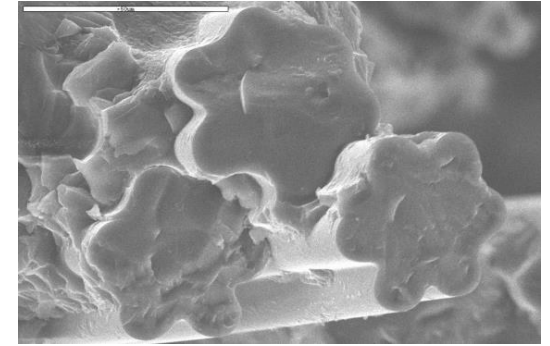
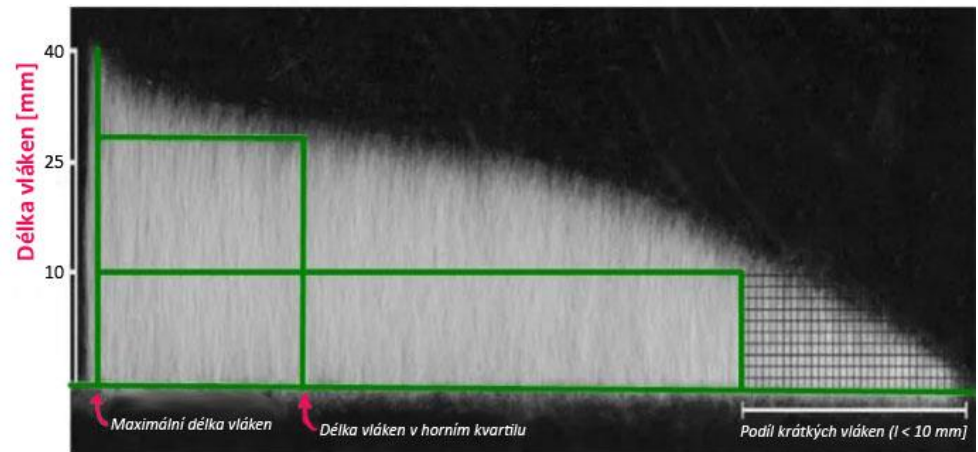
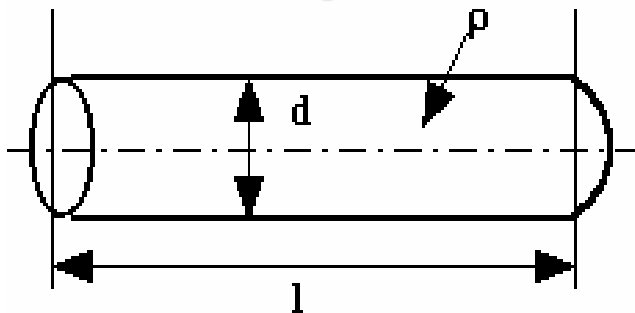
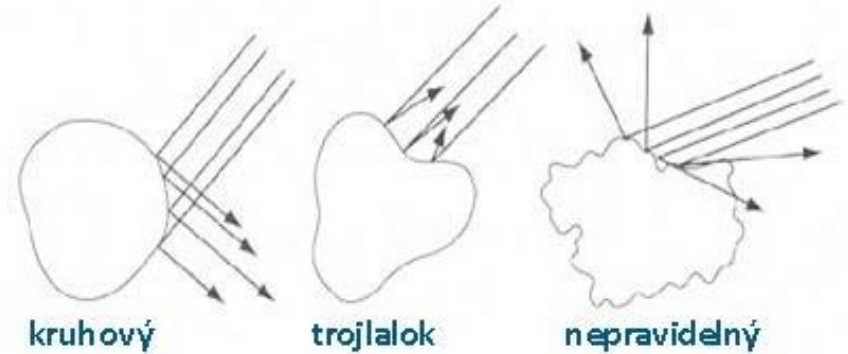


Geometrické charakteristiky vláken



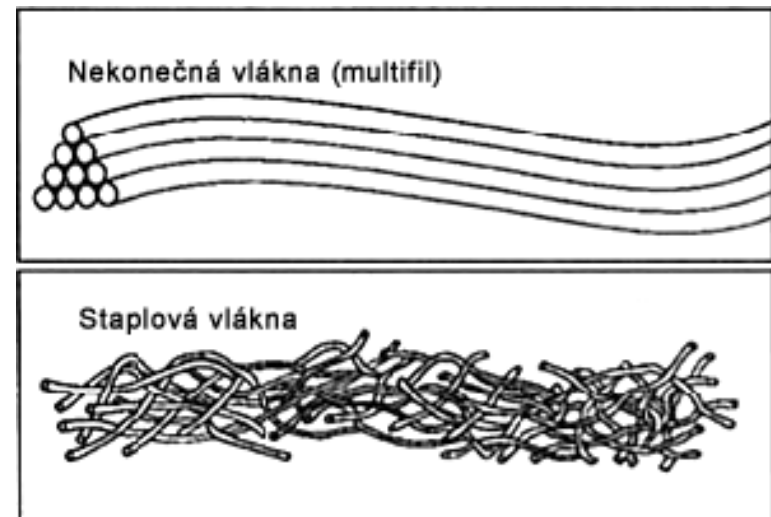
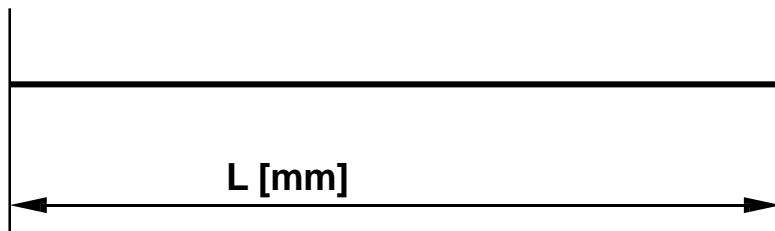
- Délka vláken
- Jemnost vláken
- Příčný řez
- Zralost
- HVI systém





Délka vláken

- ❑ Délka vlákna L [mm] je definována jako **“vzdálenost konců napřímeného vlákna bez obloučků a bez napětí”**
 - ❑ Je zatížena **vysokou nehomogenitou**
 - ❑ Pro její stanovení jsou **důležité** charakteristiky rozptylu a **grafická znázornění** statistického rozdělení délek vláken v surovině
- ❑ Znázorněním statistického rozdělení délek vláken je **staplový diagram – STAPL**





Délka vláken II.

- Přehled norem pro stanovení délek vláken:

ČSN 80 0034

”Zkoušení textilií. Pojmy pro stanovení délky vláken”

ČSN 80 0201

”Stanovení délky vláken měřením délky jednotlivých vláken”

ČSN 80 0204

”Zjišťování délky bavlněných vláken pomocí mechanických přístrojů”

NEPLATNÉ:

ISO 6989:1981(en) ”Textile fibres - Determination of length and length distribution of staple fibres (by measurement of single fibres)”

ISO 920:1976 ”Wool - Determination of fibre length using a comb sorter”

ISO 4913:1981 ”Textiles - Cotton fibres - Determination of length and uniformity index”



Délka vláken III.

- ❑ Přírodní vlákna, (bavlna, vlna, len) a vlákna chemická (trhaná, řezaná, sekaná) vyráběná pro směsování s přírodními vlákny jsou nazývána **vlákny staplovými**
- ❑ Staplová křivka je **nenormovaná křivka statistického rozdělení délek vláken v surovině**
 - ❑ **Staplová délka** - nenormované označení délky vláken ve staplu
 - ❑ **Střední délka** - aritmetický průměr délek vláken zastoupených ve vložce
 - ❑ **Vložka** - chomáč vláken získaný z výběru I. a II. stupně, v němž jsou statisticky zastoupeny všechny délky vláken v surovině
 - ❑ **Třáseň** - vlákna z vložky srovnaná vedle sebe na stejnou základnu





Metody stanovení délky vláken

- ❑ **Metody přímé**
 - ❑ měří se délky jednotlivých vláken
- ❑ **Metody nepřímé**
 - ❑ měří se délka ze souboru vláken prostřednictvím hmotnosti ve třídách, prosvěcováním třásně, ohmatáváním třásně, atd.
- ❑ **Kladený staplový diagram**
 - ❑ konstruován jako křivka opisující konce vláken seřazených podle velikosti
 - ❑ podklad ke stanovení délkových charakteristik suroviny grafickým způsobem



Metody přímé



Absolutní četnost n

$$n = \sum n_j$$

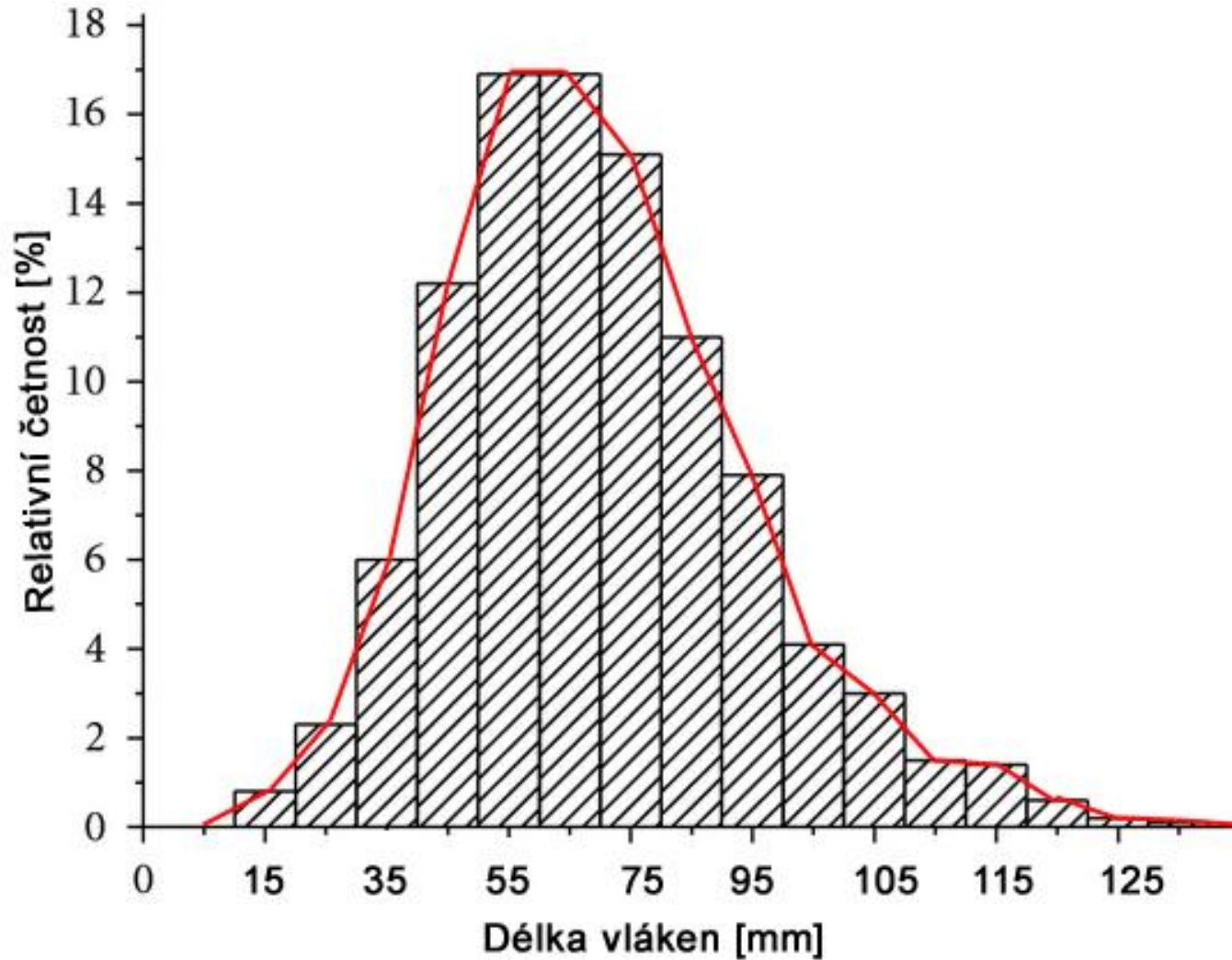
Relativní četnost f

$$f_j = (n_j / n) * 100$$

j	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	l_j [mm]	zápis	n_j	f_j [%]
1	10-20	15		10	10
2	20-30	25		13	13
3	30-40	35		20	20
4	40-50	45		27	27
5	50-60	55		30	30
			Σ	100	100



Rozdělení délek vláken

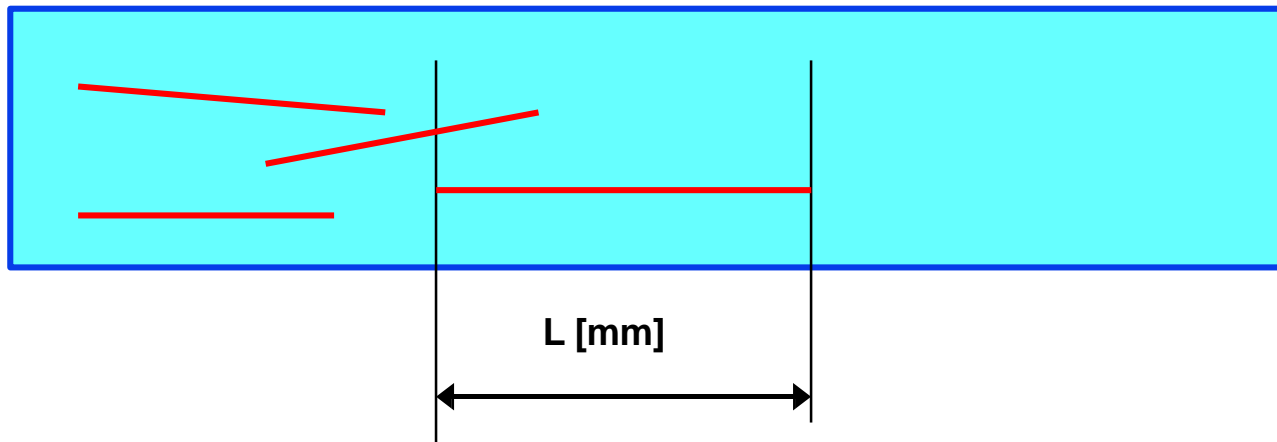




Přímé metody stanovení délky vláken I.

❑ Měření na skleněné desce

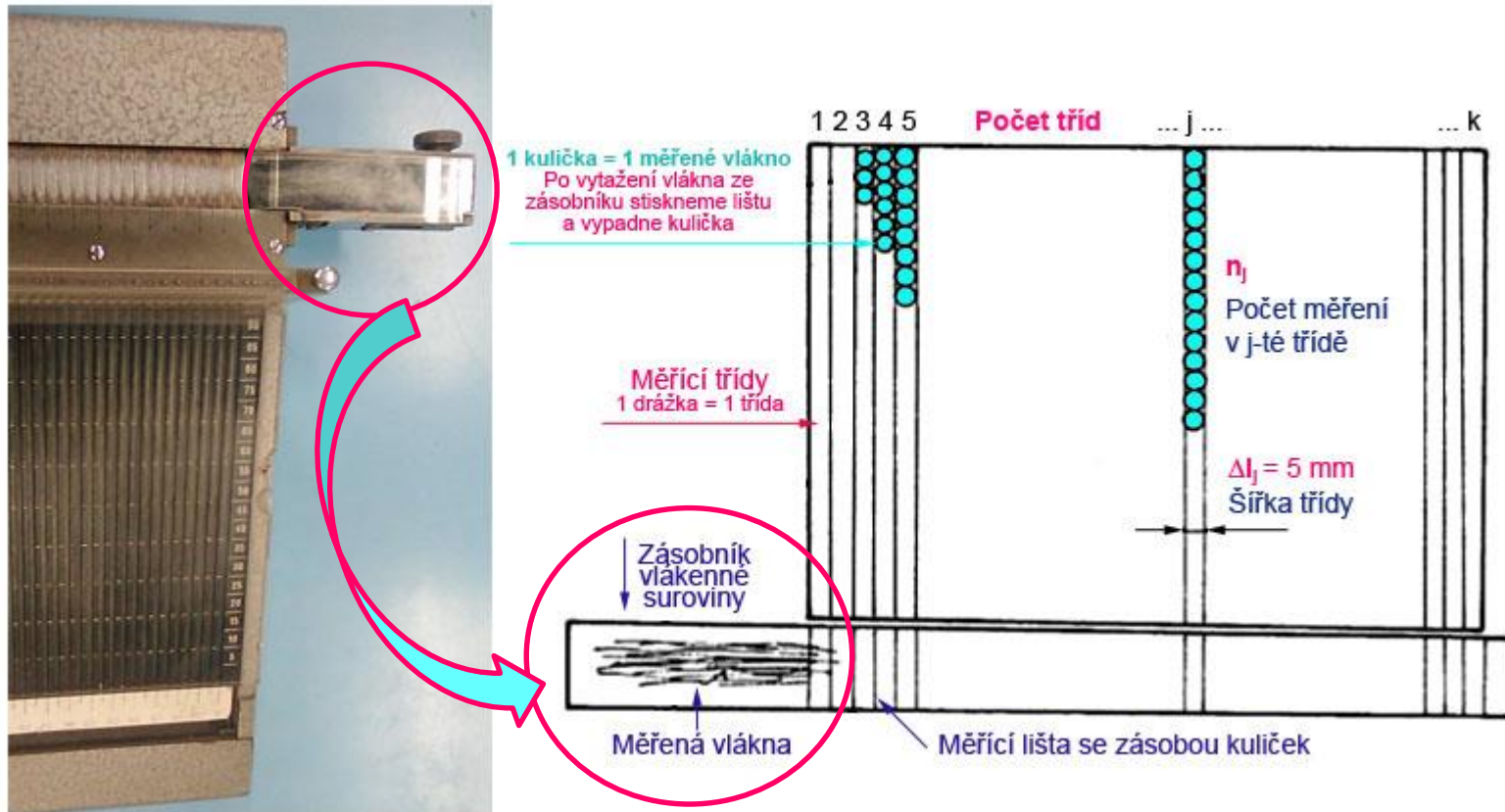
- ❑ zejména pro stanovení délky vláken vytažených z přízí
- ❑ skleněná deska s adhezivem, na ni se natáhnou vlákna a jednotlivě se měří
- ❑ hodnoty se zpracovávají třídící metodou a stanoví se statistické charakteristiky a grafická vyjádření





Přímé metody stanovení délky vláken II.

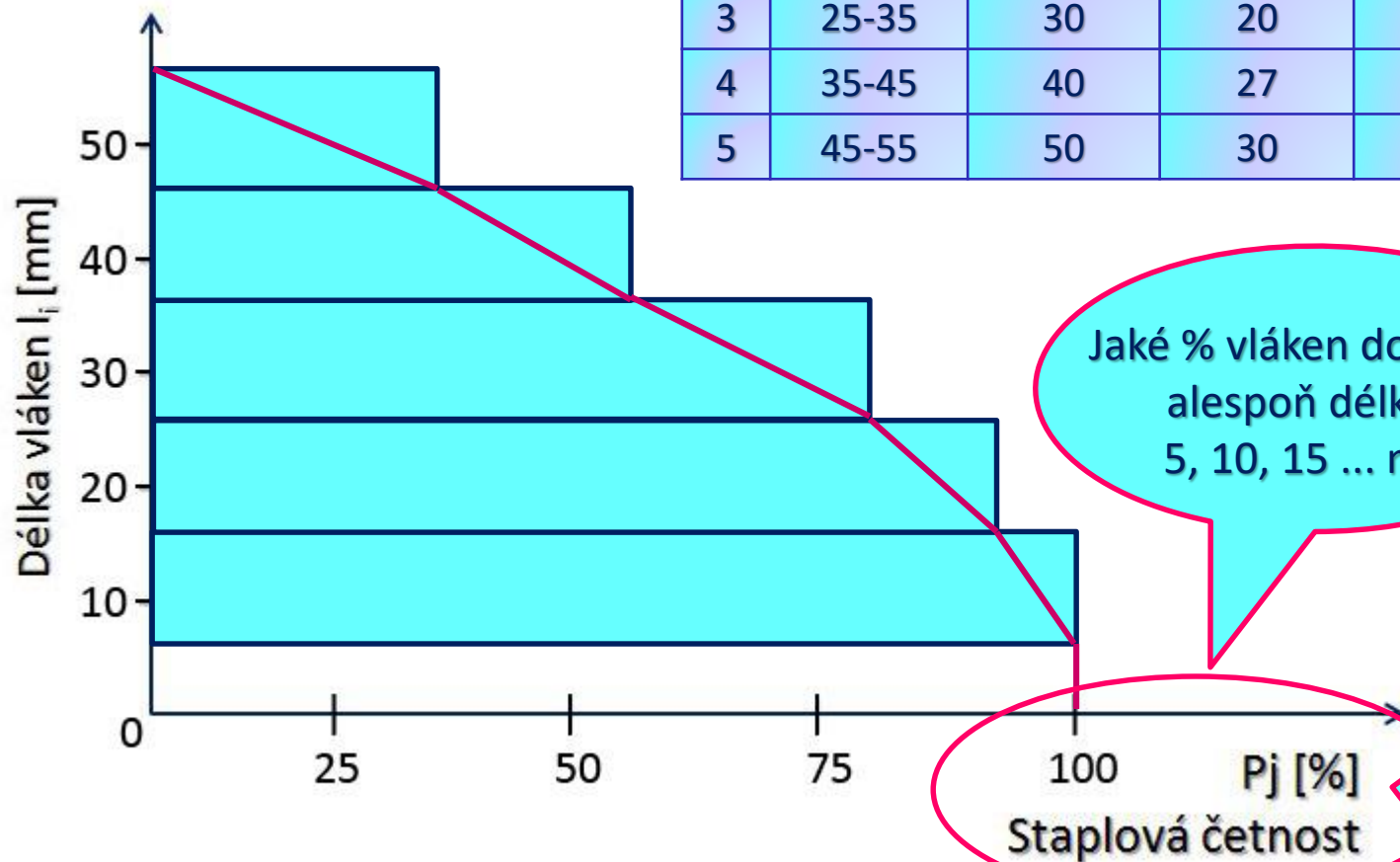
- ❑ Měření na třídícím kuličkovém přístroji
 - ❑ pro měření délky vlněných vláken





Staplový diagram

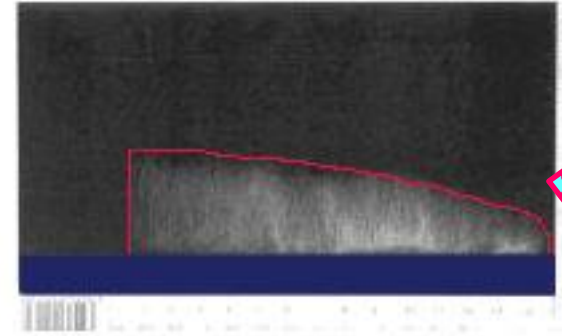
j	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	l_j [mm]	n_j	f_j	P_j
1	5-15	10	10	10	100
2	15-25	20	13	13	90
3	25-35	30	20	20	77
4	35-45	40	27	27	57
5	45-55	50	30	30	30





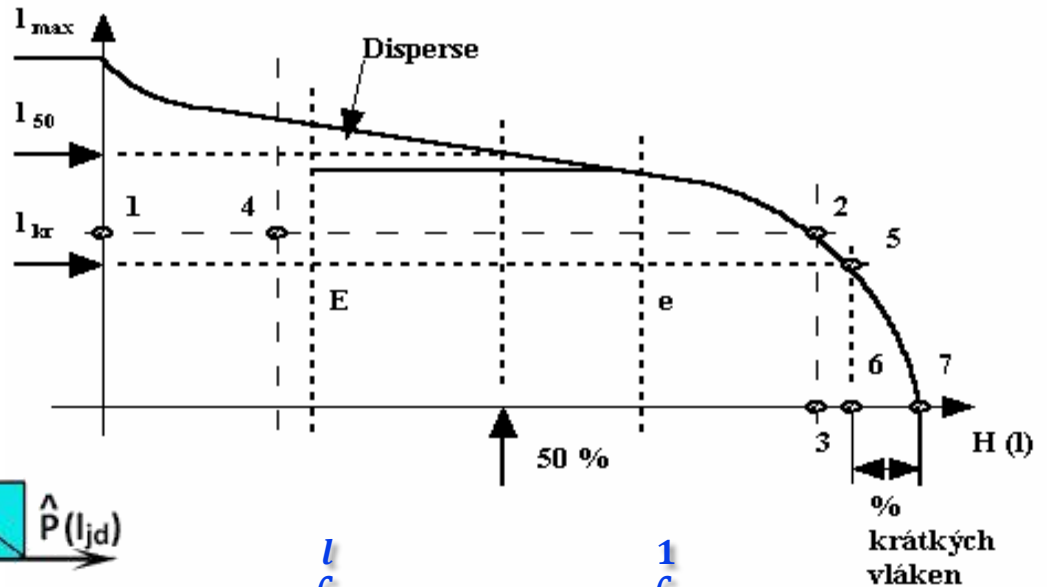
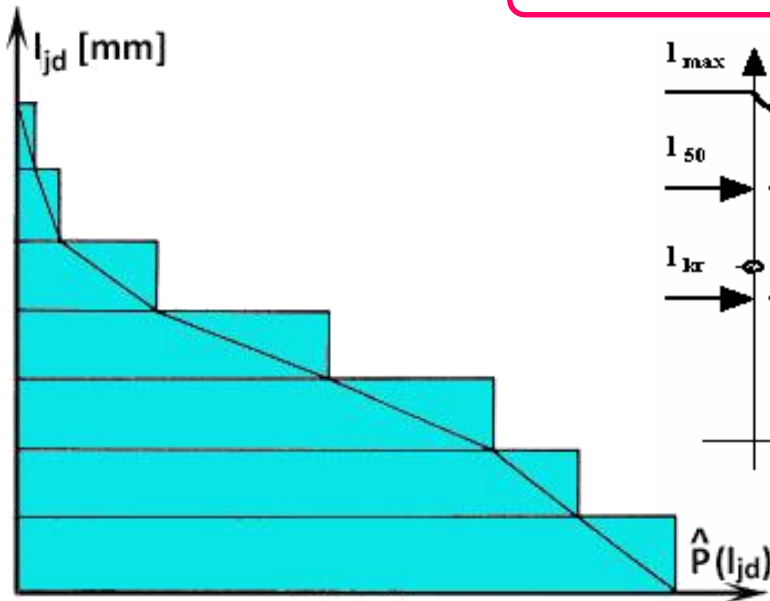
Staplový diagram

❑ POZOR NA CHYBU V UČEBNÍCH TEXTECH!



❑ Sloupce musí být ležaté, ale v některých textech jsou svislé!

❑ kopírují tzv. **kladený stapl** (ručně rovnaná přírodní vlákna dle velikosti)

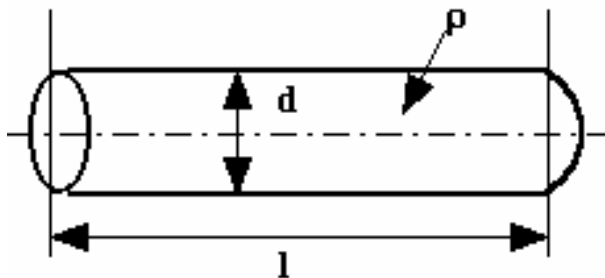


$$P(l) = - \int_{l_{max}}^l f(l) dl = 1 - \int_0^l f(l) dl = 1 - F(l)$$



Nepřímé metody stanovení délky vláken

- Stanovení délky vláken hmotnostním způsobem
- Předpoklad:
 - Vlákná jsou všechna stejná plochy průřezu S
 - Hustota (objemová měrná hmotnost) ρ je konstantní
 - Hmotnost jednoho vlákna je pak **závislá pouze na délce**



$$m_v = S \cdot \rho \cdot l = k \cdot l$$

m_v	- hmotnost vlákna	[kg]
S	- plocha průřezu vlákna	[m ²]
ρ	- hustota vlákna	[kg.m ⁻³]
l	- délka vlákna	[m]



Stanovení délky vláken hmotnostním způsobem

- ❑ Vlákna jsou tříděna podle délek
 - ❑ stanovíme hmotnost všech vláken v obecné j-té třídě [mg]

$$m_j = k \cdot l_j \cdot n_j \quad [mg]$$

- ❑ délka vláken v j- té třídě
- ❑ počet (četnost) vláken v j-té třídě
- ❑ Místo relativní četnosti f_j zavedeme tzv. relativní hmotnost g_j :

$$g_j = \frac{m_j}{m} = \hat{w}(l_j) \cdot \Delta l_j$$



- Při konstrukci hmotnostní staplové křivky, **sčítáme hmotnosti ve třídách od nejdelších vláken**

$$\hat{H}(l_{jd}) = \sum_{j=k}^j \hat{w}(l_{jd}) \Delta l$$

- **Výpočet délkových charakteristik** z hmotnostních metod koresponduje s výpočty podle metody četnostní:
 - **Střední délka**

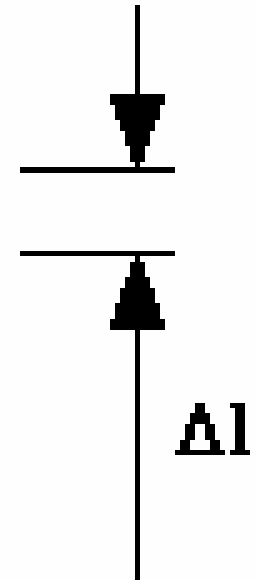
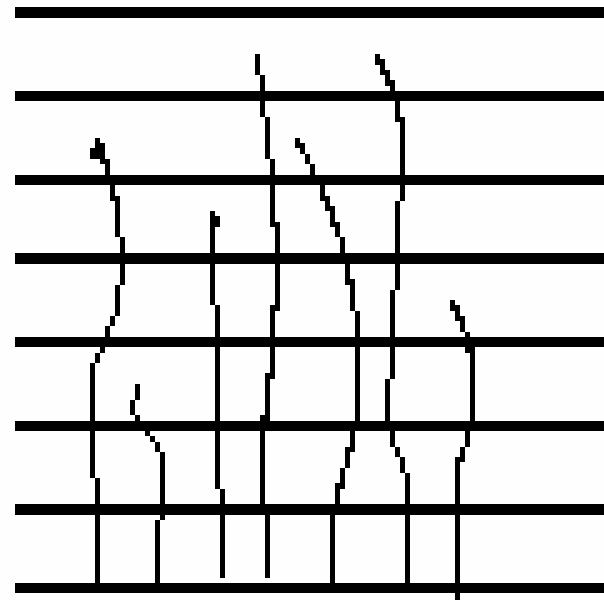
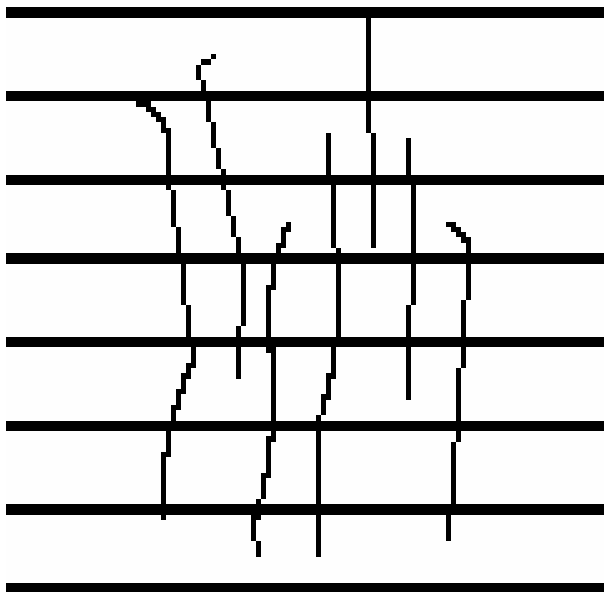
$$\bar{l}_M = \frac{1}{\sum_{j=1}^k m_j} \sum_{j=1}^k l_j \cdot m_j = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^k l_j \cdot m_j \quad [mm]$$



Stanovení délky vláken hmotnostním způsobem

□ Dvě hřebenová pole:

1. vložka vláken uložena v původním neroztříděném stavu
2. vlákna rovnají na společnou základnu





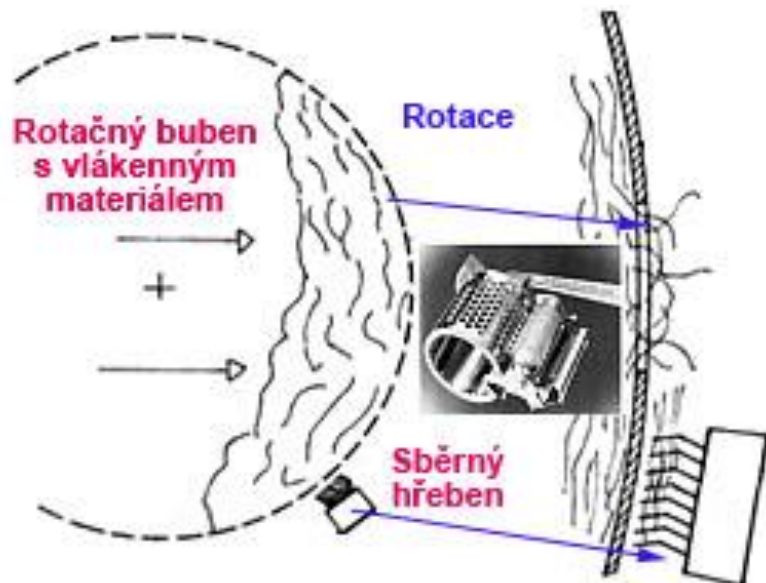


Stanovení délky vláken měřením v třásni

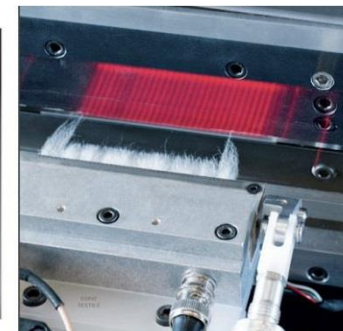
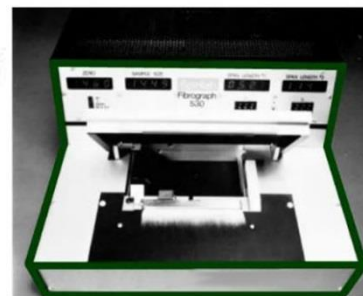
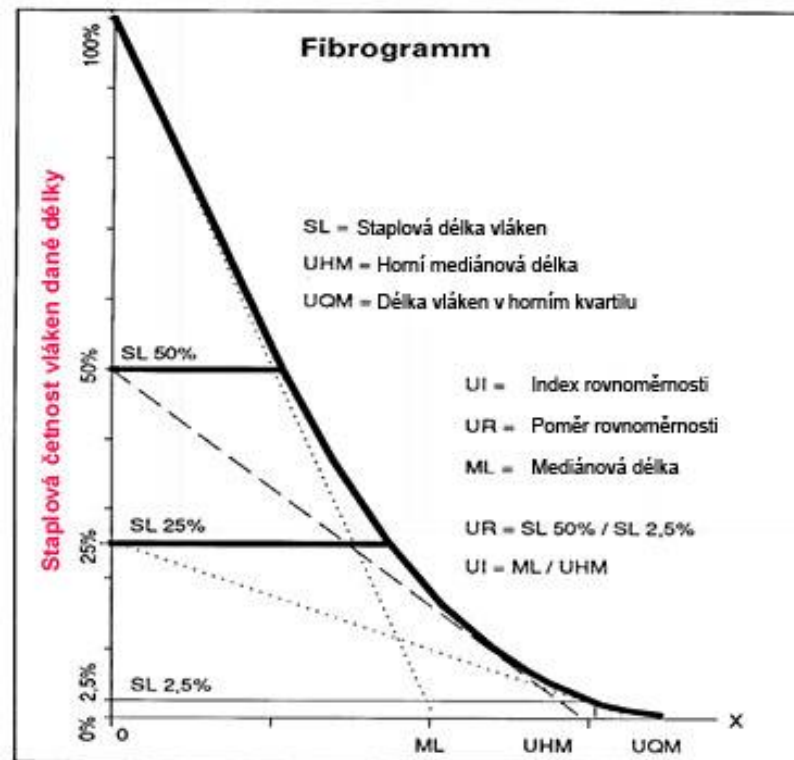
- ❑ **FIBROGRAF**
 - ❑ Základní metoda nepřímého měření délky vláken v třásni
 - ❑ Metoda je založena na **fotoelektrickém měření světla procházejícího třásní**
 - ❑ Vytvoření třásně na zařízení **FIBROSAMPLER**
 - ❑ Měření třásně ve vlastním **FIBROGRAFU**
 - ❑ Vytvoření grafického záznamu **FIBROGRAMU**
 - ❑ Pro rychlost a přesnost měření jsou tyto metody zařazeny do linek **HVI** (HVI = High Volumen Instruments)



FIBROSAMPLER

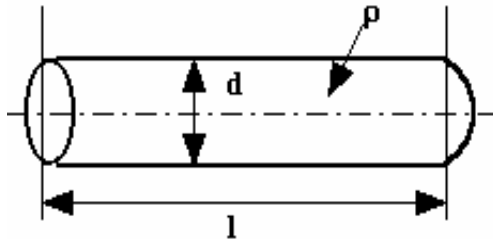


FIBROGRAF





JEMNOST VLÁKEN



$$T_v = \frac{m [g]}{l [km]} \quad [tex]$$

Metody stanovení jemnosti (dévkové hmotnosti) vláken:

- ❑ Mikroskopická metoda s výpočtem jemnosti z průměru (tloušťky) vlákna u vláken kruhového průřezu
- ❑ Mikroskopická metoda s výpočtem jemnosti z plochy příčného řezu vlákna
- ❑ Metoda gravimetrická
- ❑ Metoda rezonanční
- ❑ Metoda pneumatická

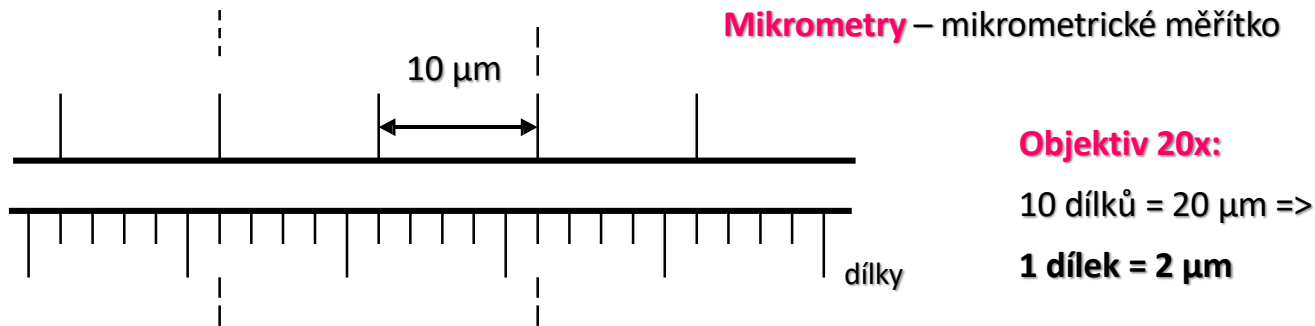
ČSN EN ISO 1973

"Textilní vlákna - Zjišťování dévkové hmotnosti - Gravimetrická a vibroskopická metoda"



Mikroskopická metoda s výpočtem jemnosti z tloušťky vlákna

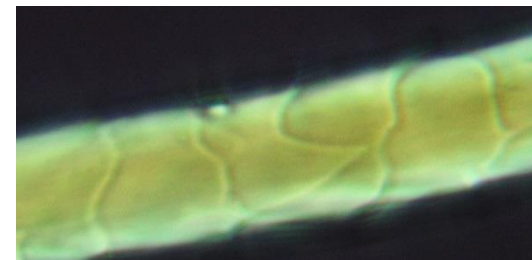
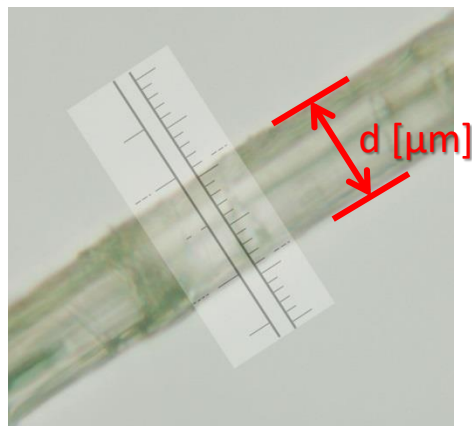
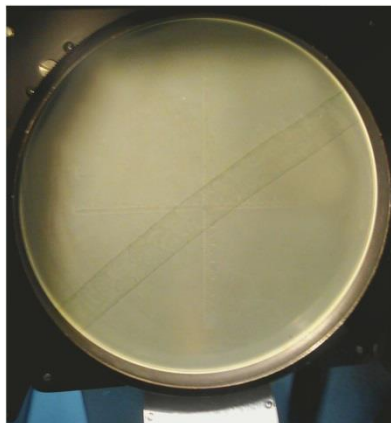
- ❑ Použití pouze pro **vlákna s kruhovým průřezem** (vlna, polyester, polyamid)
- ❑ **Přístroj:** projekční mikroskop – lanometr *
- ❑ Vlákna jsou promítána na matnici, kde se měří tloušťka vláken v dílcích – nutno provést **kalibraci systému** pro přepočet na mikrometry [μm]



- * **Francouzsky vlna – laine**
(přístroj zkonstruován pro měření průměru vlny)



Mikroskopická metoda - lanometr



$$n = \sum n_j = 100 \text{ měření}$$



j	$d_{jd} - d_{jh}$ [μm]	d_j [μm]	zápis	n_j	f_j [%]	F_j [%]
1	11-13	12	+++ +++	10	10	10
2	13-15	14	+++ +++	13	13	23
3	15-17	16	+++ +++ +++ +++ +++ +++	30	30	53
4	17-19	18	+++ +++ +++ +++ +++	27	27	80
5	19-21	20	+++ +++ +++ +++	20	20	100



Výpočet jemnosti z tloušťky kruhového vlákna

$$T_v = \frac{m [g]}{l [km]} \quad [tex] \quad ?$$

$$\bar{T}_v = \frac{\pi}{4} \cdot (\bar{d})^2 \cdot \rho_{vk} \cdot K \quad [tex]$$



$$m [kg] = \rho [kg \cdot m^{-3}] \cdot V [m^3]$$

$$V [m^3] = S [m^2] \cdot l [m]$$

d \Rightarrow průměr (tloušťka) vlákna [μm] přepočítaný na [m]

ρ_{vk} \Rightarrow hustota vláken klimatizovaných [$kg \cdot m^{-3}$]

l_v \Rightarrow nominální délka vláken [m]

K \Rightarrow konstanta pro přepočet jednotek (zde $K = 10^6$)

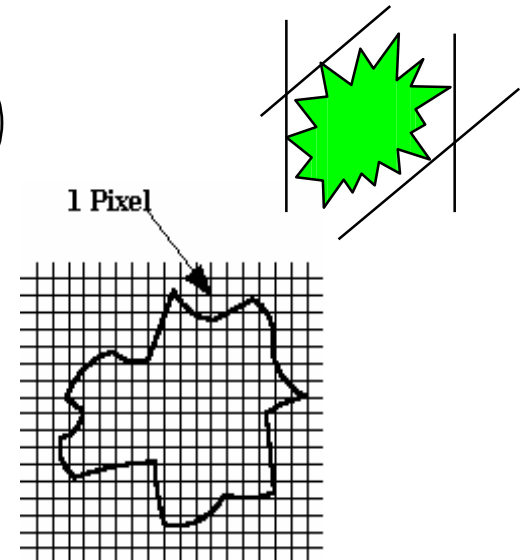
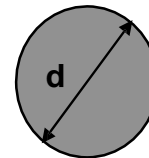
$T_v [tex] \Rightarrow$ vychází pro vlákna **0,1 – 0,9 tex = 1 – 9 dtex!!!**



Mikroskopická metoda s výpočtem jemnosti z plochy příčného řezu vlákna I.

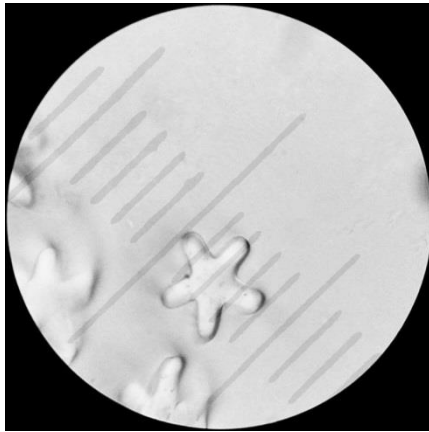
$$\bar{T}_v = S_v \cdot \rho_{vk} \cdot 10^6 [\text{tex}]$$

- ❑ Pro stanovení plochy průřezu je nutno zhotovit kvalitní preparát v řezu a je nutné zkalibrovat snímací systém
- ❑ Při stanovení zobrazovacího modulu počítáme zobrazovací **modul plošný** (přes mikrometrické měřítko)
- ❑ **Průřezy jsou:**
 - ❑ Obkreslovány a planimetrovány
 - ❑ Fotografovány a planimetrovány
 - ❑ Přenášeny přes digitální kameru do systému obrazové analýzy – výpočetní technika je tak využita jednak ke snímání jednak k měření a výpočtům

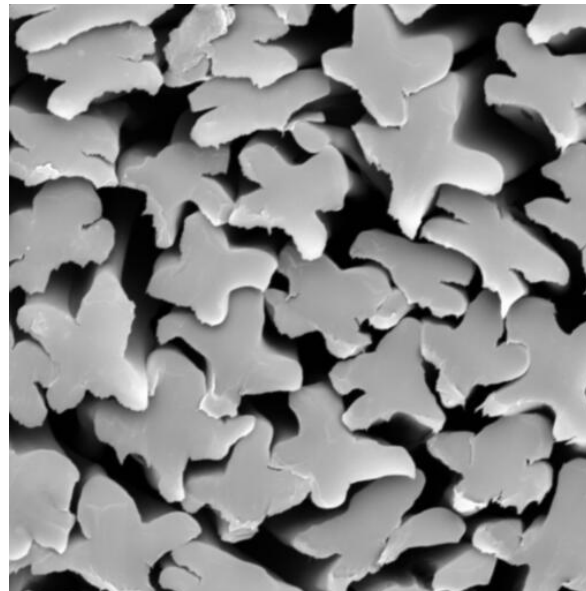
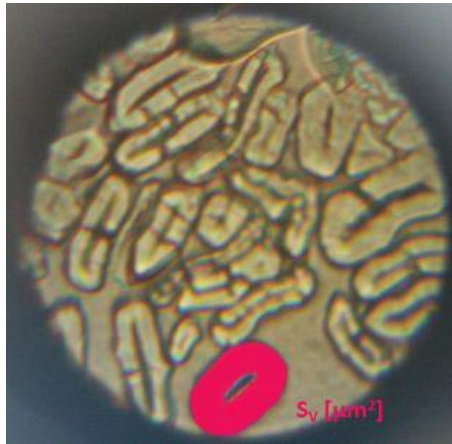




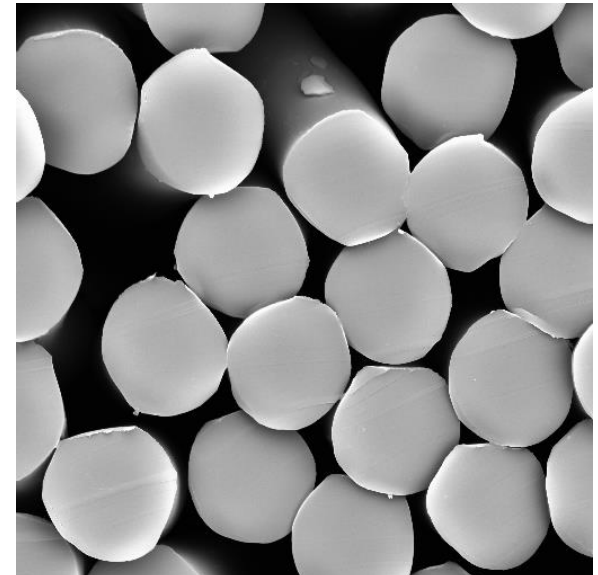
Mikroskopická metoda s výpočtem jemnosti z plochy příčného řezu vlákna II.



$$\bar{T}_v = S_v \cdot \rho_{vk} \cdot 10^6 \text{ [tex]}$$



SEM MAG: 1.50 kx
HV: 30.0 kV
DET: BE Detector
DATE: 05/18/01
20 µm
Vega ©Tescan
TU Liberec



SEM MAG: 1.00 kx
HV: 30.0 kV
DET: BE Detector
DATE: 07/28/03
50 µm
Vega ©Tescan
TU Liberec



Gravimetrická metoda stanovení jemnosti vláken

Gravimetrická metoda :

- přesné odměření délky vlákna
- zvažení odměřené délky



$$T_v[\text{tex}] = \frac{m_{sv}}{l_{sv} \cdot n_v} \left[\text{mg} \cdot \text{m}^{-1} \right]$$

$$\Rightarrow [10^{-3} \text{g} \cdot 10^3 \text{km}^{-1}] \Rightarrow [\text{tex}]$$

- m_{sv} - hmotnost svazku vláken [mg]
- l_{sv} - odříznutá délka svazku vláken [m]
- n_v - počet vláken ve svazku





Gravimetrická metoda II.

- ❑ **Nemůžeme** provádět u jednotlivých vláken!!!
 - ❑ prakticky se využívá pro stanovení **jemnosti multifilu T [tex]**, kde můžeme odvinout přesnou délku nekonečných vláken a následně určíme počet vláken v multifilu
 - ❑ pokud chceme tuto metodu použít **pro staplová vlákna**:
 - ❑ musíme připravit svazky paralelně uspořádaných vláken
 - ❑ tyto svazky seřízneme na přesnou délku a zvážíme
 - ❑ následně určíme počet vláken (pro přesnost měření je třeba, aby v jednom svazku byly řádově stovky vláken!!!)
 - ❑ mimořádné nároky na přístrojové vybavení a obsluhu

m [g] - hmotnost multifilu
l [km] - délka multifilu
T [tex] - jemnost multifilu

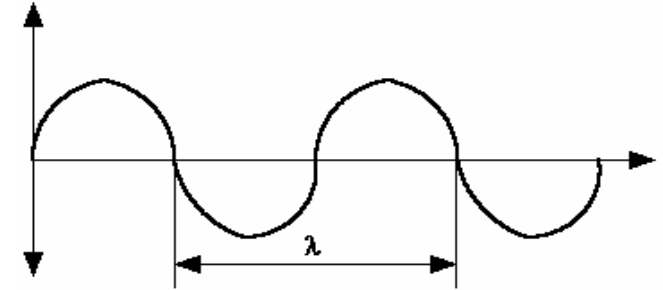
$$T [\text{tex}] = \frac{m [\text{g}]}{l [\text{km}]}$$

$$T_v [\text{tex}] = \frac{T}{n_v} [\text{tex}]$$

T_v [tex] - jemnost jednoho vlákna
n_v - počet vláken v multifilu



Rezonanční metody pro stanovení jemnosti



- Metody jsou založeny na **stanovení frekvence**, popř. délky vlny kmitající struny (zde vlákna)

$$f = \frac{1}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F}{m \cdot g}} \cdot A \text{ [Hz]}$$

Délka vlny je závislá na:

- délce kmitající struny (vlákna)
- hmotnosti vlákna
- předpětí vlákna

- F [Hz]** - rezonanční frekvence
- L [m]** - délka kmitající struny (vlákna)
- F [N]** - napětí (předpětí) vlákna
- m [kg]** - hmotnost jednotky délky
- g [m.s-2]** - gravitační zrychlení

$$A = \left(1 + \frac{R^2}{L}\right) \sqrt{E \cdot \frac{\pi}{P}}$$

- A** - opravný koeficient (konstanta závislá na materiálu vlákna)
- R [m]** - poloměr kruhového průřezu vlákna
- E [Pa]** - modul elasticity; **P [N]** - předpětí



Rezonanční metody pro stanovení jemnosti II.

Přístroj VIBROSKOP

- ❑ Posunem dolní čelisti spojené se snímačem kmitů se hledá **uzlový bod** kmitajícího vlákna
- ❑ V tomto případě (nalezen uzlový bod) je rozkmit vlákna ustálený a upínací délka vlákna L [m] je rovna:

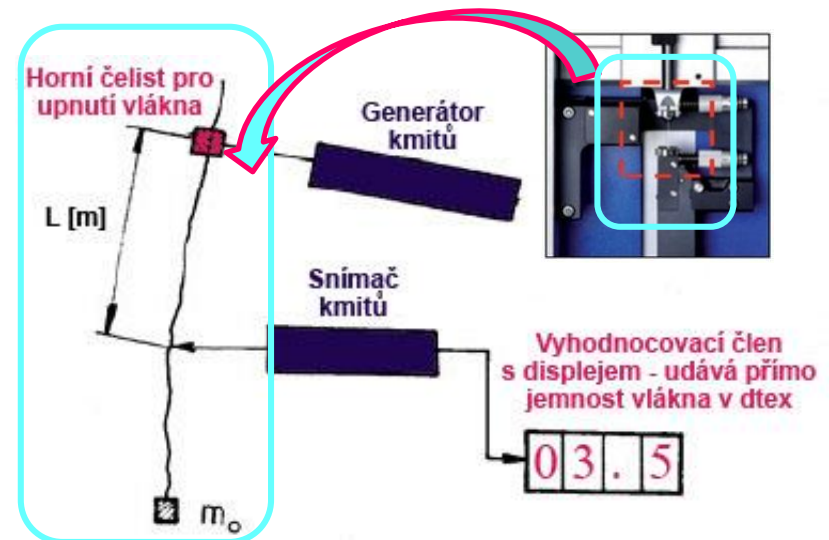
$$L = \frac{\lambda}{2} [m]$$

- ❑ Pak frekvence: $f = \frac{1}{2L} \cdot \frac{P}{M} [Hz]$

L [m] – upínací délka vlákna

P [N] – předpětí

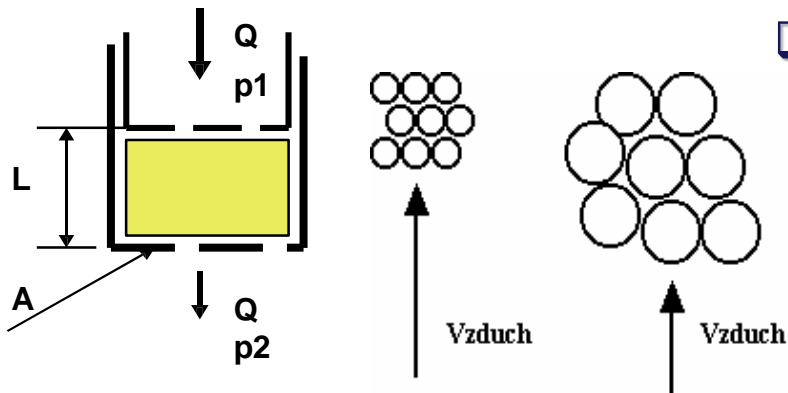
M [kg] – hmotnost vlákna





Pneumatické metody měření jemnosti vláken

- Jsou založeny na stanovení odporu vložky vláken ve tvaru ucpávky proti pronikání vzduchu (*kolik vzduchu projde!!!*)

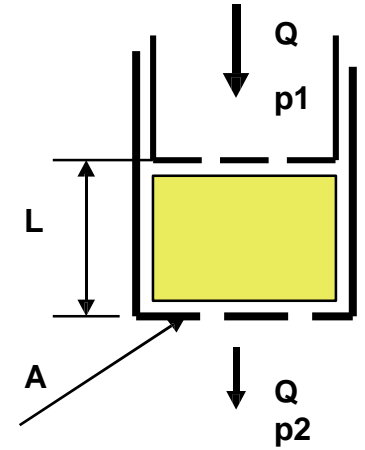


- Je nutno zajistit:
 - Konstantní hmotnost vložky
 - Konstantní tlakový spád
 - Konstantní plochu vláknenné ucpávky
 - Konstantní výšku ucpávky
- Výsledek měření zahrnuje vliv jemnosti vláken, povrchové struktury a velikosti příčného řezu vláken
- Prostup vzduchu vláknennou ucpávkou závisí na velikosti mezivláknennýchpórů a na jejich orientaci vlákn



Pneumatické metody měření jemnosti vláken II.

- Metoda vychází ze vztahu mezi tloušťkou vláken (částic) a množstvím vzduchu, který projde vláknennou ucpávkou při určitém tlakovém spádu (poklesu tlaku za vláknennou ucpávkou)



$Q \Rightarrow$ průtok vzduchu [m^3/s]

$\Delta P \Rightarrow$ pokles tlaku za vláknennou ucpávkou [Pa]

$d \Rightarrow$ průměr vláken [m]

$K_g \Rightarrow$ velikostní faktor geometrický

$k \Rightarrow$ Koženého konstanta pro kulaté částice, (používaná i pro vlákna) = 5

$\epsilon \Rightarrow$ porozita vláknenné ucpávky

$A_c \Rightarrow$ velikost plochy vláknenné ucpávky [m^2]

$L_c \Rightarrow$ délka vláknenné ucpávky [m]

$V_c \Rightarrow$ objem měřicí komory [m^3]

$V_m \Rightarrow$ objem testovaného materiálu (vláken) [m^3]

$$Q = \frac{A_c}{16 \cdot k \cdot \eta \cdot L_c} \cdot \Delta P \cdot \frac{\epsilon^3}{(1 - \epsilon)^2} \cdot d^2$$

$$K_g = \frac{A_c}{16 \cdot k \cdot \eta \cdot L_c}$$

$$\epsilon = \frac{V_c - V_m}{V_c}$$

$$d = \sqrt{\frac{Q}{K_g \cdot \Delta P} \cdot \frac{(1 - \epsilon)^2}{\epsilon^3}}$$

$$\bar{T}_v = \frac{\pi}{4} \cdot (\bar{d})^2 \cdot \rho_{vk} \cdot 10^6 \text{ [tex]}$$



Přístroje MICRONAIRE (pro bavlnu) a WIRA (pro vlnu)

- ❑ Stupnice měřícího přístroje pro vlnu je cejchována přímo v jednotkách jemnosti (dtex)
- ❑ Pro bavlnu jsou přístroje cejchovány v jednotkách micronaire



- ❑ Vlákna jsou měřena ve vložce, tj. ve velkém souboru vláken
- ❑ Výsledky měření jsou průměrnou hodnotou jemnosti vláken ve vložce

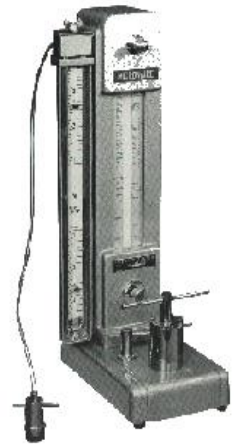


Přístroj MICRONAIRE (pro bavlnu)



$$M = \frac{1\mu g}{1''} = \frac{1}{2,54} \left[\frac{10^{-9}kg}{10^{-2}m} \right]$$

Převodní konstanta mezi jemností vlákna t [dtex] a micronaire M je $2,54^{-1}$



MICRONAIRE	T [dtex]	Specifikace
do 3,0	1,18	velmi jemná bavlna
3,0 – 3,9	1,18 – 1,58	jemná bavlna
3,9 – 4,9	1,58 – 1,93	středně jemná bavlna
4,9 – 5,9	1,93 – 2,32	středně hrubá bavlna
od 6,0	nad 2,36	hrubá bavlna

$$dtex = \frac{\text{Micronaire}}{2,54}$$



Další geometrické charakteristiky vláken

Přehled geometrických parametrů:

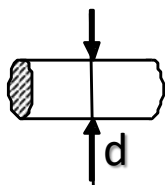
- ☐ Délka l [m]
- ☐ Měrná hmotnost ρ [kg.m⁻³]
⇒ 900 (PP), 1140 (PA), 1310 (vlna), 1560 (ba, VS)
- ☐ Lineární hmotnost T [tex]
- ☐ Hmotnost m [kg]
- ☐ Objem V [m³]
- ☐ Povrch (bez konců) P [m²]
- ☐ Měrný povrch S_p [m².kg⁻¹]

TVAR PŘÍČNÉHO ŘEZU

Kruhový



vl, PAD, PES
Podélný pohled
(tloušťka)



Jemnost jako
průměr vlákna d [μm]

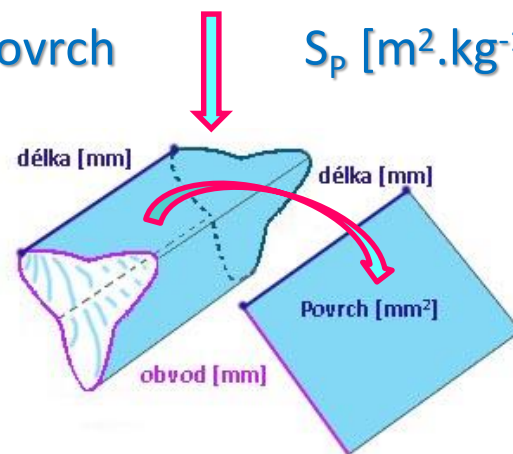
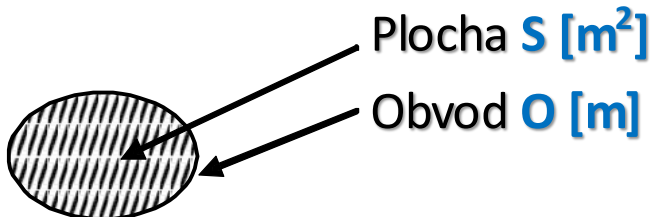
Nekruhový



ba, ph, VS
Příčný řez
Jemnost jako
lineární hmotnost

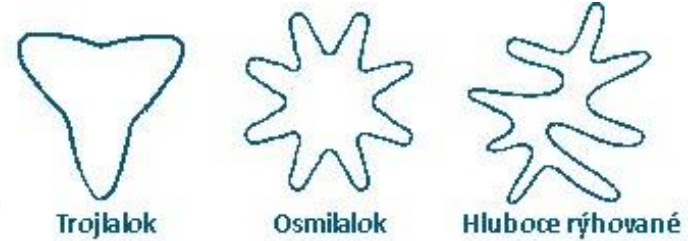
$$T = \frac{m}{l} \text{ [tex]}$$

Charakterizace příčného řezu:





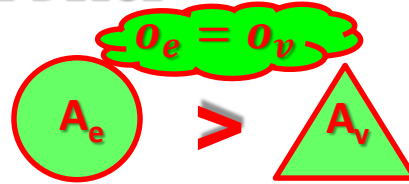
Určování parametrů příčného řezu vláken I.



- Kruhovost c** je poměr plochy příčného řezu vlákna A_v [mm²] a plochy ekvivalentního kruhového vlákna A_e [mm²] o **STEJNÉ DÉLCE OBVODU VLÁKNA!!!**

Ekvivalentní průměr z obvodu vlákna d_e [μm]
 (průměr kruhového vlákna se stejným obvodem jako měřené vlákno)

- Pro čtvercový příčný řez:



$$A_e = \frac{4c^2}{\pi} \text{ resp. } A_v = c^2$$

$$c = \frac{A_v}{A_e} \leq 1$$

$$o_v = \pi \cdot d_e \Rightarrow d_e = \frac{o_v}{\pi}$$

Ekvivalentní plocha:

$$A_e = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{o_v^2}{4\pi}$$

- Pro vlákno s obdélníkovým příčným řezem se stranami a, b :

$$b = 2 \cdot a \text{ je } c = 0,698$$

$$c = \frac{A_v}{A_e} = \frac{A_v 4\pi}{o_v^2} = \frac{1}{(q + 1)^2}$$

Kruhovost c (cirkularita) vlákna dle Pierce



Určování parametrů příčného řezu vláken II.

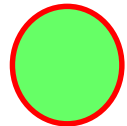
Rozvinutost tvaru q

(tvarový faktor Malinowske)

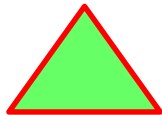
je často používán v textilních aplikacích

Platí, že čím je složitější profil vlákna, tím větší je obvod vlákna:

$$q = \left(\frac{O_v}{\pi d_e} - 1 \right) = \frac{1}{\sqrt{c}} - 1$$



$q = 0$



$q = 0,09-0,12$



$q = 0,45-0,5$

Výhoda : $(q + 1)$ je korekční faktor

$$(q + 1) = \frac{O}{\pi d_e} \Rightarrow O_N = O_e(q + 1) = \pi d_e(q + 1)$$

Ovalita c_k je rovna poměru obvodu vlákna O_v a obvodu ekvivalentního kruhového vlákna O_e
(se stejnou plochou příčného řezu)

$$A_v = A_e$$

$$A_v = A_e = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{O_e^2}{4\pi}$$

$$c_k = \frac{O_v}{O_e} = \frac{O_v}{2\sqrt{\pi A_v}}$$

$$c_k = \frac{1}{\sqrt{c}}$$

$$q = \frac{1}{\sqrt{c}} - 1 = c_k - 1$$

$$O_N = O_e(q + 1)$$

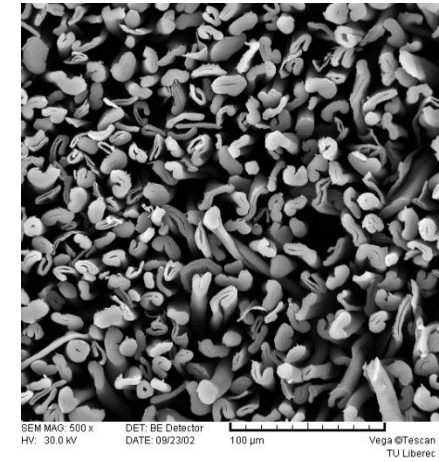
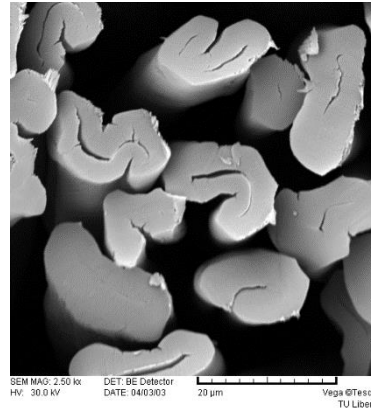
$$A_N = A_e / (q + 1)^2$$



Zralost bavlněných vláken

- ❑ Bavlněná vlákna
- ❑ Na základě potřeb praxe jsou pro bezvřetenové předení preferovány vlastnosti bavlny v uvedeném pořadí:

- ❑ pevnost vláken
- ❑ jemnost vláken
- ❑ délka vláken a její rozdělení
- ❑ zralost vláken
- ❑ znečištění suroviny
- ❑ barva vláken



- ❑ **Zralost vláken** - byla měřena původně metodou polarizovaného světla v mikroskopu analýzou tloušťky stěny

- ❑ Tato metoda je velmi pracná a byla nahrazena tzv. kaustifikační metodou pomocí Micronaire před a po merceraci v 18%-ním NaOH

Zralá vlákna nad 60%
Nezralá vlákna 20-30 %

- ❑ Koeficient zralosti **ZR**

$$ZR = \frac{MI_{surovina}}{MI_{po\ merceraci}} \cdot 10^2 [\%]$$



HVI - průmyslová analýza vlastností

- ❑ Linky **HVI (High Volume Instruments)** byly sestaveny na základě požadavků rychlého stanovení vlastností bavlny
- ❑ Linky HVI zahrnují zejména měření těchto vlastností:
 - ❑ **Délka vláken** - přístroj Fibrograf
 - ❑ **Jemnost vláken** - přístroj Micronaire
 - ❑ **Pevnost vláken** - přístroj Pressley Tester
 - ❑ **Čistota suroviny** - přístroj Trash Tester
 - ❑ **Barva suroviny** - CCD kamera
- ❑ Linky rovněž registrují čárový kód jednotlivých proměřovaných balíků suroviny, takže lze pohodlně a odpovědně řídit kvalitu výroby.

