5 (menší nebo větší naměřená hodnota je nežádoucí) [13]

Vzhledem k velké jemnosti bavlny GIZA 87 (3,2 MI) byla spodní hranice pro jemnost posunuta, aby se do rozmezí vešla i tato bavlna.

## 6.2 Regulační diagram z indexů kvality vláken

Indexy kvality americké bavlny byly použity k sestrojení regulačního diagramu Shewhartova typu. Indexy kvality, jejichž hodnota je nižší než 0,3, nebyly pro výpočet regulačních mezí použity, aby nedošlo ke zkreslení výsledků výpočtů. Bavlny s indexy nižšími než 0,3 mají příliš krátká vlákna nebo jsou velmi jemná.

Z indexů kvality amerických bavln byly vypočítány průměrné hodnoty a směrodatné odchylky, které byly použity pro stanovení regulačních mezí diagramu.

Průměrná hodnota byla vypočítána podle vzorce č. 20.

Průměrná hodnota indexu kvality pro prstencové spřádání  $\bar{x} = 0,575$  a pro rotorové spřádání  $\bar{x} = 0,517$ .

Pro výpočet směrodatné odchylky byl použit vzorec č. 21.

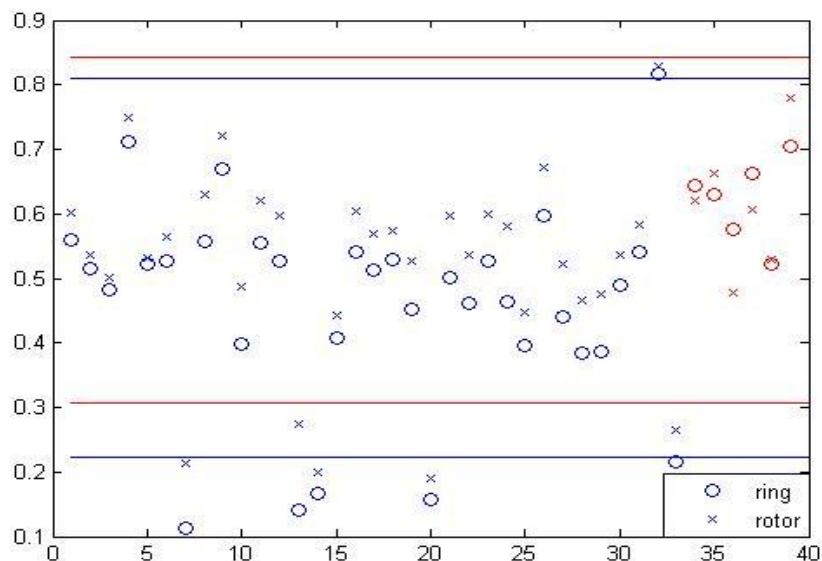
Směrodatná odchylka indexu kvality pro prstencové spřádání má hodnotu  $s = 0,089$  a pro rotorové spřádání je její hodnota  $s = 0,098$ .

Regulační meze byly vypočítány podle vzorce:

$$LCL, UCL = \bar{x} \mp 3s \quad (31)$$

Regulační meze pro indexy kvality prstencového spřádání jsou 0,842 (horní mez) a 0,308 (dolní mez). Regulační meze indexů kvality pro rotorové spřádání mají hodnotu 0,81 (horní mez) a 0,334 (dolní mez).

Regulační meze byly zakresleny do diagramu



Obr. 6.2: Regulační diagram z indexů kvality vláken

Nejvyšší index kvality má poslední měřená bavlna GIZA 92 a je tedy nejvhodnější pro prstencové i rotorové spřádání.

Pro prstencové spřádání je nejméně vhodná bavlna GIZA 89, jejíž index jakosti pro prstencové spřádání je nejnižší. Pro rotorové spřádání má nejnižší kvalitu bavlna GIZA 87.

Indexy kvality všech egyptských bavln se nacházejí uvnitř regulačních mezí diagramu a z toho vyplývá, že se jedná o bavlny kvalitní. Jsou vhodné (některé více, některé méně) pro prstencové i pro rotorové spřádání.

Zároveň bylo ověřeno, že regulační diagram je vhodným nástrojem pro určování kvality bavlny.



## 7. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo sestavit regulační diagram z indexů kvality vláken amerických bavln a ověřit jeho použitelnost, při zjišťování kvality egyptských bavln.

Pro stanovení indexů kvality egyptských bavln bylo nejdříve nutné změřit jejich vlastnosti. Na základě naměřených vlastností byly následně vypočteny indexy kvality vláken pro prstencovou a rotorovou přízi.

Naměřené vlastnosti byly porovnávány s tabulkami určujícími kvalitu bavlny podle měřených vlastností, které se používají při klasifikaci bavlny na linkách High Volume Instruments. Na základě porovnání byly určeny stupně kvality pro jednotlivé vlastnosti.

Pro výpočet indexů kvality byla měřena jemnost, zralost, pevnost, délka, tažnost a obsah nečistot v šesti egyptských bavlnách.

Jemnost byla měřena na přístrojích Micronaire a Vibroskop. Výsledky měření na přístroji Micronaire vyšly jako reprezentativnější a proto byly použity pro výpočet indexů kvality. Pevnost byla měřena na přístrojích Pressley tester a Vibrodyn. Pro výpočet indexů kvality byly použity hodnoty naměřené na Pressley testeru, protože hodnoty naměřené na Vibrodynu byly příliš vysoké.

Při měření jemnosti a pevnosti bylo zjištěno, že reprezentativnější výsledky jsou získány z měření, kde se daná vlastnost měří ve velkém souboru vláken. V případě měření jednotlivých vláken byla vysoká variabilita naměřených hodnot. Vysoká variabilita může být přisouzena především skutečnosti, že je bavlna vláknem přírodním a každé přírodní vlákno má odlišné vlastnosti.

Tažnost bavln byla měřena současně s pevností na přístroji Vibrodyn a naměřené hodnoty jsou v normě.

Zralost bavlny byla testována metodou Causticaire, která stanovila procento zralých vláken na základě měření jemnosti bavlny před a po louhování v hydroxidů sodném. Metoda Causticaire potvrdila zralost všech bavln.

Procento nečistot v bavlně nepřekročilo hranici 4,5 %, dá se tedy konstatovat, že měřené egyptské bavlny neobsahují mnoho nečistot.

Délka vláken byla měřena netradiční metodou, z oskenovaného kladeného staplu dále zpracovaného v obrazové analýze Lucia G. Délka všech měřených bavln byla v normě.

Téměř všechny vlastnosti zkoumaných bavln se pohybovaly v rozmezích, do kterých spadají vlastnosti kvalitních bavln. Jedinou výjimkou byla třetí měřená bavlna, GIZA 87, u které byla zjištěna výrazně větší jemnost než u ostatních bavln. S větší jemností souvisela i menší tažnost a větší obsah nezralých vláken, i když rozdíl těchto naměřených hodnot oproti hodnotám naměřeným u ostatních bavln nebyl tolik markantní. Výrazně vyšší jemnost může být způsobena mnoha faktory např. oblastí pěstování, podnebím nebo druhem bavlníku, ale z měření nelze určit, který z těchto faktorů jemnost ovlivnil.

Pro výpočet indexů kvality byly naměřené hodnoty vyhovující, i když by některé výsledky mohly být přesnější, kdyby byla použita odlišná měřicí zařízení. Například měření délky vláken na Fibrograpu by bylo mnohem přesnější než určení délky z oskenovaného staplu.

Pro sestavení regulačního digramu Shewhartova typu byly použity indexy kvality amerických bavln, pocházející ze studie z let 1997 a 1998. Z indexů kvality amerických bavln byly vypočítány průměrné hodnoty a směrodatné odchylky, na jejichž základě byly stanoveny regulační meze digramu. Byly stanoveny dvojce regulační meze -pro prstencové a rotorové příze, protože důležitost jemnosti, pevnosti a délky je pro prstencové a rotorové spřádání odlišná.

Do regulačního digramu byly zaneseny indexy kvality egyptských bavln. Bylo zjištěno, že indexy kvality všech egyptských bavln se nachází uvnitř regulačních mezí digramu a z toho vyplývá, že egyptské bavlny jsou kvalitní a jsou vhodné pro prstencové i rotorové spřádání. Zároveň byla ověřena použitelnost regulačního digramu, který se ukázal jako vhodný nástroj při určování kvality bavlny.

## 8 Literatura

- [1] Textilní zkušebnictví I [online] [cit. 7. 2. 2010]. Dostupné na internetu:  
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/ZKT1dil.pdf>
- [2] Rostlinná vlákna [online] [cit. 7. 2. 2010]. Dostupné na internetu:  
[http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20061005/6-rostlinna\\_vlakna.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20061005/6-rostlinna_vlakna.pdf)
- [3] Kymf, F., Pirkl, A., Vacátko, J.: Klasifikace bavlny podle zralosti a délky vlákna. 1. vyd. Praha: SNTL, 1954.
- [4] Pecháček, F., Jankovský, J.: Zkoušení textilií pro 4. Ročník SPŠ textilních. 3. vyd. Praha:STNL, 1980
- [5] Konopková, K.: Využití obrazové analýzy pro hodnocení zralosti bavlny. Diplomová práce, Technická univerzita v Liberci, 2007
- [6] Vlastnosti vláken [online] [cit. 12. 2. 2010]. Dostupné na internetu:  
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/VlastnostiVlaken-prednaska9.pdf>
- [7] Michalíková, A.: Komplexní kritérium bavlněné suroviny. Diplomová práce, Technická univerzita v Liberci, 2008
- [8] Zpracovatelské vlastnosti textilních vláken 1. [online] [cit. 12. 2. 2010]. Dostupné na internetu:  
[http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/zvt\\_p\\_1.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/zvt_p_1.pdf)
- [9] Zpracovatelské vlastnosti textilních vláken 5. [online] [cit. 15. 2. 2010]. Dostupné na internetu:  
[http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/zvt\\_p\\_5.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/zvt_p_5.pdf)
- [10] Quality. [online] [cit. 16. 2. 2010]. Dostupné na internetu:  
<http://r0.unctad.org/infocomm/anglais/COTTON/quality.htm>
- [11] Staněk, J.: Textilní zbožíznalství:Vláknenné suroviny, nitě a příže. 1.vyd. Liberec, Technická univerzita v Liberci, 2001
- [12] Hladík, V., Kozel, T., Miklas, Z.: Textilní materiály, 1. Vyd, Praha:STNL, 1977

- [13] Complex Characterization of Cotton Fiber Quality. [online] [cit. 28. 2. 2010].  
Dostupné na internetu:  
<http://www.statspol.cz/request/request2006/sbornik/militky.pdf>
- [14] USDA Cotton Classing and the Need for a Universal Cotton Quality Evaluation System. [online] [cit. 16. 3. 2010]. Dostupné na internetu:  
<http://www.cottoninc.com/2005EFSCConferencePresentationsSingapore/USDACottonClassingpaper/USDACottonClassingpaper.pdf?CFID=169974&CFTOKEN=76703179>
- [15] Innovations : High Volume Instruments Testing. . [online] [cit. 16. 2. 2010].  
Dostupné na internetu:  
<http://www.pcca.com/Corporate/History/hvi.asp>
- [16] Guidelines for HVI Testing, 2001
- [17] Understanding Standardization Cotton [online] [cit. 16. 2. 2010]. Dostupné na internetu:  
<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELDEV3099536>
- [18] Cotton Fibers Quality Parameters
- [19] Metrologická terminologie. [online] [cit. 17. 3. 2010]. Dostupné na internetu:  
<http://www.eqa.cz/terminologie/Text/Terminologie.htm>
- [20] Jakost textilních materiálů. [online] [cit. 18. 4. 2010]. Dostupné na internetu:  
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20080417/jakost%203.pdf>
- [21] Cotton Fiber Quality Characterization by Complex Indices. [online] [cit. 18. 4. 2010]. Dostupné na internetu:  
[http://www.icac.org/meetings/med\\_me\\_region/meeting\\_10/documents/militky1.pdf](http://www.icac.org/meetings/med_me_region/meeting_10/documents/militky1.pdf)
- [22] Regulační diagramy. [online] [cit. 18. 4. 2010]. Dostupné na internetu:  
<http://aix-lin.upol.cz/~milde/RD.pdf>
- [23] Statistické regulační diagramy. [online] [cit. 18. 4. 2010]. Dostupné na internetu:  
[www.vscht.cz/ufmt/cs/pomucky/machacj/docs/MET-P7.ppt](http://www.vscht.cz/ufmt/cs/pomucky/machacj/docs/MET-P7.ppt)
- [24] Řízení jakosti 1. [online] [cit. 20. 4. 2010]. Dostupné na internetu:  
[http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060425/jakost\\_1.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060425/jakost_1.pdf)

- [25] Wakelyn, P. J.: Cotton Fiber Chemistry and Technology. Boca Raton : Taylor and Francis Group and CRC Press, 2007
- [26] Gordon, S., Hsieh, Y. L.: Cotton : Science and Technology. Cambridge : Woodhead Publishing and CRC Press, 2007
- [27] Majumdar, A., Sarkar, B., Majumdar, P. K.: Determination of Quality Value of Cotton Fibre Using Hybrid AHP – TOPSIS Method of Munti-criteria Decision-making.
- [28] Heršálková, J.: Jemnost, pevnost a zralost bavlněných vláken. Diplomová práce, Technická univerzita v Liberci, 1998

## 9 Seznam tabulek

Tab. 2.1	Vlastnosti testované na linkách HVI
Tab. 2.2	Vlastnosti související s barevným odstínem bavlny
Tab. 2.3	Klasifikace pevnosti podle stupně jakosti
Tab. 2.4	Klasifikace tažnosti podle stupně jakosti
Tab. 2.5	Klasifikace délky podle stupně jakosti
Tab. 2.6	Klasifikace indexu stejnoměrnosti podle stupně jakosti
Tab. 2.7	Klasifikace obsahu nečistot v bavlně podle stupně jakosti
Tab. 2.8	Klasifikace jemnosti podle stupně jakosti
Tab. 3.1	Vliv vlastností bavlny na pevnost příze
Tab. 5.1	Výsledky měření jemnosti bavlny
Tab. 5.2	Výsledky měření zralosti bavlny
Tab. 5.3	Výsledky měření svazkové pevnosti bavlny
Tab. 5.4	Výsledky měření UHM a ML bavlny
Tab. 5.5	Výsledky měření indexu stejnoměrnosti bavlny
Tab. 5.6	Výsledky měření jemnosti na Vibroskopu
Tab. 5.7	Porovnání jemností naměřených na Micronairu a Vibroskopu
Tab. 5.8	Výsledky měření tažnosti bavlny
Tab. 5.9	Výsledky měření pevnosti na Vibrodynu
Tab. 5.10	Porovnání pevností naměřených na Pressley testeru a Vibrodynu
Tab. 6.1	Indexy kvality egyptských bavln

## 10 Seznam obrázků

- Obr. 1.1 Plocha průřezu vláken v pixelech
- Obr. 1.2 Prostup vzduchu vlákennou ucpávkou
- Obr. 1.3 Zralost bavlněného vlákna
- Obr. 1.4 Vlákno upnuté v rámečku
- Obr. 1.5 Schéma přístroje Pressley tester
- Obr. 1.6 Kladený stapl
- Obr. 1.7 Kuličkový třídící stroj
- Obr. 1.8 Uspořádání hřebenových polí při měření délky hmotnostním způsobem
- Obr. 1.9 Fibrograph
- Obr. 1.10 Fibrogram
- Obr. 2.1 Linka HVI
- Obr. 3.1 Graf důležitosti vlastností pro prstencové předené
- Obr. 3.2 Graf důležitosti vlastností pro rotorové předené
- Obr. 3.3 Jednostranně a oboustranně ohraničené vlastnosti
- Obr. 3.4 Indexy kvality bavlny pro prstencovou a rotorovou přízi
- Obr. 3.5 Závislost mezi indexy kvality U a SCI
- Obr. 3.6 Závislost mezi indexy kvality U a FQI
- Obr. 3.7 Závislost mezi indexy U a PDI
- Obr. 3.8 Závislost mezi indexy U a MIA
- Obr. 4.1 Shewartův regulační diagram pro aritmetický průměr
- Obr. 5.1 Grafické znázornění výsledků měření jemnosti bavlny

- Obr. 5.2 Grafické znázornění výsledků měření zralosti bavlny
- Obr. 5.3 Grafické znázornění výsledků měření svazkové pevnosti bavlny
- Obr. 5.4 Grafické znázornění výsledků měření obsahu nečistot v bavlně
- Obr. 5.5 Upravování kladeného staplu v obrazové analýze Lucia G
- Obr. 5.6 Grafické znázornění výsledků měření délky - ML bavlny
- Obr. 5.7 Grafické znázornění výsledků měření délky - UHM bavlny
- Obr. 5.8 Grafické znázornění výsledků měření indexu stejnoměrnosti bavlny
- Obr. 5.9 Grafické znázornění výsledků měření jemnosti jednoho bavlněného vlákna
- Obr. 5.10 Porovnání jemností naměřených na přístrojích Micronaire a Vibroskop
- Obr. 5.11 Grafické znázornění výsledků měření tažnosti bavlny
- Obr. 5.12 Grafické znázornění výsledků měření pevnosti na Vibrodynu
- Obr. 5.13 Porovnání pevností naměřených na přístrojích Pressley tester a Vibrodyn
- Obr. 6.1 Indexy kvality vláken pro prstencové a rotorové spřádání
- Obr. 6.2 Regulační diagram z indexů kvality vláken



## 11 Seznam příloh

- Příloha 1 Měření jemnosti na přístroji Micronaire – naměřené hodnoty
- Příloha 2 Měření zralosti na přístroji Micronaire – naměřené hodnoty
- Příloha 3 Měření pevnosti na přístroji Pressley tester – naměřené hodnoty
- Příloha 4 Měření obsahu nečistot – naměřené hodnoty
- Příloha 5 Kladené staply
- Příloha 6 Měření délky bavlněných vláken – naměřené hodnoty
- Příloha 7 Měření jemnosti, pevnosti a tažnosti na Vibroskopu a Vibrodynu -  
naměřené hodnoty
- Příloha 8 Souhrn naměřených vlastností – data do Matlabu
- Příloha 9 Indexy kvality vláken amerických bavln

## Příloha 1 : Měření jemnosti na přístroji Micronaire – naměřené hodnoty

	<b>GIZA 70</b>	<b>GIZA 86</b>	<b>GIZA 87</b>	<b>GIZA 88</b>	<b>GIZA 89</b>	<b>GIZA 92</b>
1. vzorek	4,2	4,9	3,2	4,25	4,65	3,5
	4,35	4,6	3,15	4,3	4,35	3,5
	4,2	4,7	3,2	4,1	4,5	3,45
2. vzorek	4,3	4,7	3,2	4	4,55	3,45
	4,25	4,9	3,1	3,95	4,4	3,4
	4,4	4,7	3,1	4,1	4,4	3,4
3. vzorek	4,4	4,6	3,3	4,3	4,45	3,5
	4,2	4,65	3,3	4,1	4,4	3,6
	4,4	4,7	3,25	4,3	4,6	3,55
4. vzorek	4,3	4,7	3,3	4,3	4,6	3,6
	4,4	4,8	3,25	4,2	4,4	3,55
	4,35	4,7	3,3	4,25	4,5	3,55
5. vzorek	4,4	4,7	3,3	4,1	4,4	3,6
	4,2	4,9	3,1	4,2	4,45	3,5
	4,35	4,75	3,15	4,15	4,5	3,6
<b>Průměr v MI</b>	<b>4,31 MI</b>	<b>4,73 MI</b>	<b>3,21 MI</b>	<b>4,17 MI</b>	<b>4,48 MI</b>	<b>3,52 MI</b>
<b>Průměr v dtex</b>	<b>1,7 dtex</b>	<b>1,86 dtex</b>	<b>1,26 dtex</b>	<b>1,64 dtex</b>	<b>1,76 dtex</b>	<b>1,38 dtex</b>
<b>Směrodat. odch.</b>	<b>0,0834</b>	<b>0,099403</b>	<b>0,0789816</b>	<b>0,1132</b>	<b>0,0903</b>	<b>0,0699</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>0,007</b>	<b>0,099</b>	<b>0,0062</b>	<b>0,0128</b>	<b>0,0082</b>	<b>0,0049</b>
<b>95 % IS</b>	<b>4,27</b>	<b>4,68</b>	<b>3,17</b>	<b>4,11</b>	<b>4,43</b>	<b>3,48</b>
	<b>4,35</b>	<b>4,78</b>	<b>3,25</b>	<b>4,23</b>	<b>4,53</b>	<b>3,56</b>

## Příloha 2 : Měření zralosti na přístroji Micronaire – naměřené hodnoty

<b>GIZA 70</b>	
1. vzorek	5,75 5,7 5,7
2. vzorek	5,7 5,8 5,9
3. vzorek	5,9 5,9 5,85
<b>Průměr po NaOH</b>	<b>5,8 MI (307,07 CA)</b>
<b>Průměr před NaOH</b>	<b>4,31 MI (292,45 CA)</b>
<b>Index zralosti</b>	<b>95,24%</b>
<b>Směrodat. odch.</b>	<b>0,1136</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>0,0129</b>
<b>95 % IS</b>	<b>95,11%</b>
	<b>95,37%</b>

<b>GIZA 86</b>	
1. vzorek	5,95 6 5,9
2. vzorek	5,95 5,9 6,1
3. vzorek	5,9 6,05 6
<b>Průměr po NaOH</b>	<b>5,97 MI (308,7 CA)</b>
<b>Průměr před NaOH</b>	<b>4,72 MI (296,71 CA)</b>
<b>Index zralosti</b>	<b>96,12%</b>
<b>Směrodat. odch.</b>	<b>0,2113</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>0,0446</b>
<b>95 % IS</b>	<b>95,88%</b>
	<b>96,36%</b>

<b>GIZA 87</b>	
1. vzorek	4,9 4,65 4,8
2. vzorek	4,85 4,9 4,8
3. vzorek	4,6 4,8 4,7
<b>Průměr po NaOH</b>	<b>4,78 MI (297,78 CA)</b>
<b>Průměr před NaOH</b>	<b>3,2 MI (277,35 CA)</b>
<b>Index zralosti</b>	<b>93,14%</b>
<b>Směrodat. odch.</b>	<b>0,7163</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>0,5131</b>
<b>95 % IS</b>	<b>92,33%</b>
	<b>93,95%</b>

<b>GIZA 88</b>	
1. vzorek	5,95 5,9 6
2. vzorek	5,85 5,8 6
3. vzorek	5,8 5,8 5,75
<b>Průměr po NaOH</b>	<b>5,87 MI (307,72 CA)</b>
<b>Průměr před NaOH</b>	<b>4,16 MI (290,85 CA)</b>
<b>Index zralosti</b>	<b>94,52%</b>
<b>Směrodat. odch.</b>	<b>0,54</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>0,2916</b>
<b>95 % IS</b>	<b>93,51%</b>
	<b>95,13%</b>

<b>GIZA 89</b>	
1. vzorek	5,55 5,65 5,6
2. vzorek	5,7 5,8 5,7
3. vzorek	5,8 5,7 5,85
<b>Průměr po NaOH</b>	<b>5,7 MI (306,12 CA)</b>
<b>Průměr před NaOH</b>	<b>4,48 MI (294,31 CA)</b>
<b>Index zralosti</b>	<b>96,14%</b>
<b>Směrodat. odch.</b>	<b>0,3387</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>0,1147</b>
<b>95 % IS</b>	<b>95,76%</b>
	<b>96,52%</b>

<b>GIZA 92</b>	
1. vzorek	5,35 5,3 5,35
2. vzorek	5,2 5,35 5,45
3. vzorek	5,3 5,2 5,15
<b>Průměr po NaOH</b>	<b>5,29 MI (302,21 CA)</b>
<b>Průměr před NaOH</b>	<b>3,48 MI (282,19 CA)</b>
<b>Index zralosti</b>	<b>93,38%</b>
<b>Směrodat. odch.</b>	<b>0,5729</b>
<b>Rozptyl</b>	<b>0,3282</b>
<b>95 % IS</b>	<b>92,73%</b>
	<b>94,03</b>

### Příloha 3 : Měření pevnosti na přístroji Pressley tester – naměřené hodnoty

GIZA 70				
	lb	mg	PI	f
1. vzorek	12,1	2,68	4,515	24,2
2. vzorek	12,63	2,71	4,661	24,983
3. vzorek	16,13	2,85	5,66	30,338
4. vzorek	11,24	2,34	4,803	25,774
5. vzorek	14,1	2,42	5,826	31,227
6. vzorek	13,15	2,37	5,549	29,743
<b>Průměr</b>			<b>5,17</b>	<b>27,7</b>
<b>Sm. odch.</b>				<b>3,06312</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>9,3826</b>
<b>95 % IS</b>				<b>25,2</b>
				<b>30,2</b>

GIZA 86				
	lb	mg	PI	f
1. vzorek	11,55	2,21	5,226	28,011
2. vzorek	14,83	2,72	5,452	29,223
3. vzorek	10,82	1,95	5,549	29,743
4. vzorek	12,55	2,48	5,06	27,122
5. vzorek	10,95	2,05	5,341	28,628
6. vzorek	11,6	2,15	5,395	28,917
<b>Průměr</b>			<b>5,34</b>	<b>28,6</b>
<b>Sm. odch.</b>				<b>0,93026</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>0,8655</b>
<b>95 % IS</b>				<b>27,9</b>
				<b>29,3</b>

GIZA 87				
	lb	mg	PI	f
1. vzorek	14,6	2,55	5,725	30,686
2. vzorek	11,15	2,15	5,186	27,797
3. vzorek	15,18	2,52	6,024	32,289
4. vzorek	11,2	2,22	5,045	27,041
5. vzorek	12,7	2,18	5,826	31,227
6. vzorek	14,82	2,46	6,02	32,267
<b>Průměr</b>			<b>5,64</b>	<b>30,2</b>
<b>Sm. odch.</b>				<b>2,26624</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>5,1357</b>
<b>95 % IS</b>				<b>28,4</b>
				<b>32</b>

GIZA 88				
	lb	mg	PI	f
1. vzorek	13,92	2,19	6,356	34,068
2. vzorek	11,36	2,06	5,515	29,56
3. vzorek	16,82	2,45	6,865	36,796
4. vzorek	12,1	2,08	5,817	31,179
5. vzorek	18,55	2,87	6,463	34,642
6. vzorek	10,9	1,93	5,648	30,273
<b>Průměr</b>			<b>6,11</b>	<b>32,6</b>
<b>Sm. odch.</b>				<b>2,84487</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>8,0935</b>
<b>95 % IS</b>				<b>30,3</b>
				<b>34,9</b>

GIZA 89				
	lb	mg	PI	f
1. vzorek	12,16	2,63	4,624	24,785
2. vzorek	10,35	2,23	4,641	24,876
3. vzorek	15,8	2,95	5,356	28,708
4. vzorek	13,9	2,75	5,055	27,095
5. vzorek	14,15	2,83	5	26,8
6. vzorek	17,42	3,02	5,768	30,916
<b>Průměr</b>			<b>5,07</b>	<b>27,2</b>
<b>Sm. odch.</b>				<b>2,34465</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>5,4971</b>
<b>95 % IS</b>				<b>25,3</b>
				<b>29,1</b>

GIZA 92				
	lb	mg	PI	f
1. vzorek	14,62	24,6	5,943	31,854
2. vzorek	15,3	28,3	5,406	28,976
3. vzorek	13,78	22,9	6,017	32,251
4. vzorek	10,6	19,1	5,55	29,748
5. vzorek	17,55	28,1	6,246	33,479
6. vzorek	10,25	18,2	5,632	30,188
<b>Průměr</b>			<b>5,8</b>	<b>31,1</b>
<b>Sm. odch.</b>				<b>1,71594</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>2,9443</b>
<b>95 % IS</b>				<b>29,7</b>
				<b>32,5</b>

## Příloha 4 : Měření obsahu nečistot – naměřené hodnoty

<b>GIZA 70</b>				
	<b>ba s nečistotami</b>	<b>ba bez nečistot</b>	<b>hmotnost nečistot</b>	<b>% nečistot</b>
1. vzorek	9,9953	9,5214	0,4739	4,7614
2. vzorek	9,9972	9,7812	0,4116	4,1172
3. vzorek	9,9991	9,5616	0,4375	4,3754
<b>Průměr</b>				<b>4,42%</b>
<b>Směr. odch.</b>				<b>0,3242</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>0,1051</b>
<b>95 % IS</b>				<b>4,05%</b>
				<b>4,79%</b>

<b>GIZA 86</b>				
	<b>ba s nečistotami</b>	<b>ba bez nečistot</b>	<b>hmotnost nečistot</b>	<b>% nečistot</b>
1. vzorek	10,0082	9,7313	0,2769	2,7667
2. vzorek	10,0057	9,7067	0,299	2,9883
3. vzorek	9,9969	9,6739	0,323	3,231
<b>Průměr</b>				<b>3,00%</b>
<b>Směr. odch.</b>				<b>0,2322</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>0,0539</b>
<b>95 % IS</b>				<b>2,74%</b>
				<b>3,26%</b>

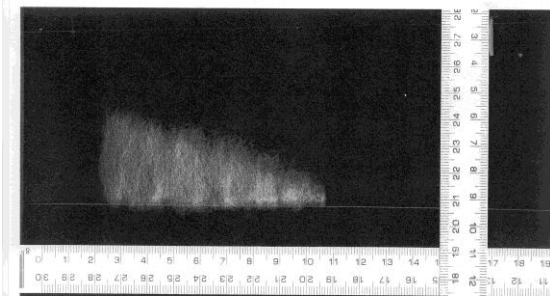
<b>GIZA 87</b>				
	<b>ba s nečistotami</b>	<b>ba bez nečistot</b>	<b>hmotnost nečistot</b>	<b>% nečistot</b>
1. vzorek	10,0106	9,6587	0,3519	3,5153
2. vzorek	10,0235	9,794	0,2295	2,2896
3. vzorek	9,9985	9,7476	0,2509	2,5094
<b>Průměr</b>				<b>2,77%</b>
<b>Směr. odch.</b>				<b>0,6535</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>0,4271</b>
<b>95 % IS</b>				<b>2,03%</b>
				<b>3,51%</b>

<b>GIZA 88</b>				
	<b>ba s nečistotami</b>	<b>ba bez nečistot</b>	<b>hmotnost nečistot</b>	<b>% nečistot</b>
1. vzorek	10,0023	9,6132	0,3891	3,8901
2. vzorek	10,0011	6,6911	0,31	3,0997
3. vzorek	9,9991	9,6009	0,3982	3,9824
<b>Průměr</b>				<b>3,65%</b>
<b>Směr. odch.</b>				<b>0,4852</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>0,2354</b>
<b>95 % IS</b>				<b>3,10%</b>
				<b>4,20%</b>

<b>GIZA 89</b>	<b>ba s nečistotami</b>	<b>ba bez nečistot</b>	<b>hmotnost nečistot</b>	<b>% nečistot</b>
1. vzorek	10,001	9,7007	0,3003	3,0027
2. vzorek	9,9983	9,7234	0,2749	2,7495
3. vzorek	9,9992	9,6768	0,3224	3,2243
<b>Průměr</b>				<b>2,99%</b>
<b>Směr. odch.</b>				<b>0,2376</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>0,0564</b>
<b>95 % IS</b>				<b>2,72%</b>
				<b>3,26%</b>

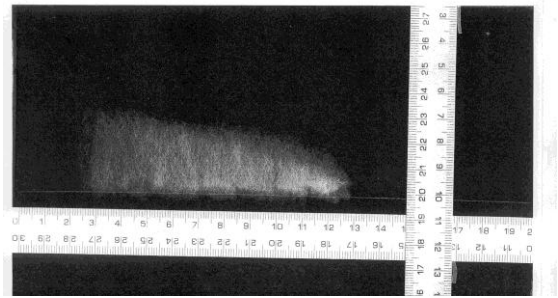
<b>GIZA 92</b>	<b>ba s nečistotami</b>	<b>ba bez nečistot</b>	<b>hmotnost nečistot</b>	<b>% nečistot</b>
1. vzorek	9,9997	9,6281	0,3716	3,7161
2. vzorek	10,0006	9,7092	0,2914	2,9138
3. vzorek	9,999	9,6878	0,3112	3,1123
<b>Průměr</b>				<b>3,25%</b>
<b>Směr. odch.</b>				<b>0,4179</b>
<b>Rozptyl</b>				<b>0,1746</b>
<b>95 % IS</b>				<b>2,78%</b>
				<b>3,72%</b>

## Příloha 5 : Kladené stapy



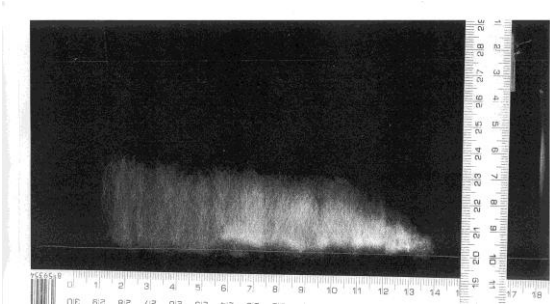
**GIZA 70**

**UHM** 31,8  
**ML** 25,5



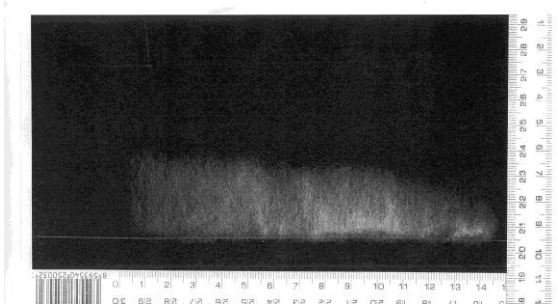
**GIZA 86**

**UHM** 28,8  
**ML** 24,2



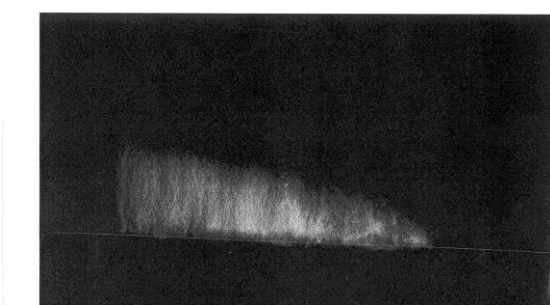
**GIZA 87**

**UHM** 30,5  
**ML** 25,8



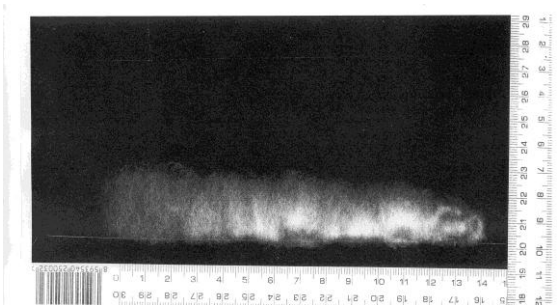
**GIZA 88**

**UHM** 29,5  
**ML** 25,3



**GIZA 89**

**UHM** 28,8  
**ML** 23,2



**GIZA 92**

**UHM** 27,2  
**ML** 24

## Příloha 6 : Měření délky bavlněných vláken – naměřené hodnoty

	GIZA 70		GIZA 86		GIZA 87	
	ML	UHM	ML	UHM	ML	UHM
Průměr	25,487	31,781	24,207	28,829	25,755	30,513
Směrodat. odch.	7,8663	2,2991	6,836	1,6113	7,1595	1,3767
Rozptyl	61,879	5,2858	46,731	2,5263	51,258	1,8953
95 % IS	24,65	31,44	23,56	28,61	25,14	30,35
	26,3	32,12	24,85	29,04	26,37	30,68

	GIZA 88		GIZA 89		GIZA 92	
	ML	UHM	ML	UHM	ML	UHM
Průměr	25,341	29,48	23,228	28,834	23,951	27,222
Směrodat. odch.	6,2256	1,3302	6,989	1,6837	4,4784	1,5762
Rozptyl	38,758	1,7694	48,846	2,8348	20,056	2,4844
95 % IS	24,68	29,33	22,61	28,62	23,59	27,04
	26	29,63	23,85	29,04	24,31	27,4



## Příloha 7 : Měření jemnosti, pevnosti a tažnosti na Vibroskopu a Vibrodynu – naměřené hodnoty

### Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

Measurenumber: :643



12.3.2010 15:06:49

Sample ID :	giza70	Operator :	horalkova
Ballen ID :		Nominal Titer :	2 dtex
Product :	Produkt2	Stapel length :	0 mm
Type :		Gauge length :	10 mm
Articel :		Test speed :	10 mm/min
Material :		Tension weight :	100 mg
Comment :			

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
1	1,29	2,18	5,10	16,90	0,00	298,45	29,84	33,80
2	1,39	4,18	5,40	30,07	0,00	555,40	55,54	62,91
3	1,74	2,41	2,10	13,85	0,00	622,13	62,21	70,46
4	1,99	4,01	6,20	20,15	0,00	261,31	26,13	29,60
5	1,78	2,24	4,90	12,58	0,00	258,43	25,84	29,27
6	1,30	6,19	9,10	47,62	0,00	427,69	42,77	48,44
7	1,34	2,91	3,80	21,72	0,00	697,01	69,70	78,95
8	1,06	4,30	4,90	40,57	0,00	901,89	90,19	102,15
9	1,22	3,47	3,30	28,44	0,00	732,79	73,28	83,00
10	1,85	7,33	9,60	39,62	0,00	156,76	15,68	17,75
11	1,94	3,40	5,20	17,53	0,00	458,76	45,88	51,96
12	1,27	2,90	7,40	22,83	0,00	333,07	33,31	37,72
13	1,27	1,47	4,60	11,57	0,00	253,54	25,35	28,72
14	2,08	6,67	6,40	32,07	0,00	454,88	45,49	51,52
15	1,74	1,45	3,10	8,33	0,00	225,29	22,53	25,52
16	1,87	3,45	3,80	18,45	0,00	479,14	47,91	54,27
17	1,42	7,09	8,20	49,93	0,00	207,04	20,70	23,45
18	2,20	1,33	2,30	6,05	0,00	290,00	29,00	32,85
19	1,67	1,13	2,80	6,77	0,00	154,49	15,45	17,50
20	1,18	2,98	9,10	25,25	0,00	438,26	43,83	49,64
21	1,54	2,56	5,10	16,62	0,00	251,95	25,19	28,54
22	1,32	3,68	5,70	27,88	0,00	310,61	31,06	35,18
23	1,83	5,69	9,70	31,09	0,00	151,91	15,19	17,21
24	1,52	2,71	4,60	17,83	0,00	306,58	30,66	34,72
25	1,19	5,15	7,10	43,28	0,00	445,38	44,54	50,44
26	1,71	3,60	5,60	21,05	0,00	221,05	22,11	25,04
27	1,58	4,22	4,90	26,71	0,00	656,96	65,70	74,41
28	1,76	6,01	6,60	34,15	0,00	481,06	48,11	54,49
29	1,74	5,34	7,10	30,69	0,00	320,69	32,07	36,32
30	1,85	6,68	8,40	36,11	0,00	265,95	26,59	30,12
31	1,17	2,23	2,80	19,06	0,00	393,16	39,32	44,53
32	1,28	5,05	7,10	39,45	0,00	662,50	66,25	75,04
33	1,60	5,55	10,70	34,69	31,81	202,50	20,25	22,94
34	1,73	5,25	7,10	30,35	0,00	247,11	24,71	27,99
35	2,27	6,25	5,10	27,53	0,00	339,21	33,92	38,42
36	1,46	4,87	4,30	33,36	0,00	464,38	46,44	52,60
37	1,58	7,19	10,90	45,51	39,84	113,92	11,39	12,90

# Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

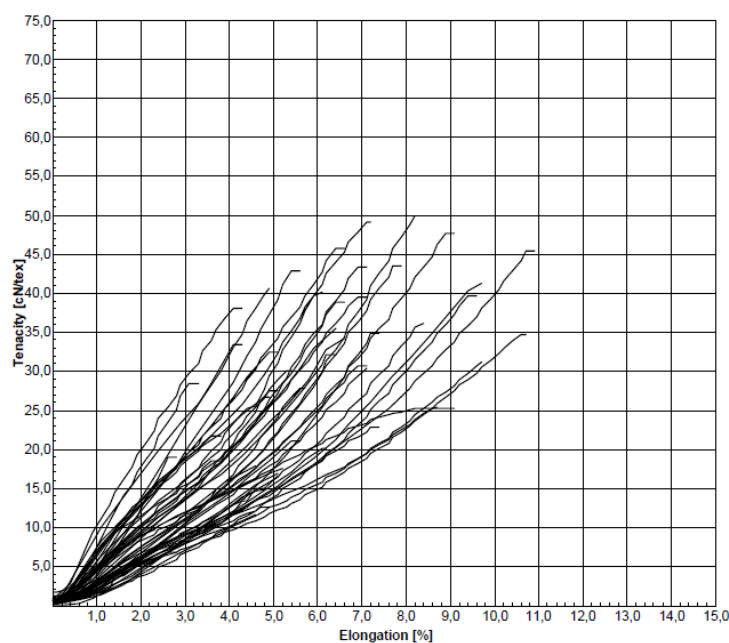
Measurenummer: :643



12.3.2010 15:06:45

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
38	1,94	4,94	8,70	25,46	0,00	289,40	28,94	32,78
39	1,57	5,98	4,30	38,09	0,00	1020,70	102,07	115,61
40	2,03	7,07	7,40	34,83	0,00	166,50	16,65	18,86
41	2,00	2,97	4,80	14,85	0,00	125,00	12,50	14,16
42	1,63	6,99	5,60	42,88	0,00	477,85	47,78	54,12
43	2,45	10,12	9,70	41,31	0,00	187,76	18,78	21,27
44	1,45	6,64	6,60	45,79	0,00	740,69	74,07	83,89
45	1,75	5,68	5,10	32,46	0,00	568,00	56,80	64,33
46	1,31	5,70	7,90	43,51	0,00	280,92	28,09	31,82
47	1,15	5,64	7,20	49,04	0,00	666,67	66,67	75,51
48	1,52	5,91	6,60	38,88	0,00	376,32	37,63	42,62
49	1,96	7,88	6,10	40,20	0,00	457,14	45,71	51,78
50	1,05	3,73	6,40	35,52	0,00	510,48	51,05	57,82
Average :	<b>1,61</b>	<b>4,65</b>	<b>6,13</b>	<b>29,37</b>	<b>1,43</b>	<b>398,17</b>	<b>39,82</b>	<b>45,10</b>
Std.dev. :	0,33	1,99	2,18	11,85	7,14	206,55	20,66	23,39
CV% :	20,57	42,88	35,51	40,33	498,10	51,87	51,88	51,87
Maximum :	2,45	10,12	10,90	49,93	39,84	1020,70	102,07	115,61
Minimum :	1,05	1,13	2,10	6,05	0,00	113,92	11,39	12,90
Span width :	1,40	8,99	8,80	43,88	39,84	906,78	90,68	102,71
Confid- :	1,52	4,07	5,50	25,95	-0,63	338,58	33,86	38,35
Intervall :	1,71	5,22	6,76	32,79	3,49	457,76	45,78	51,85

T / E Line



# Vibroskop / Vibrodyn

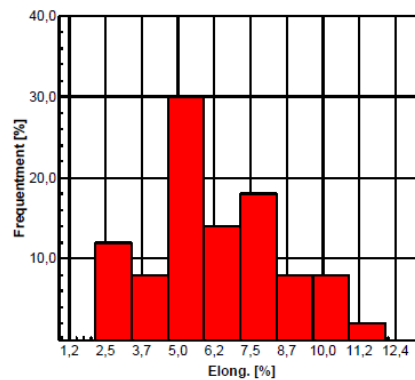
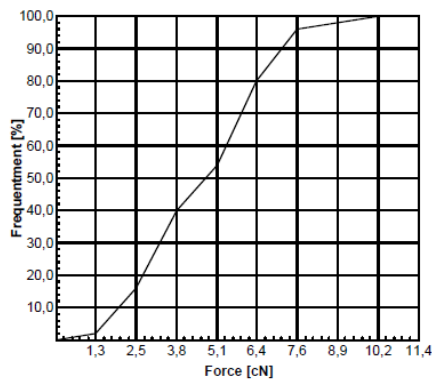
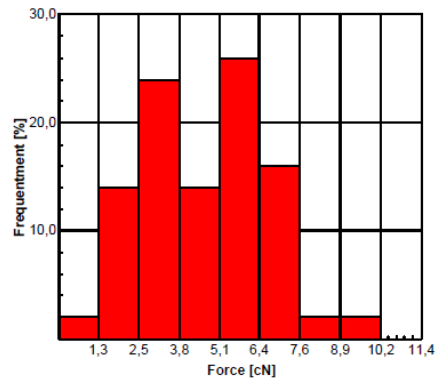
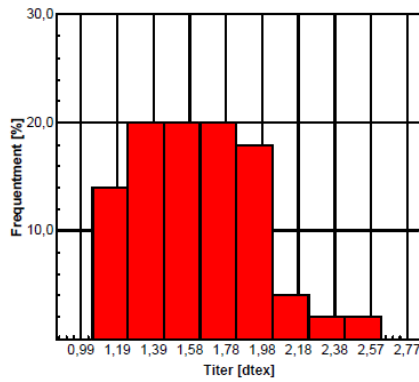
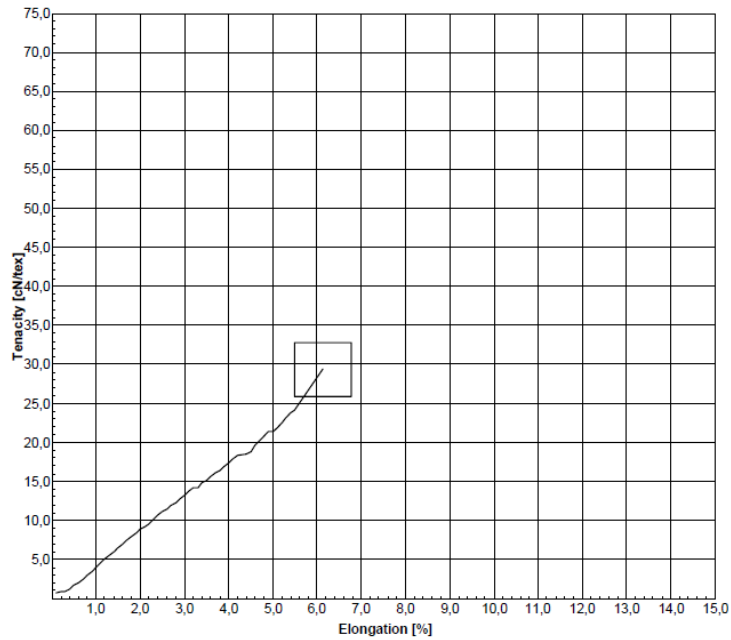
Serial number : 1460 / 1455

Measurenummer: :643



12.3.2010 15:06:41

Mean T / E Line



# Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

Measurment number: :647



16.3.2010 10:45:08

Sample ID : giza 86  
Ballen ID :  
Product : Produkt2  
Type :  
Articel :  
Material :  
Comment :  
Operator : horalkova  
Nominal Titer : 0 dtex  
Stapel length : 0 mm  
Gauge length : 10 mm  
Test speed : 10 mm/min  
Tension weight : 100 mg

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
1	2,18	6,94	10,10	31,83	31,51	203,67	20,37	23,07
2	1,64	2,23	5,40	13,60	0,00	221,54	22,15	25,09
3	1,53	7,14	7,40	46,67	0,00	243,14	24,31	27,54
4	1,08	1,43	3,10	13,24	0,00	446,30	44,63	50,55
5	2,26	1,94	2,90	8,58	0,00	214,16	21,42	24,26
6	1,42	7,14	11,20	50,28	43,94	277,46	27,75	31,43
7	2,24	9,28	10,10	41,43	41,43	191,96	19,20	21,74
8	1,95	7,71	5,90	39,54	0,00	514,10	51,41	58,23
9	1,37	6,99	9,40	51,02	0,00	376,64	37,66	42,66
10	1,33	7,01	9,40	52,71	0,00	261,65	26,17	29,64
11	1,29	6,95	8,40	53,88	0,00	427,91	42,79	48,47
12	2,19	5,43	7,90	24,79	0,00	173,52	17,35	19,65
13	1,38	2,23	4,10	16,16	0,00	263,77	26,38	29,88
14	1,49	5,00	5,60	33,56	0,00	342,28	34,23	38,77
15	1,81	3,74	8,40	20,66	0,00	236,19	23,62	26,75
16	1,49	2,89	4,10	19,40	0,00	624,16	62,42	70,69
17	1,63	3,18	4,80	19,51	0,00	370,55	37,06	41,97
18	1,37	6,16	12,20	44,96	32,41	264,60	26,46	29,97
19	1,26	5,11	9,20	40,56	0,00	349,21	34,92	39,55
20	1,89	6,21	10,10	32,86	32,44	157,67	15,77	17,86
21	1,25	6,25	6,40	50,00	0,00	848,00	84,80	96,05
22	1,57	6,07	7,10	38,66	0,00	354,14	35,41	40,11
23	2,51	8,59	9,40	34,22	0,00	236,39	23,64	26,77
24	1,25	4,45	5,10	35,60	0,00	878,40	87,84	99,49
25	1,78	7,10	8,40	39,89	0,00	165,17	16,52	18,71
26	2,15	6,46	9,40	30,05	0,00	333,33	33,33	37,75
27	1,30	2,53	6,40	19,46	0,00	204,62	20,46	23,18
28	1,54	7,29	7,90	47,34	0,00	662,34	66,23	75,02
29	1,24	7,37	8,20	59,44	0,00	483,87	48,39	54,80
30	1,50	6,42	11,70	42,80	33,67	292,00	29,20	33,07
31	1,46	4,52	7,20	30,96	0,00	458,90	45,89	51,98
32	1,10	5,48	9,70	49,82	0,00	265,45	26,55	30,07
33	1,31	2,67	5,20	20,38	0,00	385,50	38,55	43,66
34	1,79	4,38	6,10	24,47	0,00	296,09	29,61	33,54
35	1,82	5,58	9,70	30,66	0,00	317,58	31,76	35,97
36	1,49	5,33	8,70	35,77	0,00	330,54	33,05	37,44
37	1,48	5,14	10,60	34,73	33,01	345,95	34,59	39,18

# Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

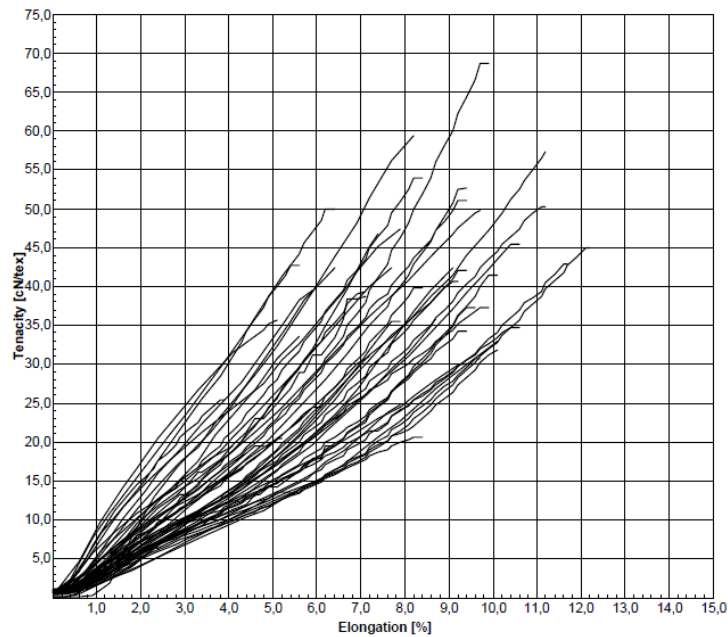
Measurment number: :647



16.3.2010 10:45:08

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
38	1,18	8,11	9,90	68,73	0,00	259,32	25,93	29,37
39	1,37	5,11	9,90	37,30	0,00	343,07	34,31	38,86
40	1,82	10,44	11,20	57,36	47,97	247,25	24,73	28,00
41	1,68	6,27	9,60	37,32	0,00	360,12	36,01	40,79
42	2,24	10,19	10,60	45,49	42,88	154,46	15,45	17,50
43	1,47	6,18	9,40	42,04	0,00	307,09	30,71	34,78
44	2,04	8,65	7,70	42,40	0,00	530,39	53,04	60,07
45	1,53	6,48	6,40	42,35	0,00	60,46	6,05	6,85
46	2,24	5,68	3,90	25,36	0,00	757,14	75,71	85,76
47	1,65	6,49	7,10	39,33	0,00	450,51	45,05	51,03
48	1,84	7,87	5,60	42,77	0,00	731,88	73,19	82,90
49	1,68	7,13	9,10	42,44	0,00	174,11	17,41	19,72
50	1,56	5,54	7,90	35,51	0,00	360,26	36,03	40,80
Average :	<b>1,63</b>	<b>5,89</b>	<b>7,90</b>	<b>36,76</b>	<b>6,79</b>	<b>355,10</b>	<b>35,51</b>	<b>40,22</b>
Std.dev. :	0,35	2,07	2,34	12,93	14,85	179,92	17,99	20,38
CV% :	21,42	35,09	29,57	35,18	218,84	50,67	50,67	50,67
Maximum :	2,51	10,44	12,20	68,73	47,97	878,40	87,84	99,49
Minimum :	1,08	1,43	2,90	8,58	0,00	60,46	6,05	6,85
Span width :	1,43	9,01	9,30	60,15	47,97	817,94	81,79	92,64
Confid- :	1,53	5,29	7,23	33,03	2,50	303,19	30,32	34,34
Intervall :	1,73	6,49	8,58	40,49	11,07	407,00	40,70	46,10

T / E Line



# Vibroskop / Vibrodyn

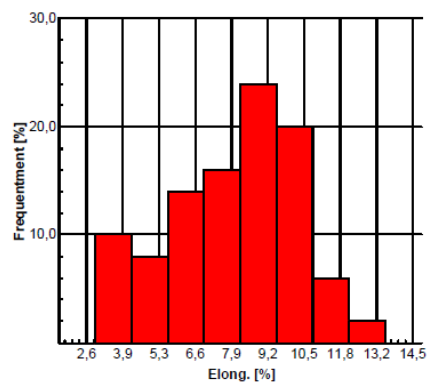
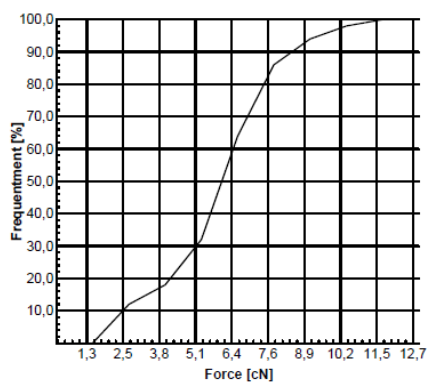
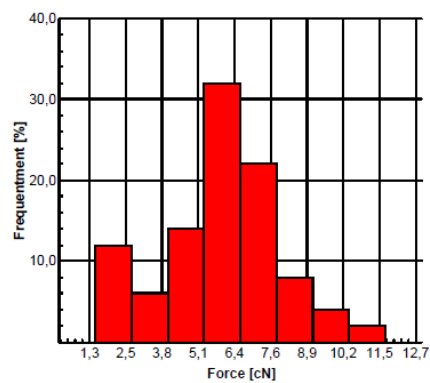
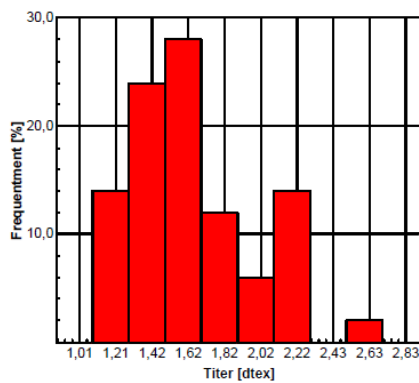
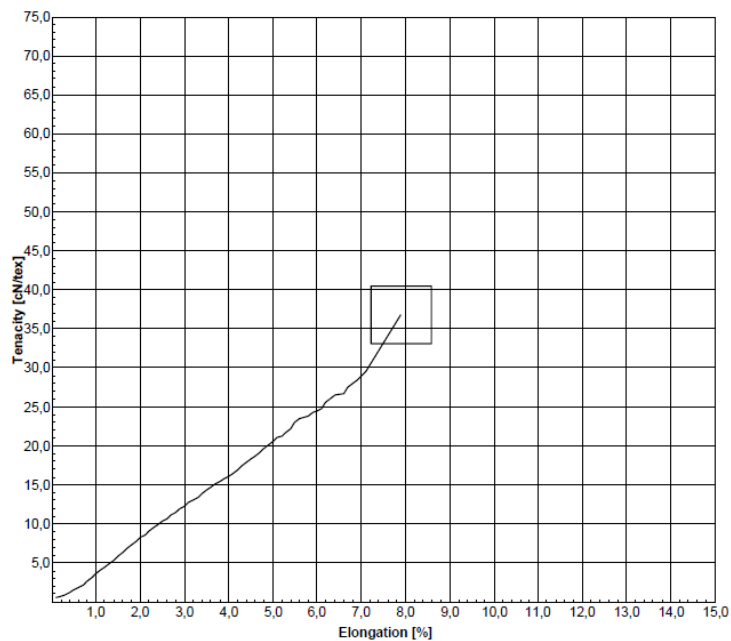
Serial number : 1460 / 1455

Measurenummer: :647



16.3.2010 10:45:01

Mean T / E Line



# Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

Measurment number: :648



16.3.2010 13:32:53

Sample ID : giza 87

Operator : horalkova

Ballen ID :

Nominal Titer : 0 dtex

Product : Produkt2

Stapel length : 0 mm

Type :

Gauge length : 10 mm

Articel :

Test speed : 10 mm/min

Material :

Tension weight : 100 mg

Comment :

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
1	0,90	4,47	8,10	49,67	0,00	524,44	52,44	59,40
2	0,71	4,40	4,90	61,97	0,00	864,79	86,48	97,95
3	1,35	1,79	2,30	13,26	0,00	570,37	57,04	64,60
4	1,07	3,64	6,10	34,02	0,00	422,43	42,24	47,85
5	1,67	3,65	6,60	21,86	0,00	190,42	19,04	21,57
6	1,18	2,77	4,90	23,47	0,00	291,53	29,15	33,02
7	0,75	1,04	3,10	13,87	0,00	541,33	54,13	61,31
8	1,02	1,97	3,60	19,31	0,00	564,71	56,47	63,96
9	1,43	2,21	3,80	15,45	0,00	234,27	23,43	26,53
10	1,63	3,29	5,90	20,18	0,00	264,57	26,46	29,97
11	1,40	2,74	5,20	19,57	0,00	257,14	25,71	29,12
12	0,92	2,59	6,40	28,15	0,00	410,87	41,09	46,54
13	0,74	1,10	2,30	14,86	0,00	643,24	64,32	72,86
14	1,12	2,51	3,60	22,41	0,00	744,64	74,46	84,34
15	1,43	1,10	2,30	7,69	0,00	380,42	38,04	43,09
16	1,52	6,52	7,90	42,89	0,00	300,00	30,00	33,98
17	1,32	5,36	5,60	40,61	0,00	592,42	59,24	67,10
18	0,75	0,97	2,90	12,93	0,00	552,00	55,20	62,52
19	1,69	1,92	2,90	11,36	0,00	285,21	28,52	32,30
20	1,13	3,21	4,60	28,41	0,00	559,29	55,93	63,35
21	1,35	2,90	3,60	21,48	0,00	619,26	61,93	70,14
22	0,60	2,88	4,20	48,00	0,00	917,95	91,79	103,97
23	1,16	3,27	5,90	28,19	0,00	330,46	33,05	37,43
24	1,74	5,41	4,70	31,09	0,00	343,68	34,37	38,93
25	0,96	3,93	4,40	40,94	0,00	572,92	57,29	64,89
26	1,31	4,13	5,40	31,53	0,00	331,30	33,13	37,52
27	0,97	1,80	2,90	18,56	0,00	635,05	63,51	71,93
28	0,71	2,08	2,40	29,30	0,00	791,55	79,15	89,65
29	0,98	7,36	7,60	75,10	0,00	420,41	42,04	47,62
30	1,32	2,87	5,10	21,74	0,00	323,86	32,39	36,68
31	1,78	4,10	6,40	23,03	0,00	359,55	35,96	40,72
32	0,99	1,58	4,90	15,96	0,00	331,31	33,13	37,53
33	1,39	5,04	5,40	36,26	0,00	347,12	34,71	39,32
34	0,96	2,69	2,80	28,02	0,00	868,75	86,88	98,40
35	1,17	2,97	6,10	25,38	0,00	312,82	31,28	35,43
36	1,17	6,13	4,20	52,39	0,00	662,39	66,24	75,02
37	1,31	2,88	3,40	21,98	0,00	734,73	73,47	83,22

# Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

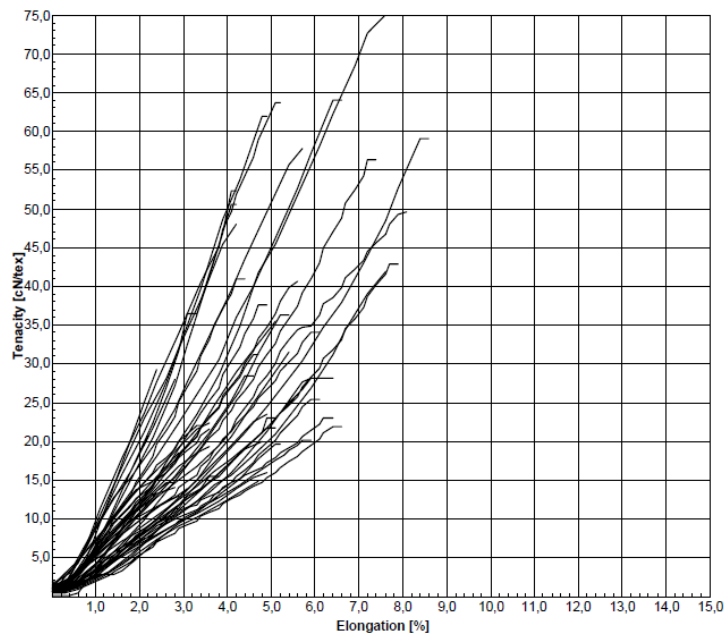
Measurment number: :648



16.3.2010 13:32:53

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
38	0,89	5,14	5,70	57,75	0,00	901,12	90,11	102,06
39	1,56	6,54	7,60	41,92	0,00	282,05	28,21	31,95
40	1,31	7,73	8,60	59,01	0,00	225,19	22,52	25,51
41	1,14	7,30	6,60	64,04	0,00	710,53	71,05	80,48
42	0,79	3,99	4,20	50,51	0,00	673,42	67,34	76,27
43	1,00	1,46	2,80	14,60	0,00	495,00	49,50	56,07
44	1,23	4,63	4,90	37,64	0,00	549,59	54,96	62,25
45	0,79	2,80	5,10	35,44	0,00	539,24	53,92	61,08
46	0,63	1,26	4,80	20,00	0,00	476,19	47,62	53,93
47	1,53	2,15	2,80	14,05	0,00	411,76	41,18	46,64
48	1,00	5,63	7,40	56,30	0,00	550,00	55,00	62,29
49	1,49	2,21	4,70	14,83	0,00	202,68	20,27	22,96
50	0,91	5,80	5,20	63,74	0,00	974,36	97,44	110,36
Average :	<b>1,16</b>	<b>3,52</b>	<b>4,86</b>	<b>31,61</b>	<b>0,00</b>	<b>501,77</b>	<b>50,18</b>	<b>56,83</b>
Std.dev. :	0,31	1,80	1,67	16,84	0,00	207,28	20,73	23,48
CV% :	26,97	51,27	34,33	53,25		41,31	41,31	41,31
Maximum :	1,78	7,73	8,60	75,10	0,00	974,36	97,44	110,36
Minimum :	0,60	0,97	2,30	7,69	0,00	190,42	19,04	21,57
Span width :	1,18	6,76	6,30	67,41	0,00	783,94	78,40	88,79
Confid- :	1,07	3,00	4,38	26,76	0,00	441,97	44,20	50,06
Intervall :	1,25	4,04	5,34	36,47	0,00	561,57	56,16	63,61

T / E Line





# Vibroskop / Vibrodyn

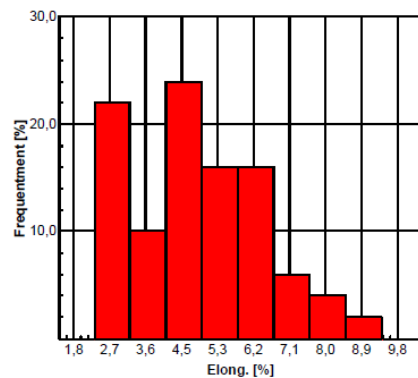
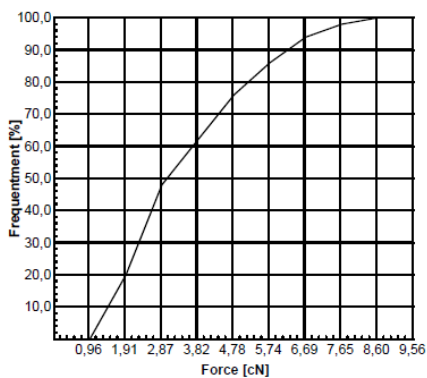
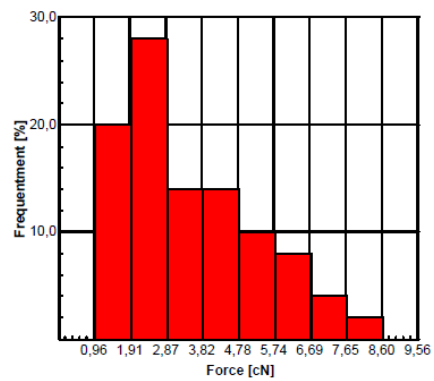
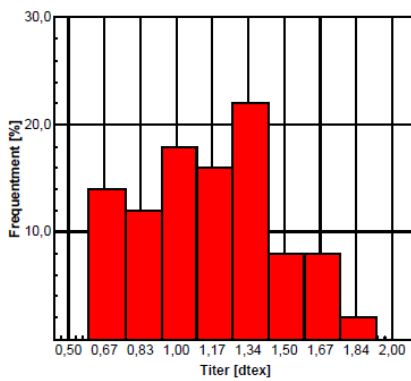
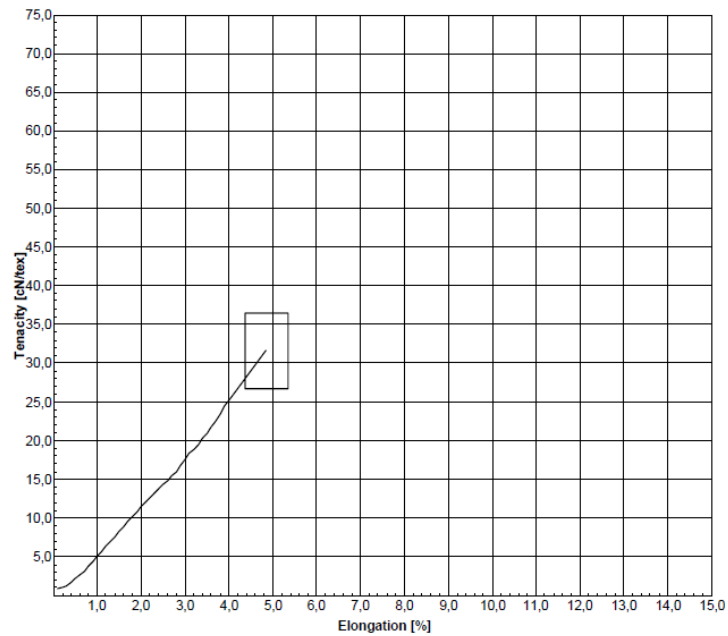
Serial number : 1460 / 1455

Measurment number: :648



16.3.2010 13:32:53

Mean T / E Line



# Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

Measurment number : 649



17.3.2010 14:49:21

Sample ID : giza 88  
Ballen ID :  
Product : Produkt2  
Type :  
Articel :  
Material :  
Comment :

Operator : horalkova  
Nominal Titer : 0 dtex  
Stapel length : 0 mm  
Gauge length : 10 mm  
Test speed : 10 mm/min  
Tension weight : 100 mg

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
1	1,54	3,14	5,40	20,39	0,00	342,86	34,29	38,83
2	2,27	5,04	3,60	22,20	0,00	275,77	27,58	31,23
3	1,76	5,94	5,10	33,75	0,00	240,06	24,01	27,19
4	1,51	2,84	3,40	18,81	0,00	425,17	42,52	48,16
5	2,11	5,67	6,10	26,87	0,00	153,55	15,36	17,39
6	0,90	3,39	5,40	37,67	0,00	642,22	64,22	72,74
7	2,07	5,63	5,60	27,20	0,00	187,80	18,78	21,27
8	0,78	3,07	4,70	39,36	0,00	656,41	65,64	74,35
9	1,38	5,89	4,70	42,68	0,00	1043,48	104,35	118,19
10	1,12	2,11	2,90	18,84	0,00	504,46	50,45	57,14
11	0,78	1,20	3,10	15,38	0,00	600,00	60,00	67,96
12	1,51	2,28	3,30	15,10	0,00	397,35	39,74	45,01
13	1,35	7,22	6,60	53,48	0,00	607,41	60,74	68,80
14	2,48	7,89	6,10	31,81	0,00	242,94	24,29	27,52
15	2,11	7,03	6,10	33,32	0,00	241,71	24,17	27,38
16	1,81	4,61	5,40	25,47	0,00	378,45	37,85	42,86
17	1,84	8,10	4,90	44,02	0,00	733,28	73,33	83,05
18	1,87	3,05	4,60	16,31	0,00	71,66	7,17	8,12
19	1,81	7,73	5,90	42,71	0,00	65,19	6,52	7,38
20	2,54	9,40	6,60	37,01	0,00	383,46	38,35	43,43
21	1,95	8,02	5,20	41,13	0,00	387,69	38,77	43,91
22	2,22	5,26	5,40	23,69	0,00	165,17	16,52	18,71
23	1,73	6,65	5,10	38,44	0,00	703,28	70,33	79,66
24	2,01	3,61	3,90	17,96	0,00	231,84	23,18	26,26
25	1,37	1,43	2,60	10,44	0,00	232,12	23,21	26,29
26	1,90	4,76	3,90	25,05	0,00	503,51	50,35	57,03
27	2,56	6,46	5,10	25,23	0,00	210,94	21,09	23,89
28	2,09	5,07	5,10	24,26	0,00	143,54	14,35	16,26
29	1,71	7,93	5,70	46,37	0,00	460,53	46,05	52,16
30	1,53	2,06	3,60	13,46	0,00	251,63	25,16	28,50
31	2,11	8,34	7,70	39,53	0,00	237,91	23,79	26,95
32	1,70	6,56	6,60	38,59	0,00	185,29	18,53	20,99
33	2,23	8,06	5,60	36,14	0,00	349,78	34,98	39,62
34	1,71	5,25	4,40	30,70	0,00	524,37	52,44	59,39
35	1,77	7,40	7,40	41,81	0,00	369,11	36,91	41,81
36	1,78	8,73	6,20	49,04	0,00	287,64	28,76	32,58
37	2,37	3,51	3,30	14,81	0,00	330,02	33,00	37,38

# Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

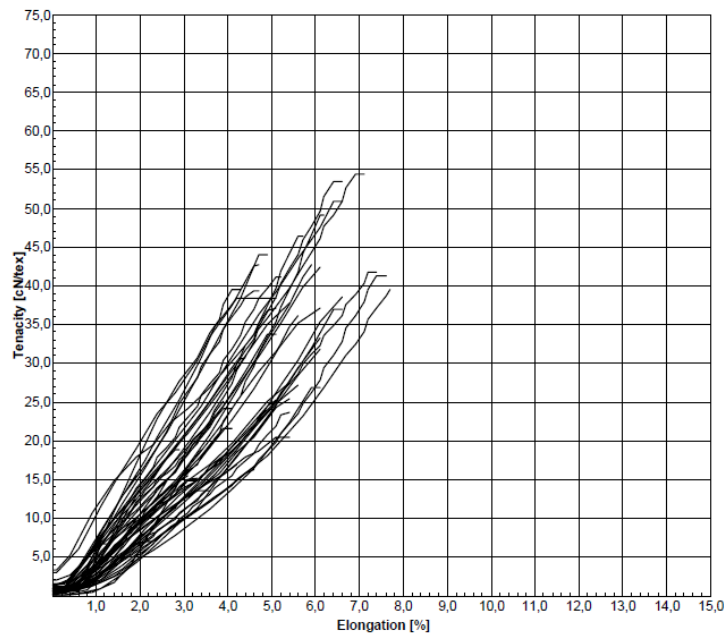
Measurenumber: :649



17.3.2010 14:49:27

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
38	2,69	7,39	5,40	27,47	0,00	489,96	49,00	55,49
39	1,94	1,35	2,30	6,96	0,00	318,56	31,86	36,08
40	1,07	5,83	7,10	54,49	0,00	149,53	114,95	130,20
41	1,32	2,84	4,10	21,52	0,00	383,84	38,38	43,47
42	0,99	3,67	5,10	37,07	0,00	680,81	68,08	77,11
43	1,45	6,14	6,10	42,34	0,00	386,21	38,62	43,74
44	1,19	6,05	6,60	50,84	0,00	690,13	69,01	78,17
45	1,70	6,32	6,10	37,18	0,00	400,00	40,00	45,31
46	1,51	2,55	4,20	16,89	0,00	279,80	27,98	31,69
47	2,03	1,67	2,40	8,23	0,00	197,04	19,70	22,32
48	1,99	7,87	4,30	39,55	0,00	604,02	60,40	68,41
49	2,13	8,78	7,60	41,22	0,00	177,82	17,78	20,14
50	1,57	3,78	4,10	24,08	0,00	569,00	56,90	64,45
<b>Average :</b>	<b>1,76</b>	<b>5,29</b>	<b>5,03</b>	<b>30,54</b>	<b>0,00</b>	<b>401,89</b>	<b>40,19</b>	<b>45,52</b>
<b>Std.dev. :</b>	<b>0,46</b>	<b>2,32</b>	<b>1,36</b>	<b>12,34</b>	<b>0,00</b>	<b>227,23</b>	<b>22,72</b>	<b>25,74</b>
<b>CV% :</b>	<b>26,04</b>	<b>43,78</b>	<b>27,04</b>	<b>40,40</b>		<b>56,54</b>	<b>56,54</b>	<b>56,54</b>
<b>Maximum :</b>	<b>2,69</b>	<b>9,40</b>	<b>7,70</b>	<b>54,49</b>	<b>0,00</b>	<b>149,53</b>	<b>114,95</b>	<b>130,20</b>
<b>Minimum :</b>	<b>0,78</b>	<b>1,20</b>	<b>2,30</b>	<b>6,96</b>	<b>0,00</b>	<b>65,19</b>	<b>6,52</b>	<b>7,38</b>
<b>Span width :</b>	<b>1,91</b>	<b>8,20</b>	<b>5,40</b>	<b>47,53</b>	<b>0,00</b>	<b>1084,34</b>	<b>108,43</b>	<b>122,82</b>
<b>Confid- :</b>	<b>1,63</b>	<b>4,62</b>	<b>4,64</b>	<b>26,98</b>	<b>0,00</b>	<b>336,33</b>	<b>33,63</b>	<b>38,09</b>
<b>Intervall :</b>	<b>1,89</b>	<b>5,96</b>	<b>5,43</b>	<b>34,10</b>	<b>0,00</b>	<b>467,44</b>	<b>46,74</b>	<b>52,94</b>

T / E Line



# Vibroskop / Vibrodyn

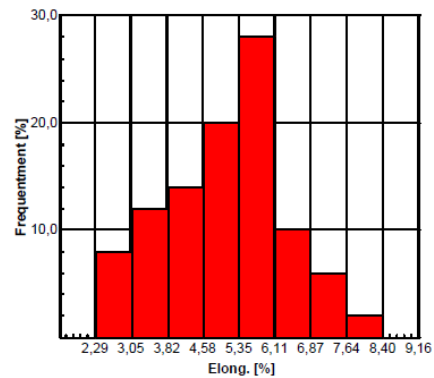
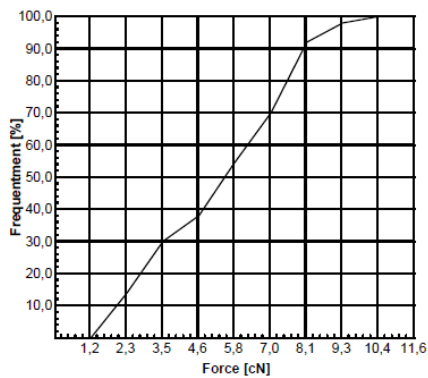
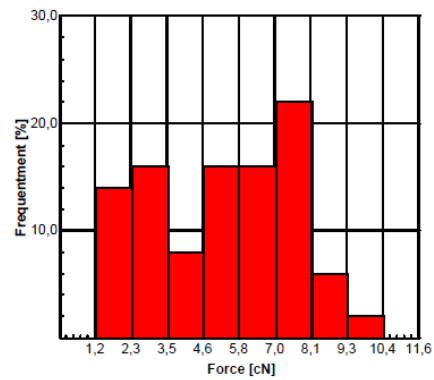
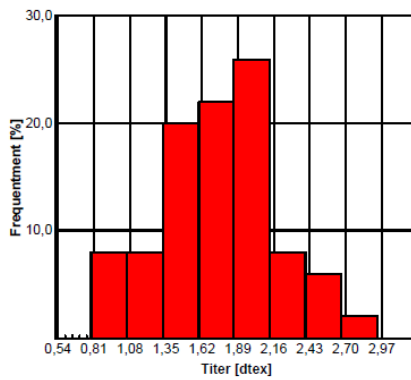
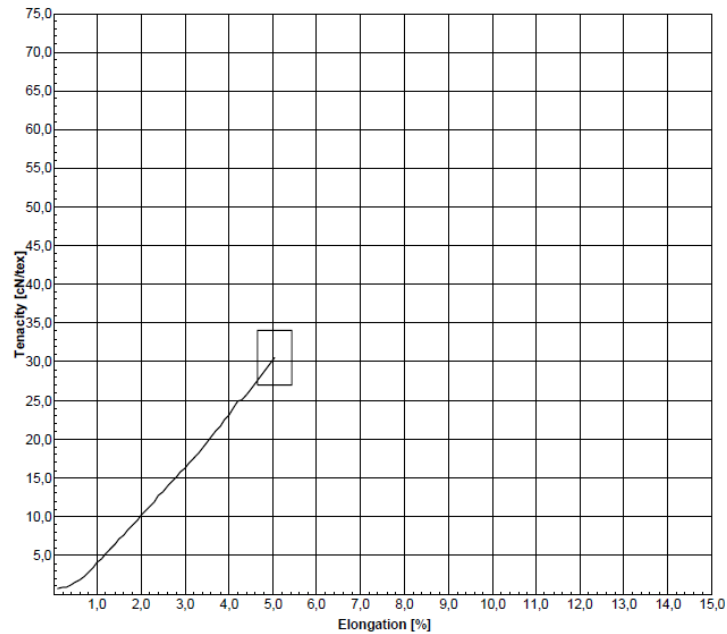
Serial number : 1460 / 1455

Measurement number: :649



17.3.2010 14:49:27

Mean T / E Line



# Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

Measurment number : 650



17.3.2010 12:04:35

Sample ID : giza 89  
Ballen ID :  
Product : Produkt2  
Type :  
Articel :  
Material :  
Comment :

Operator : horalkova  
Nominal Titer : 0 dtex  
Stapel length : 0 mm  
Gauge length : 10 mm  
Test speed : 10 mm/min  
Tension weight : 100 mg

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
1	1,16	6,30	8,10	54,31	0,00	588,36	58,84	66,64
2	1,28	5,02	5,30	39,22	0,00	692,19	69,22	78,40
3	1,35	1,30	1,90	9,63	0,00	493,33	49,33	55,88
4	1,47	4,23	6,10	28,78	0,00	281,63	28,16	31,90
5	1,26	5,95	8,20	47,22	0,00	263,49	26,35	29,84
6	1,71	1,49	3,40	8,71	0,00	233,92	23,39	26,49
7	1,93	3,62	6,20	18,76	0,00	113,99	11,40	12,91
8	1,39	5,93	7,40	42,66	0,00	428,06	42,81	48,48
9	1,67	3,95	6,20	23,65	0,00	280,24	28,02	31,74
10	1,52	4,74	4,40	31,18	0,00	814,14	81,41	92,21
11	0,93	3,79	6,60	40,75	0,00	449,46	44,95	50,91
12	1,71	2,79	6,10	16,32	0,00	236,26	23,63	26,76
13	0,89	1,07	2,80	12,02	0,00	429,21	42,92	48,61
14	1,91	4,69	4,90	24,55	0,00	418,85	41,88	47,44
15	1,85	5,15	8,40	27,84	0,00	185,14	18,51	20,97
16	1,76	3,74	4,80	21,25	0,00	289,77	28,98	32,82
17	1,88	5,54	6,60	29,47	0,00	441,49	44,15	50,00
18	1,73	5,85	5,60	33,82	0,00	583,82	58,38	66,12
19	1,41	6,97	6,90	49,43	0,00	822,70	82,27	93,18
20	1,71	5,56	8,20	32,51	0,00	142,30	14,23	16,12
21	1,47	4,04	2,80	27,48	0,00	794,56	79,46	89,99
22	1,52	6,15	4,30	40,46	0,00	820,18	82,02	92,90
23	1,53	5,69	8,20	37,19	0,00	244,01	24,40	27,64
24	1,27	2,86	8,10	22,52	0,00	255,91	25,59	28,98
25	1,95	8,43	8,20	43,23	0,00	257,44	25,74	29,16
26	1,19	1,52	2,90	12,77	0,00	532,77	53,28	60,34
27	1,24	7,93	5,60	63,95	0,00	266,13	26,61	30,14
28	1,40	5,68	7,20	40,57	0,00	460,00	46,00	52,10
29	1,28	4,83	4,60	37,73	0,00	679,69	67,97	76,98
30	1,92	7,70	7,20	40,10	0,00	383,18	38,32	43,40
31	2,20	6,36	9,40	28,91	0,00	190,91	19,09	21,62
32	0,93	6,01	5,20	64,62	0,00	1053,76	105,38	119,35
33	1,61	6,60	7,40	40,99	0,00	186,34	18,63	21,10
34	2,20	2,39	3,80	10,86	0,00	105,45	10,55	11,94
35	1,39	1,91	3,60	13,74	0,00	434,35	43,44	49,20
36	1,48	7,97	8,70	53,85	0,00	266,22	26,62	30,15
37	0,96	4,13	8,60	43,02	0,00	347,22	34,72	39,33

# Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

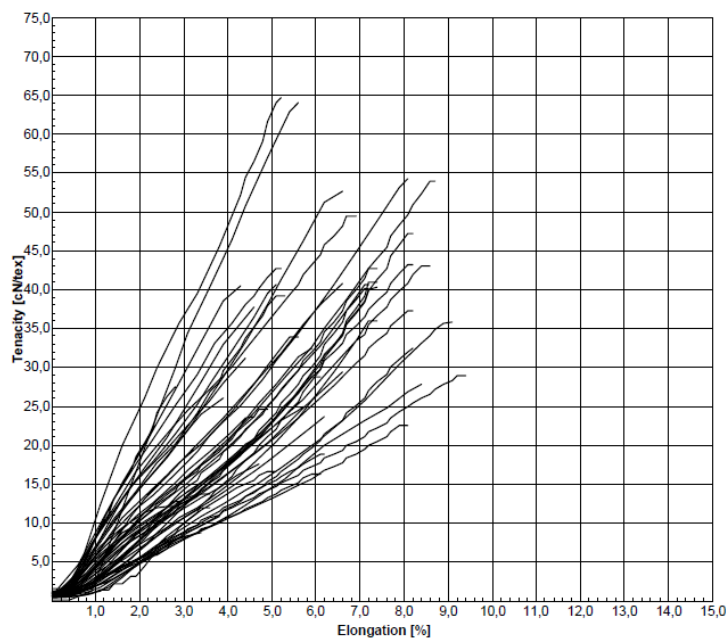
Measurenummer : 650



17.3.2010 12:04:35

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
38	1,35	3,36	5,70	24,89	0,00	535,80	53,58	60,69
39	1,44	5,19	7,40	36,04	0,00	210,65	21,06	23,86
40	1,07	5,63	6,60	52,62	0,00	666,67	66,67	75,51
41	0,88	2,86	5,90	32,50	0,00	621,21	62,12	70,36
42	1,24	4,45	9,10	35,89	0,00	183,47	18,35	20,78
43	1,04	4,44	5,20	42,69	0,00	879,81	87,98	99,65
44	1,59	2,64	5,10	16,60	0,00	110,69	11,07	12,54
45	1,25	5,08	5,10	40,64	0,00	819,20	81,92	92,79
46	1,35	3,19	4,60	23,63	0,00	576,30	57,63	65,27
47	1,82	7,35	7,40	40,38	0,00	303,30	30,33	34,35
48	1,54	1,84	3,60	11,95	0,00	352,27	35,23	39,90
49	1,65	4,30	3,90	26,06	0,00	693,33	69,33	78,53
50	1,13	1,98	4,70	17,52	0,00	410,62	41,06	46,51
Average :	<b>1,47</b>	<b>4,60</b>	<b>5,96</b>	<b>32,31</b>	<b>0,00</b>	<b>436,60</b>	<b>43,66</b>	<b>49,45</b>
Std.dev. :	0,33	1,89	1,88	13,97	0,00	236,52	23,65	26,79
CV% :	22,45	41,07	31,57	43,24		54,17	54,17	54,17
Maximum :	2,20	8,43	9,40	64,62	0,00	1053,76	105,38	119,35
Minimum :	0,88	1,07	1,90	8,71	0,00	105,45	10,55	11,94
Span width :	1,32	7,36	7,50	55,91	0,00	948,31	94,83	107,41
Confid- :	1,37	4,06	5,42	28,28	0,00	368,36	36,84	41,72
Intervall :	1,56	5,15	6,51	36,34	0,00	504,83	50,48	57,18

T / E Line



# Vibroskop / Vibrodyn

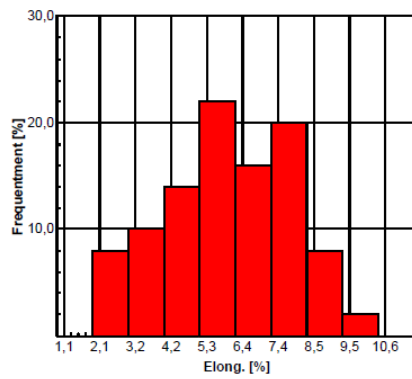
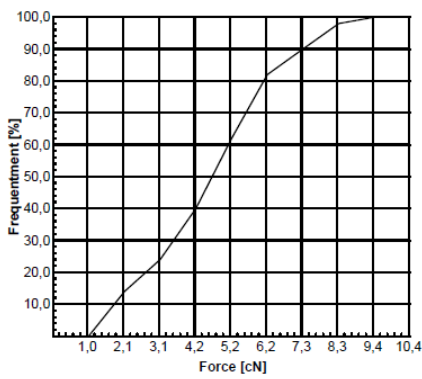
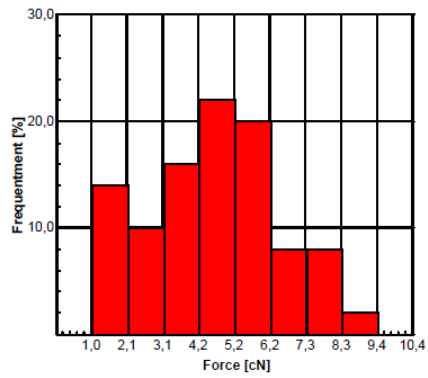
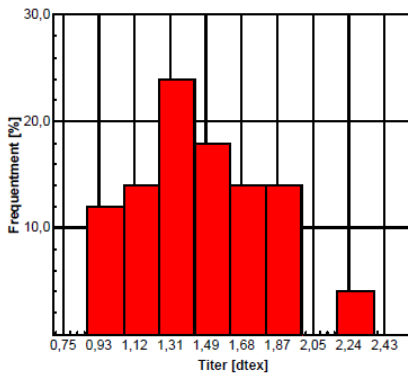
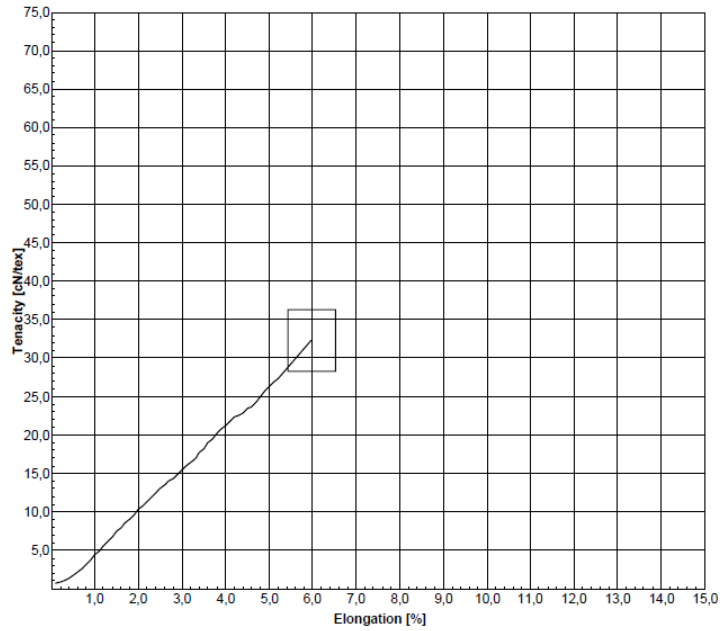
Serial number : 1460 / 1455

Measurment number: :650



17.3.2010 12:04:39

Mean T / E Line



# Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

Measurenummer: :651



17.3.2010 14:33:30

Sample ID : giza 92  
Ballen ID :  
Product : Produkt2  
Type :  
Articel :  
Material :  
Comment :

Operator : horalkova  
Nominal Titer : 0 dtex  
Stapel length : 0 mm  
Gauge length : 10 mm  
Test speed : 10 mm/min  
Tension weight : 100 mg

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
1	1,64	4,04	6,10	24,63	0,00	192,68	19,27	21,82
2	1,18	6,18	9,70	52,37	0,00	533,90	53,39	60,47
3	1,47	6,30	9,40	42,86	0,00	487,76	48,78	55,24
4	1,20	4,98	6,60	41,50	0,00	730,00	73,00	82,68
5	1,26	5,00	6,10	39,68	0,00	523,81	52,38	59,33
6	1,26	4,36	5,90	34,60	0,00	409,52	40,95	46,38
7	1,69	5,35	6,20	31,66	0,00	463,81	46,38	52,53
8	1,03	5,96	5,20	57,86	0,00	1128,64	112,86	127,83
9	1,47	6,01	4,70	40,88	0,00	541,50	54,15	61,33
10	1,41	7,68	5,20	54,47	0,00	828,37	82,84	93,82
11	1,44	4,90	6,90	34,03	0,00	326,39	32,64	36,97
12	1,56	3,87	3,30	24,81	0,00	291,67	29,17	33,04
13	1,47	3,88	3,40	26,39	0,00	784,58	78,46	88,86
14	1,76	9,98	7,10	56,70	0,00	230,11	23,01	26,06
15	1,84	5,55	6,70	30,16	0,00	167,39	16,74	18,96
16	1,29	4,78	5,20	37,05	0,00	252,71	25,27	28,62
17	1,72	5,64	5,40	32,79	0,00	383,72	38,37	43,46
18	2,26	5,94	6,10	26,28	0,00	369,91	36,99	41,90
19	1,37	4,74	5,60	34,60	0,00	454,01	45,40	51,42
20	1,27	6,28	5,10	49,45	0,00	899,21	89,92	101,85
21	1,06	4,60	6,70	43,40	0,00	533,02	53,30	60,37
22	1,40	3,02	5,90	21,57	0,00	384,29	38,43	43,53
23	1,63	5,75	7,70	35,28	0,00	418,40	41,84	47,39
24	1,61	5,44	6,40	33,79	0,00	474,53	47,45	53,75
25	1,49	7,34	8,60	49,26	0,00	498,88	49,89	56,50
26	1,40	7,22	5,20	51,57	0,00	508,93	50,89	57,64
27	1,49	7,07	5,70	47,45	0,00	540,94	54,09	61,27
28	1,75	5,42	7,10	30,97	0,00	245,71	24,57	27,83
29	1,77	7,12	7,10	40,23	0,00	218,93	21,89	24,80
30	1,63	6,99	9,10	42,88	0,00	420,25	42,02	47,60
31	1,68	7,36	8,90	43,81	0,00	282,14	28,21	31,96
32	1,65	5,88	7,40	35,64	0,00	263,03	26,30	29,79
33	1,31	6,39	7,90	48,78	0,00	506,87	50,69	57,41
34	1,72	6,09	8,20	35,41	0,00	359,30	35,93	40,70
35	1,02	5,33	7,10	52,25	0,00	462,75	46,27	52,41
36	1,16	5,30	8,40	45,69	0,00	508,62	50,86	57,61
37	1,58	5,08	6,40	32,15	0,00	299,58	29,96	33,93



# Vibroskop / Vibrodyn

Serial number : 1460 / 1455

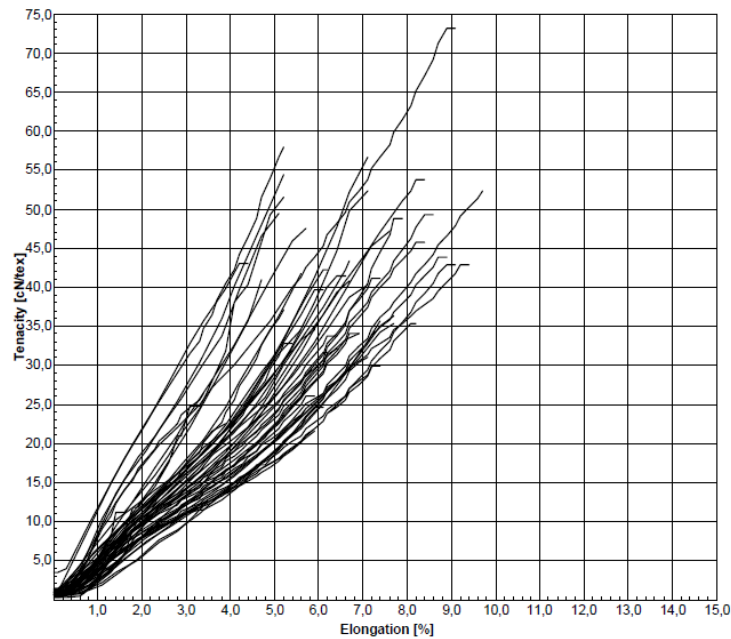
Measurnumber: :651



17.3.2010 14:33:30

No.	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
38	1,25	4,54	7,70	36,32	0,00	344,00	34,40	38,96
39	0,94	4,43	7,60	47,13	0,00	414,89	41,49	46,99
40	1,16	6,24	8,40	53,79	0,00	356,90	35,69	40,42
41	1,44	6,01	5,60	41,74	0,00	508,68	50,87	57,61
42	1,75	7,15	6,70	40,86	0,00	249,14	24,91	28,22
43	1,15	4,85	6,20	42,17	0,00	636,96	63,70	72,14
44	1,72	5,13	7,40	29,83	0,00	332,56	33,26	37,67
45	0,88	3,78	4,40	42,95	0,00	168,18	116,82	132,31
46	1,99	5,19	5,90	26,08	0,00	441,21	44,12	49,97
47	1,55	5,29	6,90	34,13	0,00	589,25	58,92	66,74
48	1,71	7,03	7,40	41,11	0,00	373,10	37,31	42,26
49	1,51	3,41	3,90	22,58	0,00	657,62	65,76	74,48
50	1,10	8,05	9,10	73,18	0,00	832,73	83,27	94,32
Average :	<b>1,46</b>	<b>5,68</b>	<b>6,62</b>	<b>39,90</b>	<b>0,00</b>	<b>476,62</b>	<b>47,66</b>	<b>53,98</b>
Std.dev. :	0,28	1,31	1,50	10,48	0,00	218,40	21,84	24,74
CV% :	19,30	23,12	22,67	26,27		45,82	45,82	45,82
Maximum :	2,26	9,98	9,70	73,18	0,00	168,18	116,82	132,31
Minimum :	0,88	3,02	3,30	21,57	0,00	167,39	16,74	18,96
Span width :	1,38	6,96	6,40	51,61	0,00	1000,79	100,08	113,35
Confid- :	1,38	5,30	6,19	36,87	0,00	413,61	41,36	46,85
Intervall :	1,54	6,06	7,05	42,92	0,00	539,63	53,96	61,12

T / E Line



# Vibroskop / Vibrodyn

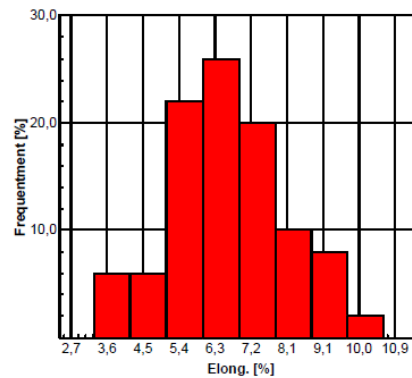
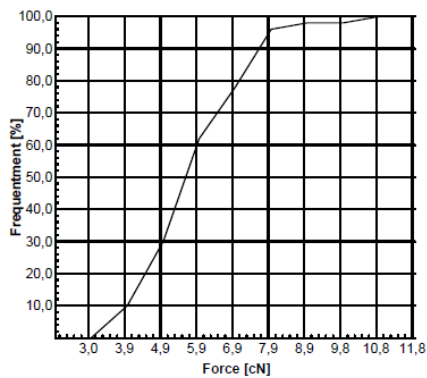
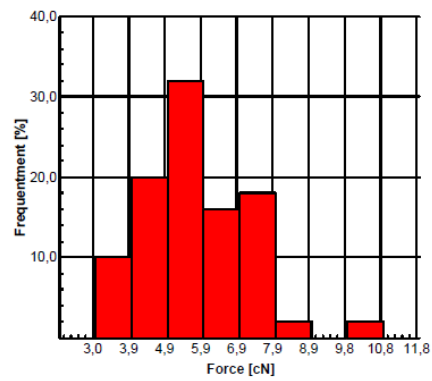
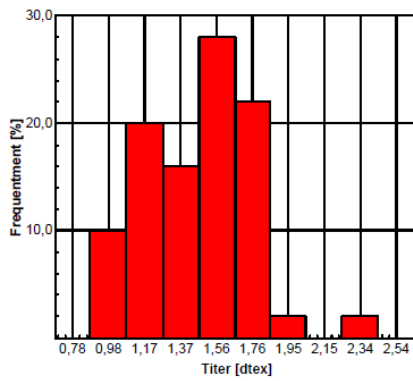
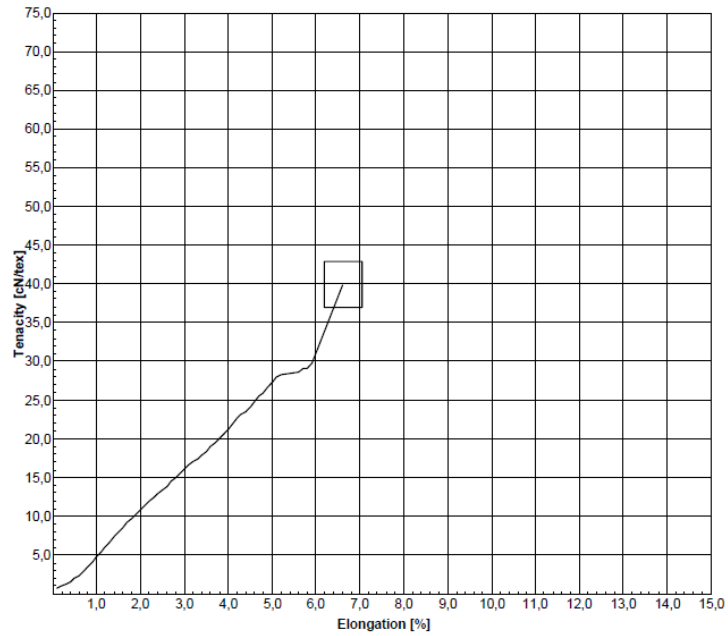
Serial number : 1460 / 1455

Measurement number: :651



17.3.2010 14:33:30

Mean T / E Line



## Příloha 8 : Souhrn naměřených vlastností – data do Matlabu

	<b>cN/tex Pevnost Pressley</b>	<b>cN/tex Pevnost Vibrodyn</b>	<b>% Tažnost</b>	<b>mm UHM</b>	<b>% UI</b>	<b>MIC Jemnost</b>	<b>% Zralost</b>	<b>% Nečistoty</b>
<b>GIZA 70</b>	27.71	29.37	6.13	31.8	80.2	4.3	95.23	4.42
<b>GIZA 86</b>	28.61	36.76	7.9	28.8	83.97	4.7	96.13	3
<b>GIZA 87</b>	30.22	31.61	4.86	30.5	84.41	3.2	93.31	2.77
<b>GIZA 88</b>	32.75	30.54	5.03	29.5	85.96	4.2	94.54	3.65
<b>GIZA 89</b>	27.2	32.31	5.96	28,8	80.56	4.5	96.17	2.99
<b>GIZA 92</b>	31.09	31.9	6.62	27.2	87.98	3.5	93.34	3.25

## Příloha 9 : Indexy kvality vláken amerických bavln

	Rotorové spřádání	Prstencové spřádání
	0,558860032	0,602035727
	0,51439587	0,536411965
	0,481659198	0,501364334
	0,711649583	0,748795579
	0,521072306	0,532222405
	0,526312468	0,565196147
	0,558025859	0,630229973
	0,668910278	0,721172371
	0,398422835	0,487909846
	0,554400229	0,620715734
	0,527722183	0,596588472
	0,408464084	0,443344213
	0,540674301	0,603825642
	0,511870207	0,568811535
	0,530113279	0,574484504
	0,451757747	0,526736404
	0,501324375	0,596083247
	0,461298827	0,53635715
	0,5278062	0,600013946
	0,463050318	0,580190412
	0,395302449	0,447330092
	0,597572259	0,672595749
	0,439305526	0,522990213
	0,383677428	0,466323685
	0,385863916	0,474322742
	0,490604334	0,536166144
	0,539895949	0,583166519
	0,816903644	0,829415455
	<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>
<b>Průměr</b>	<b>0,5167</b>	<b>0,5752</b>
<b>Směrodatná odchylka</b>	<b>0,0977</b>	<b>0,0891</b>
<b>UCL</b>	<b>0,8099</b>	<b>0,8424</b>
<b>LCL</b>	<b>0,3334</b>	<b>0,3079</b>