

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
V LIBERCI

PŘÍSPĚVEK K NESTEJNOMĚRNOSTI
VLÁKENNÝCH PRODUKTŮ KLASICKÉHO A ZKRÁCENÉHO
ZPŮSOBU SPŘÁDÁNÍ

Kandidátská dizertační práce

Liberec, červen 1971

Ing. Sayed Ibrahim

1. ÚVODNÍ ČÁST

	str.
1. Ú V O D N Í Č Á S T	1
1.1 Obsah	2
1.2 Úvod	7
1.3 Historický přehled bezkřídlovkového předení	9
2. V S T U P N Í Č Á S T	10
2.1 Literární rešerše	11
2.2 Seznam použitých symbolů	15
2.3 Seznam příloh	19
3. T E O R E T I C K Á Č Á S T	21
3.1 Definice nestejnoměrnosti a vad v předním procesu	22
3.1.1 Kritéria nerovnoměrnosti	22
3.2 Rozložení vláken v závislosti na jejich délce	23
3.2.1 Statistická charakteristika rozložení délek vláken	24
3.2.1.1 Hmotné rozložení vláken podle délky	24
3.2.1.2 Průřezové rozložení vláken podle délek	27
3.2.1.3 Třásňové (staplové) rozložení vláken podle délek	28
3.2.1.3.1 Vlastnosti třásňové (staplové) křivky $H_F(L)$	31
3.3 Ideální svazek vláken	33
3.3.1 Autokorelační funkce	33
3.3.1.1 Vztah mezi autokorelační a staplovou křivkou	34
3.3.2 Délková variační křivka	36
3.3.2.1 Hustota materiálu	36
3.3.2.2 Statistická definice vnější CB(L)	38
3.3.2.3 Statistická definice vnější nestejnoměrnosti CB(L), U(L)	40
3.3.2.4 Srovnání statistické a geometricko-analytické definice délkové variační křivky	40
3.3.2.5 Definice CV(L) a vnitřní nestejnoměrnosti	42

	str.
3.3.2.6 Vztah mezi autokorelační funkcí a délkovou variační funkcí $CB(L)$	44
3.3.2.7 Výpočet délkové variační křivky	45
3.3.2.7.1 Olerupova metoda	45
3.3.2.7.2 Brennyho metoda	46
3.3.2.7.3 Numerický integrál (Wegener - Hoth)	47
3.3.2.7.4 Překrývací metoda (Überlagerungs Methode)	47
3.3.2.7.5 Stanovení $CB(L)$ pomocí počítače (Wegener) /19/	48
3.3.2.7.6 Metoda Fujina a Kawabata	50
3.3.2.7.7 Srovnání výpočetních metod	51
3.3.2.7.8 Návrh výpočtu $CB(L)$ pomocí fibrografu	52
3.3.3 Limitní nestejnoměrnost $CB(0)$	55
3.3.3.1 Výpočet $CB(0)$	55
3.3.3.2 Limitní nestejnoměrnost směsového produktu	57
3.3.3.2.1 Výpočet α odvození koeficientu jemnosti vláken směsových produktů	57
3.3.4 Spektrum funkce	61
3.3.4.1 Vztah mezi autokorelační funkcí a spektrem funkce	61
3.3.4.2 Vztah mezi spektrem a délkovou variační křivkou	62
3.3.4.3 Výpočet spektra funkce	63
3.3.4.4 Odvození a výpočet spektra funkce pomocí $H_F(L)$	63
3.4. Skutečný svazek vláken	66
3.4.1 Skutečná nestejnoměrnost svazku vláken	66
3.4.2 Index nestejnoměrnosti	68
3.4.3 Způsob měření hodnoty $CB(L)$	69
3.4.4 Charakteristika $CV(L)$	70
3.4.5 Charakteristika $CB(L)$	71
3.4.6 Princip USTER	71
3.4.7 Brennyho konstrukce na zjištění celkové nestejnoměrnosti	74

	str.
3.5	Diskuze k teoretické části 75
3.5.1	Diskuze k ideálnímu svazku a ideální nestejnoměrnosti 75
3.5.2	Diskuze k indexu nestejnoměrnosti a rozdělení konců vláken 77
3.5.3	Diskuze k významu $CB(L)$ 78
3.5.4	Vztah mezi druzením, průtahem a nestejnoměrností 80
3.5.4.1	Výpočet přídavné nestejnoměrnosti ve skutečném svazku vláken 82
3.5.5	Diskuze k navržené metodě ^{výpočtu} $CB(L)$ pomocí fibrografu 84
3.5.6	Posouzení významu $CB(\frac{L}{I})$, $P(\frac{u}{I})$ a $s^2(-\frac{1}{I} \log \lambda)$ 88
4.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST 89
4.1	Zaměření práce - cíl 90
4.2	Zkoušky technologické 90
4.2.1	Přádní plány - sortiment JITKA 90
4.2.2	Technologické údaje - sortiment JITKA 93
4.2.3	Přádní plány - sortiment SEBA 95
4.2.4	Technologické údaje - sortiment SEBA 97
4.2.5	Popis použité přádní techniky 98
4.3	Zkoušky vláken 102
4.3.1	Délka vláken 102
4.3.1.1	Měření délky vláken jehličkovým staplovým přístrojem 102
4.3.1.2	Měření délek jednotlivých vláken 103
4.3.1.3	Měření na fibrografu 104
4.3.2	Jemnost vláken 104
4.4	Zkoušky výrobků 105
4.4.1	Nestejnoměrnost 105
4.4.1.1	Normal test $CB(0)$ 105
4.4.1.2	Innert test $CB(L)$ 105
4.4.1.3	Spektrogram 105

	str.
4.4.2	Vady (slabá a silná místa a nopky)
4.4.3	Fyzikálně-mechanické vlastnosti
4.4.3.1	Pevnost, tažnost
4.4.3.2	Pracovní křivky
4.4.3.3	Čm přízí
4.4.4	Výpočet ideálních průběhů
4.4.4.1	Výpočet limitní nestejnoměrnosti CB(O)
4.4.4.2	Výpočet indexu nestejnoměrnosti
4.4.4.3	Výpočet ideálního průběhu křivky CB(L)
4.4.4.4	Výpočet ideálního průběhu spektra funkce
4.4.5	Vyhodnocovací technika
4.4.5.1	Reprezentativnost střední hodnoty měřeného znaku
4.4.5.2	Rozsah spolehlivosti
4.4.5.3	t - test, rozdíly středních hodnot
4.4.5.4	Rozptylová analýza
4.4.5.5	Mezní rozdíl (Grenz Differenz) GD
4.5	Diskuze k experimentální části
4.5.1	Diskuze k předním plánům
4.5.2	Diskuze o nestejnoměrnosti CB(O)
4.5.3	Diskuze o průběhu délkové variační křivky $CB(L,1)_T$
4.5.4	Diskuze k spektrogramu
4.5.5	Diskuze k vadám v kvalitě příze
4.5.6	Diskuze k pevnosti a tažnosti
5.	E K O N O M I C K Á Č Á S T
5.1	Účel a cíl
5.2	Technologický postup (viz experimentální část, 4.2.1)
5.2.1	Výrobnost stroje a počet potřebných strojů
5.2.2	Spotřeba elektrické energie
5.2.3	Potřeba provozní plochy
5.2.4	Základní materiál

	str.
5.2.5	Mzdy výrobních dělníků 123
5.2.6	Dílenské režie 123
5.3	Ekonomie systému klasické technologie 125
5.3.1	Výrobnost a počet potřebných strojů 126
5.3.2	Spotřeba elektrické energie kWh 126
5.3.3	Potřeba provozní plochy m ² 126
5.3.4	Základní materiál 127
5.3.5	Mzdy výrobních dělníků 127
5.3.6	Dílenské režie 128
5.3.7	Výpočet úspor 129
5.3.8	Porovnání obou technologií 130
5.4	Diskuze k ekonomické části 132
6.	Z Á V Ě Ř E Č N Á Č Á S T 133
6.1	Poznatky teoretické části 134
6.2	Poznatky experimentální části 135
6.3	Poznatky ekonomické části 136
6.4	Závěr 137
	Seznam použité literatury 138

1.2 Úvod

Lidstvo stojí před historickou etapou vědecko-technické revoluce. V textilním, konkrétně přádelnickém průmyslu se vědecko-technická revoluce projevuje regulací a automatizací. Podmínkou pro jakýkoliv technický rozvoj v přádelnách je důkladný teoretický rozbor včetně identifikace všech poruch, které se vyskytují v technologickém procesu.

V stávajících technologických procesech vznikly poruchy nestejnoměrnosti, které je snaha stále snižovat. V přádelnách budoucnosti musíme naopak všem poruchám předcházet, Je proto zcela logické, že všechny uvedené poruchy, a to pokud se týká vlastní vlákenné suroviny, tak technologických přádelnických procesů, je nutno teoreticky zdůvodnit.

V předložené práci, která si neklade nárok na úplnost se pokusíme charakterizovat nestejnoměrnost, její vznik, charakteristiku a funkční závislosti.

Aby bylo možno detailně charakterizovat nestejnoměrnost na úrovni současného stavu techniky, je třeba se seznámit skutečného a ideálního souboru svazku vláken. Dále je nutno stanovit kritéria funkčních vlastností svazku vláken, jejich délkové rozložení, autokorrelační funkce, délkové variační charakteristiky, spektra funkcí atd. Teprve důkladným poznáním rozboru těchto jevů můžeme ovlivňovat vlastní technologický proces.

V experimentální části předkládané práce je učiněn pokus aplikovat získané poznatky na podmínky bezkřídlovkové přádelny, tj. na pramenové předení a jeho srovnání s klasickými technologickými postupy.

Experimentální část nemohla být provedena vyčerpávajícím způsobem, pokud se týká výběru různých vlákenných surovin. Také vyhodnocování příze nebylo provedeno zcela do-

konsle s ohledem na možnosti jak školy, tak i autora.

Třeba brát též v úvahu určitou indispozici autorovu, která spočívá v jazykových potížích. Bylo třeba pro spoustu odborných výrazů stanovit české termíny, což nebylo vždy jednoduché. Rovněž označení symbolů bylo přizpůsobeno zahraniční literatuře a neodpovídá vždy normám ČSN.

Závěrem chci poděkovat vzácnému pochopení vlády Sjednocené arabské republiky a přátelským stykům s Československou socialistickou republikou, rovněž tak pracovníkům textilní fakulty Vysoké školy strojní a textilní v Liberci, kteří mně připravili příjemné pracovní prostředí. Zvláště pak svému školiteli, Prof. Ing. Jaroslavu Simonovi, děkanu textilní fakulty, za cenné rady a pochopení pro mou práci.

Liberec, červen 1971

1.3 Historický přehled bezkřídlovkového předení

Pramenové předení bavlny

První patent na spřádání pramene s vyloučením přástování pochází od vynálezce Daye, který za něj v roce 1836 obdržel patent. Vynálezce však značně předběhl dobu. Vynález se tehdy nesetkal s patřičným ohlasem. Další vynález se objevil v roce 1884, kdy T. Abbot přihlásil v USA pat. č. 314.608. Vynálezce přihlásil průtahové ústrojí s více válečkovými páry, takže docíloval výsledný průtah až 120ti násobný. Tím se mu podařilo pracovat bez nebo s jedinou pasáží křídlovek. Avšak ani tento vynález se prakticky neprosadil.

Známý vynálezce Casablanca přihlásil v roce 1922 něm. pat. č. 396.620 průtahové ústrojí, které označil jako "kombinované". Byla to vlastně dvě průtahová ústrojí za sebou. První obyčejné tříválečkové průtažné ústrojí, druhé Casablanca se dvěma řemínky nebo s přítlačným válečkem, který sloužil k lepší kontrole vláken. Mezi těmito ústrojími byla krutná trubka, která sloužila k zhuštění vláken.

Podobnou cestou šla fy Hartmann v roce 1929. Ani další vynálezci Gmind, Nigrin a Horsák své vynálezy nedovedli do průmyslového užívání.

Teprve po druhé světové válce poněkud s větším úspěchem se setkala italské ústrojí Nastrofil. Ani to se však většího rozšíření nedočkalo.

Pramenové předení, které doznalo průmyslového využití byl japonský systém OM-S a OM-K. Tento systém se úspěšně prosadil v asijských podmínkách.

V ČSSR bylo pramenové spřádání bavlny úspěšně vyvinuto v np. Kovotex, Červený Kostelec. Pramenové předení se začíná prosazovat stále větší mírou u řady výrobců přádelnických strojů.

2. VSTUPNÍ ČÁST

2.1 Literární rešerše

RUDNICK E.S. - Super high draft Spinning; Sliver to yarn.
Text. Res. J. 26,489 (1956)

V roce 1956 porovnával 14 druhů příze od Čm 32,17 (31,08 tex) až Čm 135,5 (7,38 tex) předených na japonských vysokoprůtažných pretencových strojích a na strojích s klasickým průtažným systémem. Přitom zjistil, že příze předená bezkřídlovkově měla lepší nebo stejnou pevnost.

NUTTER a SLATER - A critical assessment of recent Progress in the technology of Cotton Spinning. J. Text. Inst. 50,P397 (1959) 53, P481 (1962)

Uvádějí vlivy průtahu v předpřádacím procesu (tj. počet posukovacích pasáží). Zjistili, že pevnost přízí stoupala s počtem předpřádacích pasáží, a to jak v klasickém, tak i bezkřídlovkovém systému. Porovnávané příze, které měly dobré vyrovnaní zadních háčků vláken, nelézající se v průtahovém poli měly lepší pevnost na rozdíl od těch, které vyrovnavání předních háčků neměly tak dobré.

BORNET - Survey for short and long-term unevenness of yarns spun on Cotton System. Ontario Research Foundation, Toronto (1961)

V roce 1961 porovnával příze předené klasicky a bezkřídlovkově. Auto^{na} uvedl přední plán a proto uvedené výsledky nejsou srovnatelné.

HOOPER N. - Sliver to yarn Spinning. Text. manuf., 86, 478 (1960) - Direct Sliver Spinning. Tweedales Smolly Globe Rev.3, No. 4,181 (1961)

Srovnával bavlněné příze Čm 11,85 (84,36 tex); 20,32 (49,21 tex) 27,09 (36,21 tex); 40,64 (24,61 tex) předené klasicky a bezkřídlovkově. Při zkouškách používal dělení pramene na poslední pasáži (typ AKP 12) a na předení používal pretencový stroj (typ RWF 4 válc.

průt. ústrojí). Porovnávacími parametry byly nestejnomyšernosti tržná délka, zékрут, vzhled a produktivita práce. Překvapivé byly výsledky získané z vysokoprůtažného systému (200 násobný průtah), které měly lepší hodnoty nestejnomyšernosti na přístroji USTER, než z klasického systému (16-26 násobný průtah).

RUSAKOV, ROMANOV, FEINBERG a ČATKINA - Flyerloses Spinnen Textil. prom. č. 5,43 (1961). Souhrn v němčině v Zeitschrift f.d. ges. Textilindustrie 64,165 (1962)

Srovnávali spřádání bavlny a česané příze Čm 37 (115 násobný průtah, resp. 12,5 násobný) a Čm 61 (191násobný, resp. 20,3 násobný) a mykanou přízi Čm 34 (106 násobný, resp. 11,3 násobný). Použity byly bezkřídlovkový a klasický spřádací systém. Autoři zjistili, že příze předené bezkřídlovkově na vysokoprůtažném 4válečkovém ústrojí, se spodním vodícím řemínkem a ohnutou dráhou vedení vláken se téměř nelišily. Na větších úsečkách dosáhli v bezkřídlovkovém předení lepších výsledků. Příze Čm 69 předená na vysokoprůtažných strojích OMS s 250 násobným průtahem (resp. 13 násobný průtah) neměla markantní rozdíl v pevnosti oproti klasické přízi.

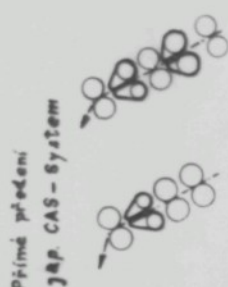
RAES - Was ist vom Streckbandspinnen zu erwarten. Melliand Textilberichte 43,552 (1962)

Srovnává mykanou přízi Čm 31,25 (průtah 78 násobný, resp. 11,6 násobný) a Čm 65,5 (průtah 165 násobný, resp. 23,2 násobný) předenou na čtyřválečkovém vysokoprůtahovém ústrojí s jednořemínkovým systémem fy Weller (dříve Pfeningsberg). V další práci srovnává příze předené na japonském systému CAS.

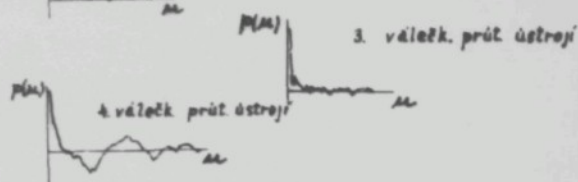
AONO, MURAKAMI a ARAI - CAS System and some of its dynamic characteristics. J. Text. Mach. Soc. Japan 2, 1 (1962)

Zhotovili zařízení na měření autokorelogramu pomocí analogového kořelatoru. Potom porovnávali autokorelogramy přízi předených klasicky a čtyřválečkových dvouřemínkových a pětiválečkových

čtyřválečkových ústrojí. Podle zhotovených autokorelogramů odvodili, že čtyřválečkové vysokoprůtahové systémy nebyly vhodné pro předení jemných přízí č. 67, 73.



5 válečkové průt. ústrojí



Skut. autokorelační funkce

Příze předená na pětiválečkovém ústrojí s 36násobným průtahem a příze klasicky předené byly rovnocenné.

WEGENER a PEUKER - Das Faserbandspinnverfahren. Zeitschrift f.d. ges. Textilindustrie 64,-1050 (1962); 65,-6, 81, 163, 259, 347, 428, 508, 592, 815, 1017 (1963); 66,- 99, 179, 254, 368 (1964)

Seriál článků zabývajících se obšírně všemi problémy předení bavlny z pramene. Přehled známých prstencových strojů, různé systémy předloh, vývoj průtažných ústrojí pro vysoký průtah. Systémy CAS pro kontinuální linky, vliv pesáží, posukování na jakost pramene a ekonomické zhodnocení předení z pramene. Výťah stati také v časopise Deutsche Textiltechnik 4, 175 (1964)

STEIN H. - Vergleich des Bandspinnens von Baumwolle und Chemiefasern mit dem klassischen Baumwollspinnverfahren. Textil Praxis 18, 172 (1963)

Výťah z výzkumné zprávy Institutu pro textilní měřicí techniku v M. Gladbechu. Pojednává o premenovém spřádání a poukazuje na některé záporné jevy tohoto systému, např. nutnost většího prostoru pro překládaný materiál. Premén v konvi vyžaduje 2 až 3 krát větší prostor než stejné množství materiálu na cívce z křídlovky. Průtažné zařízení na velevysoký průtah vyžaduje zhušťovací nálečky, které jsou častým zdrojem poruch a nepravidelností. Zhodnocení premenového předení z hlediska kvality výrobku.

ŠTOREK - Zkušenosti a výsledky úsilí o předení z pramene.
Textil 17, 168 (1962)

Přehled zahraničních strojů a zkušebních strojů vyrobených
v ČSSR pro přímé předení z pramene. Jakost vypředených přízí, vy-
robených na modelu stroje s velevysokým průtahem.

2.2 Seznam použitých symbolů

b	šířka kondenzátoru, měřená ve směru průchodu materiálu
c	konstanta
CB	variační koeficient (Between)
$CB(0)$	limitní nestejnoměrnost
$CB(L)$	délková variační funkce
$CB(L, l_r)$	celkový variační koeficient (zákl. soubor)
$CB(L, l_q)$	délková variační-křivka zkoumané délky
$CB(l_q, l_r)$	délková variační křivka zkoumaných délek a celého zákl. souboru
$CB(L)_{MF}$	délková variační křivka získaná z fibrografu
CV	vnitřní variační koeficient (within)
$CV(L)$	vnitřní délková variační křivka
$CV(0, L, l_r)$	vnitřní délková variační křivka celého zákl. souboru
CT	celkový variační koeficient (Total Coefficient of Variation)
CT_2	přídavná nestejnoměrnost, způsobená odchylkou vzájemného posunutí vláken
$\dot{C}_{mp}$	číslo metrické produktu
$\dot{C}_{mv}$	číslo metrické vláken
D	družení
$\bar{d}$	relativní průměrná odchylka
$\bar{d}^x$	relativní průměrná odchylka od zvolené hodnoty x
$dp(l)$	pravděpodobnost vytažených vláken délky l nahodilým výběrem
$E(m_{FA})$	očekávaná hodnota počtu vláken (Poissonovo rozdělení)
F	hodnoty F rozdělení
$F(1/2)$	normované spektrum funkce
f	stupeň volnosti
$f_i(T)$	frekvenční funkce rozložení jemnosti vláken i -tého komponentu

G	váha kusu materiálu
GD	mezní rozdíl (Grenz Differenz)
$\bar{g}$	průměrná hodnota hustoty kusu materiálu
$H(L)$	sumární četnost (distribuční funkce)
$H_r(L)$	steplová (třáseň) křivka
$H_{rm}(L)$	modifikovaný fibrogram
h	četnost
$h(q)$	překročená četnostní funkce
$h(L)$	relativní četnost délek vláken (frekvenční funkce rozložení délek vláken)
$h_q(L)$	frekvenční funkce rozložení vláken v průřezu
$h(T)$	frekvenční funkce rozložení jemností vláken ve směsi
I	intenzita (proud)
i_{rc}	index rozložení konců vláken
K	index nestejnoměrnosti
$K(L)$	index nestejnoměrnosti v závislosti na délce L
L	sledovaná (zkoumaná) délka svazku vláken
$\bar{l}$	délka vlákna
$\bar{l}^*$	střední délky vláken ležících v intervalu (x, l_{max})
$\bar{l}$	střední délka vláken
$\bar{l}_q$	střední délka vláken (váhová)
l_{max}	maximální délka vláken
l_T	celá délka vlákeného útvaru zákl. souboru (Total Length)
l_c	celá pozorovaná délka svazku vláken
N	počet naměřených hodnot
$\bar{N}_{rc}$	střední hodnota počtu konců vláken
m	počet vláken
$\bar{m}$	střední počet vláken v průřezu vláknitého útvaru
P	průtah
$P(x)$	pravděpodobnost podle Poissonova rozdělení
$P(u)$	autokorelační funkce
P_i	četnost i -tého intervalu

R_i	váhové zastoupení vláken ve směsi
η	podíl vlákna i-tého komponentu
r	korelační koeficient
$\bar{s}_i^2$	průměrný kvadratický rozptyl (vnitřní)
s	směrodatná odchylka z naměřených hodnot
s^2	rozptyl naměřených hodnot
$\bar{s}^2$	vnitřní lineární rozptyl
$\delta(\log \lambda)$	spektrum funkce
$\bar{T}$	střední hodnoty jemnosti vláken ve směsi
T_i	jemnost vlákna i-tého komponentu
$\bar{T}_i$	střední hodnota jemnosti vláken i-tého komponentu
T_p	jemnost produktu (příze) vyjádřená v přímém systému
t	hodnoty t-rozdělení (Studentovo rozdělení)
U	vnější nestejnoměrnost
$U(l)$	vnější křivka nestejnoměrnosti
u_i	vnitřní nestejnoměrnost (innen)
$U[\%]$	lineární nestejnoměrnost
U^*	napětí
V	rychlost
v	variační koeficient
v_{FA}	variační koeficient počtu vláken
v_{FL}	variační koeficient počtu konců vláken
v_T	variační koeficient hmotové jednotky délek vláken (jemnosti)
v_d	variační koeficient průměru vláken
v_l	variační koeficient délky vláken
$\bar{\eta}$	střední hodnota hustoty pozorovaného kusu materiálu
η	střední hodnota celého zkoumaného materiálu
$\gamma(l)$	absolutní četnost délek vláken
$\gamma(x)$	hustota materiálu

L_1, L_2	konstanty přístroje USTER-Integrátor (kvadraticky)
γ	koeficient posunu vláken
σ	zaručená relativní chyba v %
ε	tažnost v %
$x(\eta)$	frekvenční funkce rozložení pravděpodobnosti zachycených vláken v sevřené línii
λ	délková vlna
μ	střední hodnota základního souboru
$\mu_{o,u}$	střední hodnota základního souboru horní a dolní meze spolehlivosti (o, u = obere, untergrenze)
$\bar{x}$	střední bod pozorovaného kusu materiálu
σ	směrodatná odchylka základního souboru
σ^2	rozptyl základního souboru
Φ	koeficient vlákenné soudržnosti
χ^2	hodnota χ^2 rozdělení (chi-hodnota)

2.3 Seznam příloh

I/1-4	stanovení délky vláken na jehl. staplovacím přístroji (v surovině)
II/5-7	stanovení délky vláken na jehl. staplovacím přístroji (v pramenu)
III/1-6J	délka jednotlivých vláken - Jitka
III/1-6T	délka jednotlivých vláken - Tenvelde
IV/1-6	χ^2 test na porovnání jednotlivých vláken
V/1-5 6-10	výsledky a statistické vyhodnocení naměřených hodnot na přístroji USTER
V/1-4G 6-9G	grafický seznam nestejnoměrnosti USTER
VI/1-5 6-10	naměřené hodnoty CB(L) (Innert-test)
VII/1-4 6-9	ideální a skutečný spektrogram
VIII/1-10	slabá místa, tlustá místa, nopky
IX/1-4 4-9	histogramy a vyhodnocení pevnosti a tažnosti
X/1-4 6-9	statistická analýza pevnosti příze
XI/1-4 6-9	hodnoty deformační práce
XII/1-4	pracovní křivky
XIII/1-9	zjištění Čm
XIV/1-9	zjištění zákrutu
XV	index nestejnoměrnosti
XVI/1-12	CB(L) charakteristika příze
XVII/1a 1b	výpočet CB(L)-překrývací metoda (Jitka) výpočet CB(L)-numerický integrál
XVII/2a 2b	výpočet CB(L)-překrývací metoda (Seba) výpočet CB(L)-numerický integrál
XVIII/1-12a 1-12b	výpočet CB(L) pomocí integrálu výpočet CB(L) pomocí fibrografu
XIX a	graf staplové křivky a modifikovaného fibrogramu (stejnoměrná třásen)
XIX b	CB(L) získaný pomocí integrálu a pomocí fibrografu

- XX a graf staplové křivky a modifikovaného fibro-
gramu (nerovnoměrná třásen)
- XX b CB(L) získaný pomocí integrálu a pomocí fibro-
grafu
- XXI souhrn ukazatelů vlastností přízí
- XXII blokové schema výpočtu CB(L) - překrývací
metoda
- XXIII blokové schema výpočtu CB(L) pomocí integrálu
a fibrografu

3. TEORETICKÁ ČÁST

3.1 Definice nestejnóměrností a vad v přádání procesu

Uspořádání a rozmístění vláken ve svazku během přádáního procesu není dokonalé. To způsobuje nestejnóměrnosti a vady vláknenného svazku.

Vady vláknenného svazku se objevují ojediněle a nepředstavují jeho průběžné vlastnosti (např. nopky, přísuky).

Nestejnóměrností je průběžné hmotové kolísání v průřezu vláknenného svazku přádáního produktu. Tato nestejnóměrnost nezahrnuje vady vláknenného svazku. Nestejnóměrnost nutně vzniká při spřádání každé steplové suroviny. Nestejnóměrnost je hlavním kvalitativním ukazatelem v přádáního procesu. Je rozhodující i při zpracování hodnocené příze v konečném textilním plošném útvaru. Nestejnóměrnost ovlivňuje rozhodující měrou výslednou kvalitu a tím i ekonomický efekt celé textilní výroby.

Nestejnóměrnost vláknenného svazku v textilně-technologickém zpracovatelském procesu ovlivňují tyto faktory :

1. vhodnost konstrukce textilního stroje,
2. vhodnost technologického zpracovatelského procesu,
3. vhodnost textilní suroviny.

V přádáního procesu mohou být tyto faktory ovlivněny:

1. vhodností použitého průtahového systému, založiskovním průtahových válečků, přítlakem horních válečků;
2. vhodností usezení průtahových válců, rozdělení mezi průtahů, druzením, zákrutem;
3. vhodností suroviny, její čistotou, pevností, délkou a jemností vláken

3.1.1. Kriterie nerovnoměrností: mohou být vyjádřena :

1. Autokorelační funkcí $P(u)$,
2. délkovou variační funkcí $CB(L)$,
3. spektrem funkce $s^2(\log \lambda)$
4. překročenou četnostní funkcí (Überschreitungshäufigkeit) $h(g)$

Autokorelační funkce udává velikost závislosti mezi hustotou materiálu $y(x)$ a $y(x+u)$, kde u je hodnota různící se mezi oběma údaji.

Délkové variační funkce udává hmotné kolísání materiálu, vyjádřené variačním koeficientem jako funkce zkoumané délky.

Spektrum funkce udává veličinu sinusového kolísání v závislosti na délkové vlně λ .

Překročená četnostní funkce (Überschreitungsheufikkeit) udává četnost h překročení určité mezní hodnoty g .

V dalším se pokusím vysvětlit základní pojmy o rozložení vláken v přádním útvaru.

3.2 Rozložení vláken v závislosti na jejich délce

Pro analýzu rozložení vláken ve svazku rozlišujeme :

- hmotový vzorek,
- průřezový vzorek,
- třásňový (staplový) vzorek.

Vzorek podle a připravíme tak, že z většího množství suroviny (chomáčeků), nebo delšího kusu pramene (příze) vybereme vzorek, kde každé vlákno tohoto souboru má stejnou pravděpodobnost vytažení a změření.

Vzorek podle b připravíme tak, že svazek vláken (pramene, přástu) sevřeme dostatečně úzkou plochou (přibližující se teoreticky linii), vyčešeme nesevřená vlákna po obou stranách stiskové plochy (linie), potom zbylá sevřená vlákna představují soubor vláken z průřezu.

Vzorek podle c připravujeme stejným způsobem jako v případě b s tím rozdílem, že zbylá sevřená vlákna těsně po jedné straně čelistí uřízneme a takto získáme třásňový vzorek.

3.2.1 Statistická charakteristika rozložení délek vláken3.2.1.1 Hmotné rozložení vláken podle délek

Nejdříve musíme stanovit rozložení počtu naměřených vláken n podle velikosti délky l , tj. v závislosti absolutní četnosti na velikosti délky l . Nejpravděpodobnější jsou potom vlákna délky l s maximální četností.

Stanovíme, kolik naměřených vláken leží v intervalu

$$\left\langle l - \frac{\Delta l}{2}; l + \frac{\Delta l}{2} \right\rangle$$

Je-li tento počet $\Delta m_i(l)$, definujeme průměrnou absolutní četnost výřezem

$$g(l) = \frac{\Delta m_i(l)}{\Delta l} \quad (1)$$

a průměrnou relativní četnost

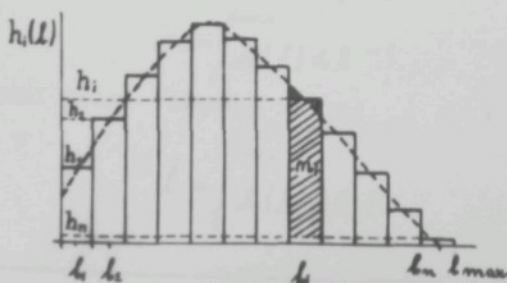
$$h(l) = \frac{g(l)}{n} = \frac{\Delta m_i(l)}{n \cdot \Delta l} \quad (2)$$

rozšíříme (1) a (2) na ideální případ, potom absolutní četnost

$$g(l) = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{\Delta m_i(l)}{\Delta l} = \frac{dm(l)}{dl} \quad (3)$$

a relativní četnost

$$h(l) = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{\Delta m_i(l)}{n \cdot \Delta l} = \frac{g(l)}{n} \quad (4)$$



Pravděpodobnost vytažených vláken nahodilým výběrem označíme

$$dp(l) = \frac{dm(l)}{n}$$

s počtem n členů je $h(l)$ potom nazýváno hustotou pravděpodobnosti 1, 2/. Pro velký počet naměřených hodnot n se statistická pravděpodobnost (relativní četnost) blíží k matematické pravděpodobnosti.

Pro pravděpodobnost $dp(l)$, že vlákna délky l leží v intervalu

$$\left\langle l - \frac{dl}{2}, l + \frac{dl}{2} \right\rangle$$

potom platí

$$dp(l) = \frac{dm(l)}{n} = \frac{h(l) dl}{n} = h(l) dl \quad (5)$$

takže frekvenční funkce rozložení vláken podle délek splňuje

$$h(l) = \frac{dp(l)}{dl} \quad (6)$$

Frekvenční funkce pro $l < 0$, a pro $l > l_{max}$ nabývá nulové hodnoty.

Integrál frekvenční funkce (relativní četnost) v mezích od l až l_{max} vyjadřuje pravděpodobnost výběru vlákna ze základního souboru délky l nebo větší. Platí tedy :

$$H(l) = \int_l^{l_{max}} h(l) dl \quad (7)$$

$H(l)$ distribuční funkce (sumární četnostní funkce)

Distribuční funkce je normovaná, že :

$$H(0) = \int_0^{l_{max}} h(l) dl = 1 \quad (8)$$

dále střední délka vláken

$$\bar{l} = \int_0^{l_{max}} h(l) dl \cdot l \quad (9)$$

nebo

$$\bar{l} = \int_0^{l_{\max}} \int_0^{l_{\max}} h(l) dl dl \quad (10)$$

rozptyl :

$$\sigma^2 = \int_0^{l_{\max}} (l - \bar{l})^2 h(l) dl \quad (11)$$

variační koeficient :

$$v = \frac{\sigma}{\bar{l}} \cdot 100 \quad (12)$$

Mimo variances bývá kromě σ^2 respektive v vyjádřeno někdy průměrnou odchylkou :

$$\bar{d} = \int_0^{l_{\max}} |l - \bar{l}| h(l) dl \quad (13)$$

relativní průměrnou odchylkou (která je lineární analogií variačního koeficientu)

$$\frac{\bar{d}}{\bar{l}} = \frac{1}{\bar{l}} \int_0^{l_{\max}} |l - \bar{l}| h(l) dl \quad (14)$$

průměrnou odchylku $\bar{d}^*$ od zvolené hodnoty $\underline{x}$, která je mírou variací vzhledem ke zvolené hodnotě $\underline{x}$.

Platí :

$$\begin{aligned} \bar{d}^* &= \int_0^{\underline{x}} |l - x| h(l) dl + \int_{\underline{x}}^{l_{\max}} |l - x| h(l) dl = \\ &= \int_0^{\underline{x}} |l - x| h(l) dl + \int_{\underline{x}}^{l_{\max}} |l - x| h(l) dl \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{kde } l, x \text{ splňují} \\ 0 \leq l \leq l_{\max} \\ 0 \leq x \leq l_{\max} \end{array}$$

Ze vztahu pro $\bar{d}^*$ lze zřejmě psát :

$$\bar{d}^* = \int_0^{\underline{x}} |l - x| h(l) dl + \int_{\underline{x}}^{l_{\max}} |l - x| h(l) dl$$

Dle definice pojmu absolutní hodnota reálného čísla je zřejmé, že

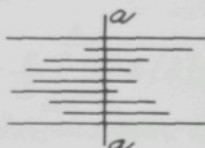
$$\bar{d}^* = \int_0^{\underline{x}} [x - l] h(l) dl + \int_{\underline{x}}^{l_{\max}} [l - x] h(l) dl \quad (15)$$

takže :

$$\bar{d}^x = \bar{d}_1^x + \bar{d}_2^x \quad (16)$$

První integrál vyjadřuje podíl vláken kratších než x na průměrné odchylce $\bar{d}^x$ a druhý integrál vyjadřuje podíl vláken delších než x na průměrné odchylce $\bar{d}^x$.

3.2.1.2 Průřezové rozložení vláken podle délek



Máme-li pramen s paralelním uložením vláken a sevřeme-li tento pramen v linii a-a, a vyčeseme všech nesevřená vlákna, vytvoříme průřezový soubor vláken. Chceme-li popsat tento soubor vláken, musíme nejprve hledat pravděpodobnosti sevření vlákna délkou l . Tato pravděpodobnost je úměrná délce vláken a rovná se $c \cdot l$, kde c konstanta úměrnosti [mm^{-1}]

Označíme-li relativní četnostní funkci zachycených (sevřených) vláken $h_q(l)$, potom platí :

$$h_q(l) dl = \frac{d p_r}{p_r}$$

kde $d p_r$ počet vláken délky l , zachycených v sevřené linii = počet vláken délky v hmotě (základní soubor) krát pravděpodobnost sevřených vláken

p_r celkový počet vláken zachycených v sevřené linii

Z rovnice (5) vyplývá, že počet vláken délky sevřených v linii a-a:

$$d p_r = c \cdot l \cdot h(l) dl$$

Celkový počet vláken zachycených je dán integrálem :

$$p_v = \int_0^{l_{\max}} c \cdot l \cdot h(l) dl \quad (17)$$

frekvenční funkce průřezového rozložení vláken je :

$$h_q(l) = \frac{l \cdot h(l)}{\bar{l}} \quad (18)$$

Distribuční funkce (sumární relativní četnosti) je dána integrálem :

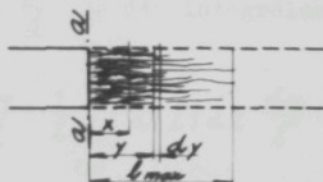
$$H_q(l) = \frac{1}{\bar{l}} \int_{x=l}^{l_{\max}} l \cdot h(l) dl \quad (19)$$

kde $H_q(l)$ je pravděpodobnost vytažených vláken z průřezového vzorku délek $x=l$ nebo větší.

Distribuce funkce je normována tak, že

$$H_q(0) = \frac{1}{\bar{l}} \int_0^{l_{\max}} l \cdot h(l) dl = 1 \quad (20)$$

3.2.1.3 Třásňové (staplové) rozložení vláken podle délek



Shora bylo vysvětleno, jak získáme třásňový vzorek. Tzv. "třásňová křivka" (Faserbart) je definována jako relativní četnost vláken délky $\geq \underline{l}$ k počtu sevřených vláken.

Počet vláken délky $\underline{l}$, který má přední konec ve vzdá-

lenosti y od svírací linie $a-a$ je součinem počtu vláken délky l zachycených v $a-a$ a pravděpodobnosti zachycení vláken předními konci právě na souřadnici X .

Vyjdeme-li z předpokladu, že vlákna jsou uložena podél osy zcela nahodile a pravděpodobnost sevření vláken v určitém bodě je stejná, jako pravděpodobnost sevření v jakémkoliv jiném bodě, potom frekvenční funkce rozložení pravděpodobnosti sevření vlákna podél souřadnice X bude konstantní. Protože analyzujeme vlákno, o kterém s jistotou víme, že je drženo ve stiskové linii $a-a$, pak musí být plocha pod křivkou frekvenční funkce pravděpodobnosti rovna 1.

$$x(y) = \frac{1}{l} \quad (21)$$

pravděpodobnost, že zachycená vlákna budou mít přední konce na souřadnici X rovna

$$x(y) \cdot dy = \frac{dy}{l} \quad (22)$$

Počet vláken délky l , jejichž přední konce leží právě ve vzdálenosti y je dán integrálem

$$\int_{y=l}^{y=l_{\max}} h_y(l) dl \frac{dy}{l} = \frac{1}{l} \int_{y=l}^{y=l_{\max}} l h(l) dl \frac{dy}{l} = \frac{1}{l} \int_{y=l}^{y=l_{\max}} h(l) dl dy \quad (23)$$

Třásnová křivka (staplová křivka) je definována jako relativní počet vláken ležících na souřadnici X , majících přední konce ve vzdálenosti $y \geq l$. Označíme-li tuto křivku $H_r(l)$, potom platí:

$$H_r(l) = \int_{y=l}^{y=l_{\max}} \left(\int_{l=l}^{l=l_{\max}} \frac{1}{l} h(l) dl \right) dy = \frac{1}{l} \int_{y=l}^{y=l_{\max}} H(l) dy \quad (24)$$

takže můžeme konstatovat, že staplová křivka - bez ohledu na konstantu - je dána dvojným integrálem frekvenční funkce, rozložením délek vláken, nebo jako integrál distribuční funkce.

Tato funkce je normována, takže

$$H_f(0) = 1 \quad (25)$$

V odborné literatuře bývá tato křivka někdy definována jako :

$$H_f(l) = 1 - \frac{x - F(x)}{l} \quad (26)$$

Rovnici (24) můžeme převést na tvar (26), je-li dosazeno :

$$H(l) = \int_x^{\infty} h(l) dl \quad 1 - H(l) = F(l) = \int_0^l h(l) dl$$

$F(l)$ první integrál
 $F(l)$ je pravděpodobnost existence vlákna délky l
 nebo kratší ze základního souboru

$$H_f(l) = \frac{1}{l} \int_{x=l}^{\infty} \left(1 - \int_0^l h(l) dl \right) dl = \frac{1}{l} \left(\int_{x=l}^{\infty} (1 - F(l)) dl \right) =$$

$$= \frac{1}{l} \left(\int_{x=l}^{l_{max}} dl - \int_{x=l}^{l_{max}} F(l) dl \right) = \frac{1}{l} (l_{max} - x - F(l_{max}) + F(x)) \quad (27)$$

když dosadíme $\bar{l} = \int_0^{l_{max}} l \cdot f(l) dl = \int_0^{l_{max}} l \cdot h(l) dl$
 integrací per partes :

$$\begin{aligned} u' &= f(l) & \mu &= F(l) \\ v &= l & v' &= 1 \\ \bar{l} &= (l F(l) - F(l)) \Big|_0^{l_{max}} \end{aligned}$$

tedy platí :

$$F(0) = 0 \quad F(l_{max}) = 0$$

$$F(l_{max}) = 1$$

dosazením získáme :

$$\bar{l} = (l_{max} - F(l_{max})) \quad (28)$$

dosadíme-li (28) do (27), potom dostaneme .

$$H_F(l) = \frac{1}{L} (\bar{L} - x + F(x)) = 1 - \frac{x + F(x)}{L} =$$

$$\frac{1}{L} \int_0^{l_{\max}} \int_l^{l_{\max}} h(l) dl dl$$
(29)

Rovnice (29) je shodná s rovnicí uvedenou v / 3 /

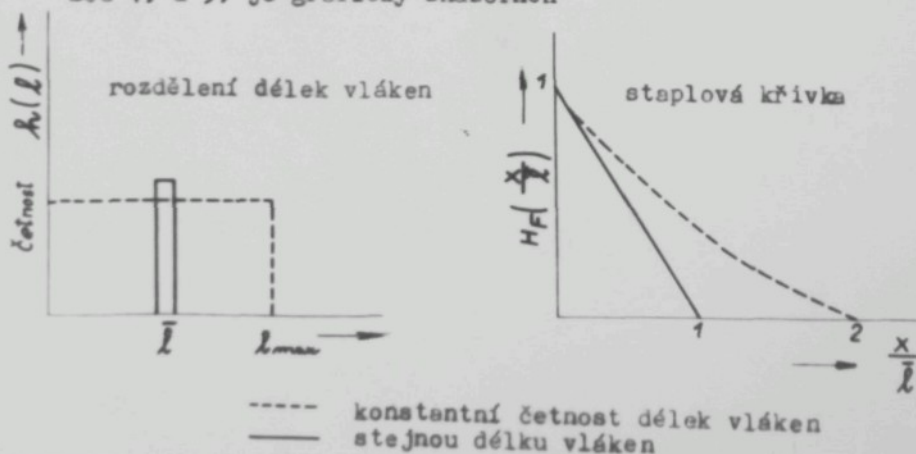
3.2.1.3.1 Vlastnosti třásnové (steplové) křivky $H_F(l)$

Mnoha autory / 6, 3, 4 / byla zkoumána steplová křivka. Goldiz / 5 / stanovil grafickou cestou postup získání steplové křivky na základě křivky normálně zhotoveného steplového diagramu. Protože steplová křivka je v předložené práci velmi důležitá, uvedeme některé její vlastnosti :

- 1) $H_F(l)$ je klesající ($H_F(l) < 0$ pro všechny, $x \in (0, l_{\max})$)
- 2) $H_F(l)$ v bodě $l=0$ má hodnotu 1 (25),
- 3) v bodě $x = l_{\max}$ přechází na 0 plynule,
- 4) $H_F(l)$ pro konstantní délku vláken $H_F(\frac{x}{L}) = 1 - \frac{x}{L}$ (30)
- 5) $H_F(l)$ pro konstantní četnost rozdělení délek vláken v intervalu $0 < l \leq l_{\max}$.

$$H_F(\frac{x}{L}) = 1 - \frac{x}{L} + \frac{1}{4} \left(\frac{x}{L} \right)^2$$
(31)

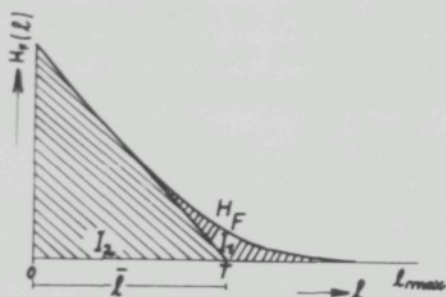
Bod 4) a 5) je graficky znázorněn



- 6) $H_F(l)$ je konvexní / 3 / , protože $H_F''(l) = \frac{h(l)}{l} \geq 0$
7) tečna v bodě $x=0$ protíná abscisu v bodě $\bar{l}$
8) od $H_F(l)$ lze počítat varisční koeficient rozdělení délek vláken / 3 / a / 6 /

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{V}{100} \right)^4$$

kde I_1, I_2 označí plochy



3.3 IDEÁLNÍ SVAZEK VLÁKEN

Ideální svazek vláken dle Brennyho / 7 / musí splňovat tyto předpoklady :

- vlákna jsou přímá, leží paralelně a mají všude stejnou tloušťku,
- Vlákna jsou rozdělena nahodile. Četnostní rozdělení počtu vláken v průřezu svazku odpovídá Poissonovo rozdělení, tj. odchylka počtu vláken se rovná střední hodnotě počtu vláken,
- rozdělení vláken ve svazku nezávisí na rozdělení jejich délek, tzn. že každé vlákno může se stejnou pravděpodobností ležet v kterémkoliv místě svazku vláken.

3.3.1 Autokorelační funkce

Autokorelační funkce $P(u)$ je definována / 8 /

$$P(u) = \frac{\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} (\gamma(x) - \bar{\gamma})(\gamma(x+u) - \bar{\gamma}) dx}{\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} (\gamma(x) - \bar{\gamma})^2 dx} = \frac{\sigma^2(u)}{\sigma^2(0)} \quad (32)$$

Autokorelační koeficient udává velikost závislosti mezi hustotou materiálu (lineární hustota) $\gamma(x)$ a $\gamma(x+u)$, kde u je hodnota různící se mezi oběma údaji.

Tedy platí :

$$\begin{aligned} \gamma(x) &= \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta G}{\Delta x} \\ \bar{\gamma} &= \frac{1}{L} \int_x^{x+L} \gamma(x) dx \\ \bar{\bar{\gamma}} &= \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} \bar{\gamma} dx \end{aligned}$$

kde $\bar{y}$ střední hodnota ^{hustoty} pozorovaného kusu materiálu
 T rozsah, kterým X (průběžně zkoumaná délka) probíhá, musí být dostatečně veliký
 $\bar{y}$ střední hodnota hustoty celého zkoumaného materiálu

Lze tedy $\bar{y}$ vyjádřit tímto způsobem :

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \bar{y}_i$$

Na základě Brennyho předpokladu ideálního svazku vláken spočítal Spenser, Tot a Smith / 9 / autokorelační funkci pomocí rozdělení délek vláken

$$P(\mu) = \frac{1}{L} \int_{\mu=L}^{\infty} (L - \mu) dp(l)$$

kde $p(l)$ je pravděpodobnost existence kratších vláken než l .

3.3.1.1 Vztah mezi autokorelační a steplovou křivkou

Wegener ve své práci / 10 / dokazuje, že hodnota autokorelační funkce je stejná, jako hodnota křivky steplové tímto způsobem :

dosadíme formálně : $L = l = \mu$

potom platí

$$P(\mu) = \frac{1}{L} \int_{L=\mu}^{\infty} (L - \mu) dp(l)$$

platí : $P(l) = 1 - H(l)$

takže :

$$P(\mu) = \frac{1}{L} \left(- \int_{L=\mu}^{\infty} l dH(l) + \int_{L=\mu}^{\infty} \mu dH(l) \right)$$

integrujeme per partes :

$$\begin{aligned} P(\mu) &= \frac{1}{\bar{L}} \left(- \left(l H(l) \right)_{l=\mu}^{\bar{L}} + \int_{l=\mu}^{\bar{L}} H(l) dl + \left(\mu H(l) \right)_{l=\mu}^{\bar{L}} \right) = \frac{1}{\bar{L}} \int_{l=\mu}^{\bar{L}} H(l) dl \\ P(\mu) &= \frac{1}{\bar{L}} \int_{l=\mu}^{\bar{L}} \int_{l=\mu}^{\bar{L}} h(l) dl dl = H_F(\mu) \end{aligned} \quad (34)$$

V dalším uvedeme zpětný postup na základě rovnice (24) a (26), kde platí :

$$H_F(x) = \frac{1}{\bar{L}} \int_{x=l}^{l=l_{max}} H(l) dl = 1 - \frac{x + F(x)}{\bar{L}}$$

takže :

$$\begin{aligned} \bar{L} (1 - H_F(x)) &= x + F(x) \\ \bar{L} - \bar{L} H_F(x) &= x + \int_x^{\bar{L}} l h(l) dl - x F(x) \\ \bar{L} - \bar{L} H_F(x) &= x + (1 - F(x)) + \bar{L} - \int_x^{\bar{L}} l h(l) dl \\ \bar{L} H_F(x) &= 1 - F(x) + \int_x^{\bar{L}} l \frac{h(l)}{1 - F(x)} dl - x (1 - F(x)) \end{aligned}$$

dosažením : $1 - F(x) = H(x)$

obdržíme :

$$\bar{L} H_F(x) = H(x) \int_0^{l_{max}} l \frac{h(l)}{H(x)} dl - x H(x) \quad (35)$$

avšak :

$$\int_0^{l_{max}} \frac{l h(l)}{H(x)} dl = \bar{L}^*$$

kde $\bar{L}^*$ je průměrná délka vláken v intervalu $l=x, l=l_{max}$
Z předchozího plyne :

$$\bar{L} H_F(x) = H(x) (\bar{L}^* - x) \quad (36)$$

průměrná odchylka od zvolené hodnoty x byla definována :

$$\begin{aligned} \bar{d}_x^* &= \int_x^{l_{max}} (l - x) h(l) dl = H(x) \int_x^{l_{max}} l \frac{h(l)}{H(x)} dl - x H(x) \int_x^{l_{max}} \frac{h(l)}{H(x)} dl \\ \bar{d}_x^* &= H(x) (\bar{L}^* - x) \end{aligned} \quad (37)$$

Z rovnice (36) a (37) plyne, že :

$$\bar{l} H_r(x) = \bar{d}_2^2$$

takže :

$$H_r(x) = \frac{\bar{d}_2^2}{\bar{l}} = \frac{1}{\bar{l}} \int_x^{l_{max}} (l-x) h(l) dl \quad (38)$$

Je-li $h(l)$ spojitou funkcí, která pro $l \leq 0$ a pro $l \geq l_{max}$ nabývá nulovou hodnotu, platí :

$$\begin{aligned} & \int_x^{\infty} h(l) dl = \int_x^{l_{max}} h(l) dl + \int_{l_{max}}^{\infty} h(l) dl \\ \text{takže :} & \\ H_r(x) &= \frac{1}{\bar{l}} \int_x^{\infty} (l-x) h(l) dl = \frac{1}{\bar{l}} \int_x^{\infty} (l-x) dP(l) = P(u) \end{aligned} \quad (39)$$

Tato rovnice je totožná s rovnicí Spenser a Tot / 9 /

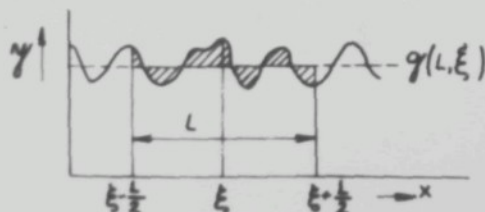
3.3.2 Délková variační křivka

K získání $CB(L)$ hodnot lze použít tyto dvě metody.

- diskontinuální, tj. nestřihání a zvážení určité délky vláknenného svazku,
- kontinuální, tj. pomocí Usteru, kterým plynule zjišťujeme kolísání hmoty vláknenného svazku.

Obě metody, tzn. statistická, nebo geometricko-analytická musí dát stejné výsledky, což v dalším dokážeme.

3.3.2.1 Hustota materiálu /11, 12, 13, 14/



obr. č. 1

$y(x)$ hustota materiálu v závislosti na běžné délce x

Máme malý kousek zkoumaného materiálu Δx , jeho příslušná váha ΔG . Přiřadíme-li každé běžné délce její mezní hodnotu $\frac{\Delta G}{\Delta x}$, obdržíme křivku hustoty materiálu :

$$\gamma(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta G}{\Delta x} \left[g/cm \right] \quad (40)$$

O funkci $\gamma(x)$ lze předpokládat, že v okolí jistého bodu ξ ji lze rozvinout v konvergentní Taylorovu řadu

$$\gamma(x) = \gamma(\xi) + \frac{1}{1!} \gamma'(\xi)(x-\xi) + \frac{1}{2!} \gamma''(\xi)(x-\xi)^2 + \dots$$

Na obr.č. 1 je znázorněno $\gamma(x)$, kde integrační délka L odpovídá délce materiálu při stříhání a vážení. $\frac{L}{2}$ je psk příslušný konvergentní rozsah, který nesmí být překročen.

Z toho vyplývá, že délka L musí být dostatečně malá. Průměrná hodnota hustoty $\bar{\gamma}$ sledovaného kousku materiálu délky L splňuje :

$$\bar{\gamma}(L, \xi) = \frac{1}{L} \int_{\xi - \frac{L}{2}}^{\xi + \frac{L}{2}} \gamma(x) dx \quad [g/cm] \quad (41)$$

Geometricky tato rovnice vyjadřuje rovnost těchto ploch vyčárkovaných na obrá. kolem horizontální linie.

Rozvineme-li rovnici (41) v Taylorovu řadu, obdržíme :

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{L} \int_{\xi - \frac{L}{2}}^{\xi + \frac{L}{2}} \left(\gamma(\xi) + \frac{1}{1!} \gamma'(\xi)(x-\xi) + \frac{1}{2!} \gamma''(\xi)(x-\xi)^2 + \dots \right) dx = \\ &= \frac{1}{L} \left(\gamma(\xi) \int_{\xi - \frac{L}{2}}^{\xi + \frac{L}{2}} dx + \frac{1}{1!} \gamma'(\xi) \int_{\xi - \frac{L}{2}}^{\xi + \frac{L}{2}} (x-\xi) dx + \frac{1}{2!} \gamma''(\xi) \int_{\xi - \frac{L}{2}}^{\xi + \frac{L}{2}} (x-\xi)^2 dx + \dots \right) \quad (42) \end{aligned}$$

Jelikož integrujeme podle x , lze uvažovat veličinu ξ jako konstantu.

Dosažením integračních mezí obdržíme :

$$g(L, \xi) = \frac{1}{L} \left(\frac{1}{1!} g(\xi) \left(\frac{L}{2}\right) + \frac{1}{2!} g'(\xi) \left(\frac{L}{2}\right)^2 + \frac{1}{3!} g''(\xi) \left(\frac{L}{2}\right)^3 + \dots \right. \\ \left. - \frac{1}{1!} g(\xi) \left(-\frac{L}{2}\right) - \frac{1}{2!} g'(\xi) \left(-\frac{L}{2}\right)^2 - \frac{1}{3!} g''(\xi) \left(-\frac{L}{2}\right)^3 - \dots \right) \quad (43)$$

nebo :

$$g(L, \xi) = \frac{1}{1!} g(\xi) + \frac{L^2}{2 \cdot 3!} g''(\xi) + \frac{L^4}{2^2 \cdot 5!} g^{(4)}(\xi) + \dots$$

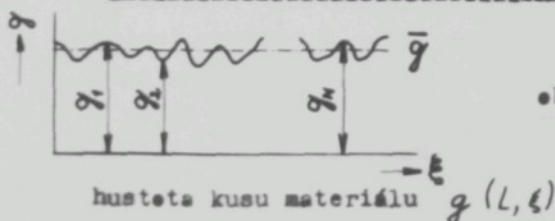
kde váha G kusu materiálu splňuje :

$$G = L g[g_r] \quad (44)$$

Přístroj Uster určuje hmotné kolísání sledovaného kousku na základě rovnice 43. Integrační délka L je dána efektivní šířkou kondenzátoru b (měřeno ve směru průchodu vláknenného svazku). Tato šířka kondenzátoru musí být co nejmenší, vzhledem k periodickému kolísání hmoty sledovaného kousku.

V rovnici 43 členy vyššího řádu nehrají význačnou roli. Z toho vyplývá, že přístroj Uster je prakticky ideální k zjištění hustoty materiálu.

3.3.2.2 Statistická definice vnější $CB(L)$



obr. č. 2

V rovnici 43 se objevuje mimo integrační délku L abscisa ξ středního bodu pozorovaného kusu materiálu.

Závislost g na L je znešná, ale závislost g na středním bodě ξ při určité podmínce může být vyloučena. Přiřadíme-li každému střednímu bodu ξ příslušnou váhu g , získáme křivku $g=g(L, \xi)$ (obr. č. 2). Křivka je vyrovnanější, když L je větší, když L se blíží 0 tato křivka se blíží ke křivce hustoty materiálu (obr. č. 1).

Podle statistických předpisů, nahodilou volbou dostatečného počtu N hodnot $g_1=g(L, \xi_1), \dots, g_N=g(L, \xi_N)$ platí pro průměrnou hodnotu $\bar{g}$ vztah

$$\bar{g} = \frac{g_1 + g_2 + \dots + g_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} g_i \quad (45)$$

Rozptyl je dán diferencí $(g_i - \bar{g})^2$ a vnější kvadratický rozptyl S je roven :

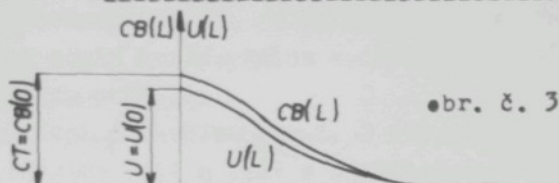
$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} (g_i - \bar{g})^2} \quad (46)$$

V této rovnici jsme pro zjednodušení dosadili N místo $N-1$, což na věci nic nemění (veliký počet N hodnot g_i). Rozptyl můžeme vyjádřit v procentech vůči $\bar{g}$. Tato hodnota je variační koeficient (coefficient of variation between).

$$CB = 100 \frac{S}{\bar{g}} = \frac{100}{\bar{g}} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} (g_i - \bar{g})^2} \quad (47)$$

Volíme-li N dostatečně veliké (podle statistického předpisu), potom S a CB nezávisí na ξ , ale na L . Když vyjádříme variační koeficient CB jako funkcí L , potom křivku, kterou obdržíme, nazýváme vnější délkovou variační křivkou $CB(L)$ viz obr.č. 3.

3.3.2.3 Statistická definice vnější nestejnomyrnosti



vnější délková variace křivky $CB(L)$
vnější nestejnomyrnost křivky $U(L)$

V textilní technice namísto kvadratické odchylky používáme průměrnou odchylku, která je dána v absolutních hodnotách $|q_i - \bar{q}|$, a vnější nestejnomyrnost.

$$U = \frac{100}{q} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}| \% \quad (48)$$

Pomocí teorie chyb lze určit vzájemný vztah mezi CB a U , takže obdržíme :

$$CB = \sqrt{\frac{\pi}{2}} U = 1,253 U \quad (49)$$

Tato hodnota je správná, pokud odchylka od průměrné hodnoty $\bar{q}$ je naprosto náhodná (normální rozdělení). Tato hodnota je podle Wegenera a Rosmanna / 11 / v praktickém použití zcela správná.

Stejně jako u $CB(L)$, když bude U jako funkce L , bude výsledná křivka nazvána vnější křivkou nestejnomyrnosti $U(L)$.

V obr.č. jsou zakresleny obě křivky $CB(L)$ a $U(L)$, přičemž $U(L)$ je nižší v poměru 1:1,253.

3.3.2.4 Srovnání statistické a geometricko-analytické definice délkové variaceční křivky

Označíme-li L_T jako celkovou délku zkoumaného materiálu, pak pro dostatečně veliké L_T průměrná hodnota $\bar{q}$ hustoty materiálu splňuje :

$$\bar{q} = \frac{1}{L_T} \int_0^{L_T} q(L, \xi) d\xi \quad [g/m] \quad (50)$$

V obr.č. 4 je zakreslena křivka hustoty materiálu, kde horizontála $\bar{q}$ je definována tak, že plocha nad a pod touto horizontálou v intervalech $\langle 0 \leq L \leq l_r \rangle$ je rovna nule.

Když porovnáme obr.č. 2 s 4, můžeme konstatovat, že rovnice (41) s (46) s dostatečnou přesností dávají stejné hodnoty. Jestliže na jedné straně je dostatečně velké N a na druhé straně dostatečně velké l_r , obdržíme vnější variační koeficient CB .

$$CB = \frac{100}{\bar{q}} \sqrt{\frac{1}{l_r} \int_0^{l_r} (q - \bar{q})^2 d\xi} \quad [\%] \quad (51)$$

s vnější nestejnoměrností

$$U = \frac{100}{\bar{q}} \frac{1}{l_r} \int_0^{l_r} |q - \bar{q}| d\xi \quad [\%] \quad (52)$$

Rovnici (57) můžeme zjednodušit, protože průměrná hodnota $\bar{q}$ je nezávislá na ξ .

$$\begin{aligned} \int_0^{l_r} (q - \bar{q})^2 d\xi &= \int_0^{l_r} q^2 d\xi - \int_0^{l_r} 2\bar{q}q d\xi + \int_0^{l_r} \bar{q}^2 d\xi = \\ &= \int_0^{l_r} q^2 d\xi - 2\bar{q} \int_0^{l_r} q d\xi + \bar{q}^2 \int_0^{l_r} d\xi = \bar{q}^2 \end{aligned}$$

takže :

$$CB = \frac{100}{\bar{q}} \sqrt{\frac{1}{l_r} \int_0^{l_r} q^2 d\xi - \bar{q}^2} \quad [\%] \quad (53)$$

dáme-li této rovnici opět statistický tvar, obdržíme:

$$CB = \frac{100}{\bar{q}} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \dot{q}_i^2 - \bar{q}^2} \quad (54)$$

a zjistíme, že je totožná s rovnicí 53.

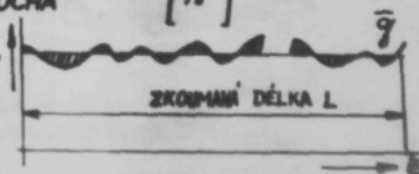
Hodnota $\int_0^{l_r} |q - \bar{q}| d\xi$ dává absolutní kolísání ploch a $\bar{q}$ značí průměrnou plochu tak, že vnější nestejnoměrnost

$$U = 100 \cdot \frac{\text{ABSOLUTNÍ KOLÍSÁNÍ PLOCHY}}{\text{PRŮMĚRNÁ PLOCHA}} \quad [\%]$$

a tu můžeme určit planimetrem.

obr. č.4

$q(L, \xi)$ dle analytické definice



V rovnici (53) se objeví mimo zkoumané délky L ještě celková zkoumaná délka l_T . Abychom tuto hodnotu vyloučili, dosadíme limitní hodnotu pro $l_T \rightarrow \infty$. Tato hodnota není prakticky dosažitelná. Proto L musí být tak velké, aby žádný přírůstek v délce L neovlivnil konečný výsledek.

3.3.2.5 Definice $CV(L)$ a vnitřní nesterijnoměrnosti

Vnitřní střední kvadratický rozptyl je dán :

$$\tilde{s} = \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L \left| y - \bar{y} \right|^2 dx} \quad (55)$$

kde : $y = y(x), \bar{y} = \bar{y}(L, \xi)$

Integrujeme podle X , $\bar{y}$ je konstanta, získáme vnitřní variační koeficient :

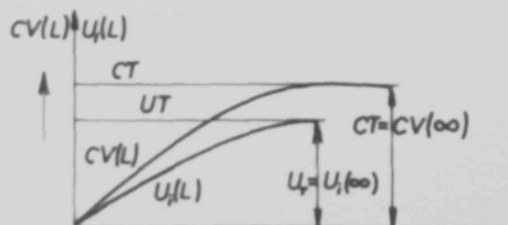
$$CV = \frac{100}{\bar{y}} \cdot \frac{1}{L} \int_0^L \tilde{s}(L, \xi) d\xi \quad [\%] \quad (56)$$

Po stanovení statistické definice volíme náhodný počet kusů N materiálu, délky L , počítáme průměrnou hodnotu a průměrný kvadratický rozptyl $\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots, \tilde{s}_N$ v procentech.

Obdržíme vnitřní variační koeficient

$$CV = \frac{100}{\bar{y}} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \tilde{s}_i^2} \quad [\%] \quad (56a)$$

Na základě statistické definice viz obr.



obr. č. 5

vnitřní délková variace křivky $CV(L)$
vnitřní nesterijnoměrnost křivky $U_1(L)$

Celkový variační koeficient (Coefficient of variation
total)

$$CT^2 = CB^2 + CV^2$$

kde je CT nezávislé na L

$$CB(0) = CT \quad \text{kde } L=0, CV=0$$

$$CB(\infty) = 0 \quad " \quad L \rightarrow \infty, CV(\infty) = CT$$

Dále můžeme napsat vnitřní lineární rozptyl

$$\tilde{S} = \frac{1}{L} \int_{\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2} + \frac{L}{2}} (y - g) dx$$

a vnitřní nestejnoměrnost

$$U_i = \frac{100}{\bar{g}} \cdot \frac{1}{L_r} \int_0^{L_r} \tilde{S}(L, \xi) d\xi [\%]$$

3.3.2.6 Vztah mezi autokorelační funkcí a délkovou variační funkcí $CB(L)$ /8, 15, 16 /Vztah mezi $P(\mu)$ a $CB(L)$ je definován

$$\begin{aligned}
 CB(L) - CB^*(0) &= \frac{2}{L^2} \int_0^L (L-\mu) p(\mu) d\mu = \\
 &= \frac{2}{L^2} \left(\int_0^L L p(\mu) d\mu - \int_0^L \mu p(\mu) d\mu \right) = \\
 &= \frac{2}{L^2} \left(L \int_0^L p(\mu) d\mu - \left[\mu \int_0^{\mu} p(\mu) d\mu \right]_0^L + \int_0^L \int_0^{\mu} p(\mu) d\mu d\mu \right)
 \end{aligned} \quad (57)$$

$$\frac{CB^*(L)}{CB^*(0)} = \frac{2}{L^2} \int_0^L \int_0^{\mu} p(\mu) d\mu d\mu \quad (58)$$

To znamená, že $CB(L)$ je definována jako dvojný integrál autokorelační funkce bez ohledu na konstantu.

Vztah mezi rozdělením délek vláken a $CB(L)$ ideálního svazku vláken můžeme definovat, dosadíme-li formálně

$L - \mu = l$ do rovnic (57) a (58). /10/

Potom platí :

$$\begin{aligned}
 \frac{CB^*(L)}{CB^*(0)} &= \frac{2}{L^2} \int_0^L \int_0^L \int_0^L h(l) (dl)^2 - \frac{2}{L^2} \int_0^L \int_0^L H(l) (dl)^2 = \\
 &= \frac{2}{L^2} \int_0^L \int_0^L H_H(l) (dl)^2
 \end{aligned} \quad (59)$$

Z rovnice (59) vyplývá, že $CB(L)$ ideálního svazku vláken, bez ohledu na určitý faktor je roven čtyřnásobnému integrálu funkce rozdělení délek vláken $h(l)$, nebo třínásobnému integrálu distribuční funkce rozdělení dé-

lek vláken (funkce sumární četnosti), resp. dojnásobnému integrálu $H_T(L)$.

3.3.2.7 Výpočet délkové variační křivky

Metodikou výpočtu $CB^*(L)$ ve vztahu ke skutečnému rozdělení vláken s ~~specifickými~~ zvláštních případů rozdělení stejně četných a stejně dlouhých vláken se zabývá celá řada autorů.

3.3.2.7.1 Olerupova metoda

Olerup [17] vychází při výpočtu $CB(L)$ ze skutečného rozdělení délek vláken, které je charakterizováno k -tým třídním intervalem. Každý i -tý interval je přitom zastoupen příslušnou třídní hodnotou l_i a četností p_i . Podle Olerupa můžeme počítat $\bar{l}$, tj. střední hodnoty délek vláken a $\bar{l}_q$, tj. střední hodnota délky vláken (zjištěno váhově)

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^k p_i l_i}{\sum_{i=1}^k p_i} \quad \bar{l}_q = \frac{\sum_{i=1}^k p_i l_i^2}{\sum_{i=1}^k p_i} \quad (60)$$

a hodnota variance :

$$V_q = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k p_i l_i^3}{\sum_{i=1}^k p_i} - \frac{(\sum_{i=1}^k p_i l_i)^2}{(\sum_{i=1}^k p_i)^2}}}{\left(\sum_{i=1}^k p_i\right)^{1/2}} \quad (61)$$

Sčítáme-li přes všechny intervaly třídní, získáme čtverec $CB(L)$ vztahem :

$$\frac{CB^*(L)}{CB^*(0)} = \left[1 - \frac{L}{3\bar{l}} \right] \quad \text{pro} \quad 0 \leq L < \frac{\bar{l}_q}{2} \quad (62)$$

$$\frac{CB^*(L)}{CB^*(0)} = \left[\frac{\bar{l}_q}{L} - \frac{\bar{l}_q^2}{L^2} \frac{1+V_q}{3} \right] \quad \text{pro} \quad L_{max} < L \leq \infty$$

V rozsahu $\frac{\bar{l}_g}{2} < L < l_{max}$ / 8 / není podle uvedených rovnic $CB(L)$ definována

3.3.2.7.2 Brennyho metoda

Brenny / 7 / počítal ideální $CB(L)$ pro stejné délky vláken $\bar{l}$ vztahem .

$$CB\left(\frac{L}{\bar{l}}\right) = \begin{cases} CB^3(0) \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{L}{\bar{l}}\right) & 0 < L \leq \bar{l} \\ CB^3(0) \cdot \left(\frac{\bar{l}}{L} - \frac{1}{3} \left(\frac{\bar{l}}{L}\right)^2\right) & \bar{l} \leq L < \infty \end{cases} \quad (63)$$

Pro vlákna stejných četností vztahem .

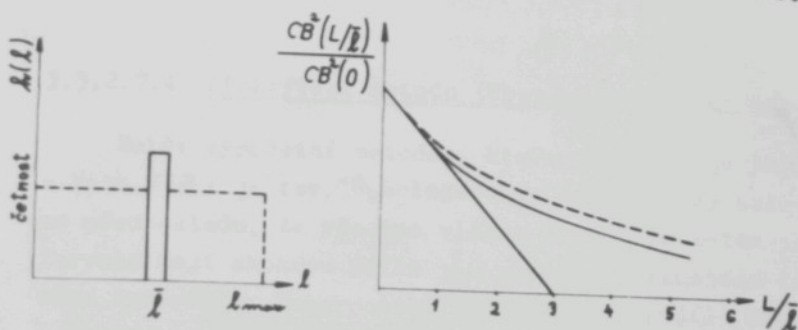
$$CB^3(0) \cdot \left(\frac{L}{\bar{l}}\right) = CB^3(0) \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \frac{L}{\bar{l}} + \frac{1}{24} \left(\frac{L}{\bar{l}}\right)^2\right)$$

pro $0 \leq L \leq l_{max}$

$$CB^3(0) \cdot \left(\frac{L}{\bar{l}}\right) = CB^3(0) \cdot \left(\frac{\bar{l}}{L} - \frac{2}{3} \left(\frac{\bar{l}}{L}\right)^2\right)$$

pro $\bar{l} \leq L < \infty$

Příslušné rozdělení a $CB(L)$ jsou znázorněny na obr. č. 6



obr. č. 6

— stejná délka vláken
- - - stejná četnost délek vláken

Je zřejmé, že vzhledem k znázorněnému zjednodušení skutečných délek vláken je použití přibližné Brennyho metody pro výpočet $CB(L)$ značně omezen.

3.3.2.7.3 Numerický integrál (Wegener - Hoth)

Metoda numerické integrace předkládaná Wegenerem a Hothem /10/ vychází ze základní rovnice (39), kde je skutečné rozdělení délek vláken $h(l)$ charakterizováno rozdělením do třídních intervalů. Schema výpočtu $CB(L)$ s použitím naměřených hodnot skutečného rozdělení délek vláken je uvedeno v tabulce :

i	$L_{i-1} \dots L_i$	ΔL_{im}	h_i	$P_i = h_i \cdot \Delta L_i$	$a_i = \sum_{j=1}^i P_j$	$b_i = (a_i + a_{i+1}) \cdot \frac{\Delta L_i}{2}$	$c_i = \sum_{j=1}^i b_j$	$d_i = \sum_{j=1}^i c_j = H_f(l)$	$e_i = (d_i + d_{i+1}) \cdot \frac{\Delta L_i}{2}$	$f_i = \sum_{j=1}^i e_j$	$g_i = (f_{i-1} + f_i) \cdot \frac{\Delta L_i}{2}$	$x_i = \sum_{j=1}^i g_j$	$\frac{CB^2(L)}{CB^2(0)} = K_i \cdot \frac{L_i^2}{L_{i-1}^2}$
-----	---------------------	-----------------	-------	------------------------------	--------------------------	--	--------------------------	-----------------------------------	--	--------------------------	--	--------------------------	---

3.3.2.7.4 Překrývací metoda (Überlagerungs Methode)

Další výpočetní metodou, kterou doporučuje Wegener a Hoth /18/ je tzv. "Überlagerungs Methode". Je založena na předpokladu, že všechna vlákna v určitém i -tém intervalu mají shodnou délku L_i rovnou příslušnému třídnímu intervalu. Superposicí jednotlivých podílů $CB(L)$ vypočtených pro každý interval se potom získá výsledná hodnota. Na tomto principu s použitím rovnice (59) byly odvozeny pro $CB(L)$ následující vztahy.

$$\frac{CB(L)}{CB(0)} = \frac{1}{L} \sum_i \left(L_{im} - \frac{L}{3} \right) R \quad \text{pro } 0 \leq L \leq L_{im} \quad (65)$$

$$\frac{CB(L)}{CB(0)} = \frac{1}{L} \sum_i \left(\frac{L_{im}}{L} - \frac{L_{im}}{3L} \right) R \quad \text{pro } L_{im} \leq L \leq \infty$$

Poněvadž v rovnici (65) v závorkách uvedené veličiny nezávisí na rozdělení funkce délek vláken, ale závisí jen na velikosti střední délky i -tého intervalu a délce sledovaného úseku L , provedl autor z těchto důvodů tabularizaci uvedených veličin /18/

Rovnici (65) lze potom uvádět v tomto tvaru :

$$\frac{CB(L)}{CB(0)} = \frac{1}{L} \sum_i A_i(L) P_i \quad (66)$$

kde je :

$$\begin{aligned} L_i - \frac{L}{3} &= A_i(L) & \text{pro } 0 \leq L \leq L_i \\ \frac{L_i}{L} - \frac{L_i}{3L} &= A_i(L) & \text{pro } L_i \leq L \leq \infty \end{aligned} \quad (67)$$

3.3.2.7.5 Stanovení $CB(L)$ pomocí počítače (Wegener) /19/

Tento způsob výpočtu $CB(L)$, publikovaný Wegenerem a Ehlerem, vychází ze základní definice variačního koeficientu, stanoveného samočinným počítačem. Při tom vstupní, náhodně proměnnou hodnotu X , charakterizující hmotový průřez vláknenného produktu v délkových jednotkách získáme simulováním ideálního svazku vláken, pomocí metody Monte Carlo.

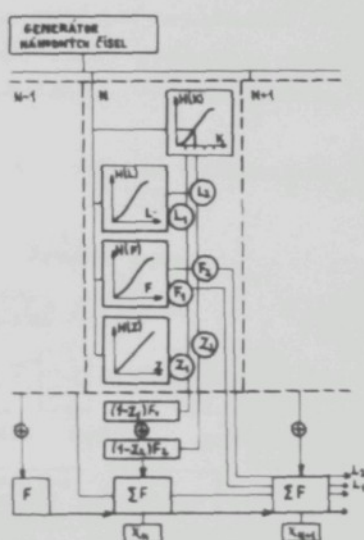
Akceptováním určitých předpokladů je model svazku vláken určen rozdělením jejich konců, délek a průřezových ploch. Předpoklady jsou :

- vlákna leží přímo a paralelně k ose svazku vláken,
- měrná hmota vláken je konstant po celé délce vláken

Potom mohou následující veličiny ovlivňovat konstrukci modelu svazku vláken. Proto musíme znát nebo předpokládat :

- a) rozdělení délek vláken,
- b) rozdělení počtu konců vláken na jednotky délky,
- c) rozdělení průřezových ploch vláken,
- d) velikosti průřezových ploch podél vláken,
- e) souvislosti mezi délkou vlákna a jeho průřezem,
- f) mísení podél svazku vláken, které se skládají z více složek

Wegener a Ahler zpracovali tuto metodu a stanovili program na určení $CB(L)$ a srovnávali výsledky z počítačů s metodou překryvací /19/. Docílené výsledky jsou velmi blízké. Na obr.č. 7 je schema programu.

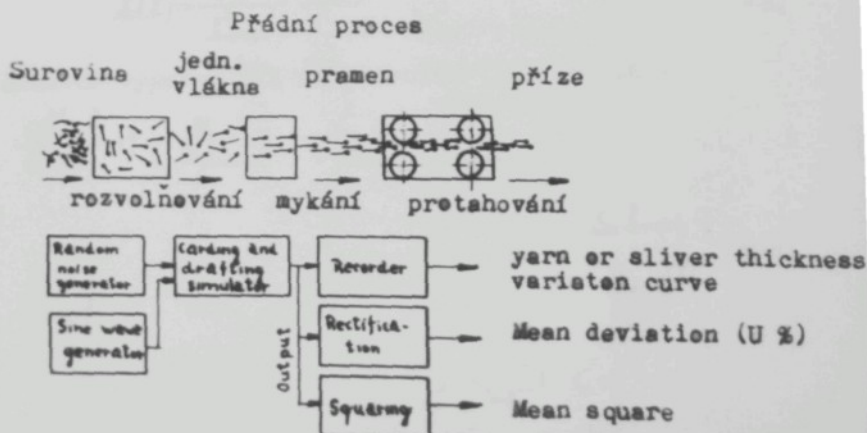


obr. č. 7

3.3.2.7.6 Metoda Fujina a Kawabata

Fujina a Kawabata zveřejnili velmi zajímavou práci /20 /, kde uvedli matematický model pro jednotlivá vlákna a prameny. Za předpokladu, že vlákna jsou rovná a mají stejnou tloušťku stanovili rovnici vystupující tloušťku přemene (hustoty materiálu) a nazvali ji Sliver Function (přemenná funkce). Protože měli analytický model vyjádřený rovnicí, mohli používat analogový počítač na určení nestejnoměrností při přádním procesu (zvláště při protahování). Pro tento účel postavili zvláštní analogový počítač pod jménem "Spinning Simulator", který sestává ze dvou hlavních částí : první část - (random noise generator) zvukový generátor, který produkuje náhodné uspořádání vláken, druhá část - analogový okruh, který produkuje nestejnoměrnosti v tloušťce (v hmotě) protahovaného vlákenného útvaru podle teorie průťahu.

Na obr.č. 8 uvádíme schematický princip "Spinning Simulator".



Blokové schéma spinning simulator

obr.č.8

Jeden ze zajímavých poznatků bylo zjištění značné nestejnomyšlnosti při protahování pramene, který byl skládán ze stejných délek vláken. Byly zjištěny menší nestejnomyšlnosti při protahování pramene, který byl skládán z vláken česného typu. V případě, že kontrola plovoucích vláken byla extrémně špatně provedena, periodická nestejnomyšlnost v tloušťce byla větší než normálně.

3.3.2.7.7 Srovnání výpočetních metod

Pro srovnání výpočetních metod vycházejících ze skutečného rozdělení četností délek vláken, použili Wegener a Hoth /10/ vhodné modelování rozdělení četností délek vláken $h(l)$ ve tvaru paraboly. Protože se svým tvarem blíží odpovídajícímu skutečnému rozdělení, může být matematicky vyjádřena.

Tyto podmínky splňují rozdělení funkce .

$$h(l) = \frac{6l}{l_{\max}^3} - \frac{6l^2}{l_{\max}^3} \quad (68)$$

Exaktní výpočet DVK dle rovnice (59) je dán :

$$\frac{CB^*(L)}{CB^*(0)} = 1 - \frac{2L}{3l_{\max}} + \frac{L^2}{5l_{\max}^2} - \frac{L^3}{15l_{\max}^3} \quad \text{pro } 0 \leq L \leq l_{\max} \quad (69)$$

$$\frac{CB^*(L)}{CB^*(0)} = \frac{3l_{\max}}{5L} - \frac{2l_{\max}^2}{15L^2}$$

$$\text{pro } l_{\max} \leq L \leq \infty$$

Odchyly od exaktní hodnoty $\pm \Delta \frac{CB^*(L)}{CB^*(0)}$ v průběhu $CB(L)$ jsou stanoveny podle jednotlivých výpočetních metod. Tyto rozdíly jsou stanoveny v tabulkách 10, 21/ a v 22/ jsou uvedeny graficky.

Porovnáním odchylek $\pm \Delta$ od exaktní metody lze konstatovat:

- 1) překrývací metoda se nejvíce blíží exaktní,
- 2) numerický integrál má dostatečnou přesnost,
- 3) výpočet podle Olerupa má nejmenší přesnost a v oblas-
ti $L=30$ mm až $L=100$ mm nebyl definován,
- 4) přibližná metoda dle Brennyho není srovnatelná s me-
todami předchozími s ohledem na zvláštní rozdělení
vláken (stejných délek a četností),
- 5) v práci /19/ byla metoda překrývací srovnávána s me-
todami, získanými simulací modelu svazku vláken pomo-
cí počítače a ukázala velmi dobrý souhlas v celém
průběhu $CB(L)$.

3.3.2.7.8 Návrh výpočtu $CB(L)$ pomocí fibrografu

Mnoho autorů studovalo charakteristiku fibrogramů, získaných na přístrojích Digital a Analog Fibrograf. Krause /31,32/ Carpenter / 33 /, K.L. Hertel / 34 /, a Reba Lauson / 34 / vyslovili zájem průmyslu o data z fibrografu a porovnávali je s daty staplovacího přístroje. Ani jeden, ani druhý nedává vzájemné korelace a možnos-
ti vzájemné transformace.

Sust / 35 / se pokusil získat staplový diagram z fibrogramu. Na základě myšlenky Sugierovy / 36 /, po-
dle níž je rozdělení vláken v průřezu produktu stejné, ja-
ko rozdělení vláken na fibrosampleru, Sust transformoval
fibrogram na staplový diagram a konstatoval, že získaný
staplový diagram z fibrografu je totožný se staplovým
diagramem z hřebenového přístroje.

Hanuš a Neckář vyšetřovali fibrogram a srovnávali
ho se staplovou křivkou a konstatovali :

- 1) fibrogram není identický se staplovou křivkou,
- 2) zjištění konkávnosti fibrogramu není způsobeno rozlo-
žením konců vláken třásně z fibrosampleru,

- 3) průběh fibrogramu je výrazně závislý na změně nestejnoměrnosti třásně po délce hřebenů. Fibrogram je ovlivněn obsluhou.
- 4) při aplikaci přístroje je vhodné užívat fibrogram ze empirickou křivku s blízkými vztahy k rozložení délek vláken v surovině.

Modifikace fibrogramu

Vycházíme z předpokladu, že fibrogram se přibližuje ke steplové křivce, čehož použijeme pro praktické provozní hodnocení. Pokusíme se vypočítat tak přibližný průběh křivky $CB(L)$.

Protože steplová křivka nabývá pro $X=0$ hodnotu $H_f(0)=1$, musíme fibrogram přizpůsobit tak, aby tato podmínka platila (hodnota fibrogramu při $3,81 \text{ mm} = 1$). Ze steplové křivky je známo, že v okolí hodnoty $X=0$ ji lze nahradit přímkou (lineární regrese).

Graficky lze modifikovat fibrogram v tomto směru :

- 1) aproximací průběhu fibrogramu na přímku v okolí $X=0$ (tangentová konstrukce),
- 2) prodloužit tuto přímku až protne ordinátu
- 3) bod 2) nás tak na ose γ přivádí k jednotkové úsečce, neboť $H_f(0)=1$,
- 4) tím jsme užitím lineární interpolace schopni získat z fibrogramu fibrogram modifikovaný.

V předchozím bylo dokázáno, že $CB(L)$ je roven čtyřnásobnému integrálu $h(L)$, nebo dvojnásobnému integrálu $H_F(L)$.

Protože funkce $H_f(L)$, $H_{mv}(L)$ leží obě nad osou X a mají blízké průběhy, uijeme v dalším přechodu od těchto funkcí k funkcím

$$\int_0^L H_f(L) dL, \quad \int_0^L H_{mv}(L) dL$$

kteřé jsou již obě klesající, čímž v jejich průběhu

nevystupuje žádné kolísání hodnot.

V důsledku toho lze předpokládat již téměř stejný průběh funkcí

$$\int_0^L \left(\int_0^L H_r(L) dL \right) dL, \int_0^L \left(\int_0^L H_{nr}(L) dL \right) dL$$

K tomu účelu bylo sledováno 12 vzorků bavlněných pramenů z 1. posukovacího stroje. Bylo zjištěno četnostní rozdělení délek vláken metodou jednotlivých vláken. Tyto vzorky byly současně měřeny na fibrografu

Za účelem porovnání výsledků byl stanoven program pro samočinný počítač. K vyhodnocení byla sestavena tato rovnice :

$$CB(L) = \frac{2}{L^2} \int_0^L \int_0^L H_{nr}(L) dL dL$$

kde : $CB(L)$ délková variační křivka získaná modifikovaným fibrogramem

H_{nr} hodnota modifikovaného fibrogramu

Výsledky budou diskutovány v další části.

Blokové schéma pro výpočet $CB(L)$ metodou navrhouanou Wegenerem (numerický integrál) a pomocí fibrografu jsou zakresleny v příloze XIII.

3.3.3 Limitní nestejnomyěrnost $CB(0)$

Martindalova rovnice ukazuje již dlouho velmi dobrou aplikaci v přádelnách. Ideální limitní nestejnomyěrnost sloužila jako referenční standard pro srovnávání skutečné měřené nestejnomyěrnosti.

Poměr $k = \frac{CB_{ideál}(0)}{CB_{měř}(0)}$ je znám jako index nestejnomyěrnosti. Způsob získání hodnoty k je v textilním průmyslu běžně znám. Martindalova rovnice platí jen pro výpočet ideální nestejnomyěrnosti produktu jednoho komponentu.

3.3.3.1 Výpočet $CB(0)$

Martindal definuje limitní nestejnomyěrnost jako jednoduchou funkci dvou nezávislých faktorů:

- a) variační koeficient počtu vláken v průřezu produktu V_1 . Přitom se vychází z modelové představy, v níž kolísání počtu vláken v průřezu odpovídá Poissonovu rozdělení. Tedy platí:

$$V_1 = \frac{100}{\sqrt{\bar{m}}} \quad (70)$$

kde $\bar{m}$ střední počet vláken v průřezu

- b) variační koeficient hmoty délkové jednotky vlákna V_2 odvozený Herzogem / 23 /

$$V_2 = \frac{V_T}{\sqrt{\bar{m}}} \quad \text{nebo} \quad V_2 = \frac{2 W}{\sqrt{\bar{m}}} \quad (71)$$

kde V_T variační koeficient hmotové jednotky délky vlákna (jemnosti)

V_4 variační koeficient průměru vláken.
platí pro kruhový řez $V_T = 2 V_4$

Limitní nestejnoměrnost /25/

$$CB(0)_{km} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \quad (72)$$

$$CB(0)_{km} = \left(\sqrt{1 + 0.0001 v_f^2} \right) \frac{100}{\sqrt{\bar{m}}} = \frac{100}{\sqrt{\bar{m}}} \sqrt{1 + 0.0004 v_f^2} \quad (73)$$

Platí pro metrický systém

$$\bar{m} = \frac{\bar{c}_{m \text{ vláken}}}{\bar{c}_{m \text{ produkt}}}$$

nebo pro přímý systém

$$\bar{m} = \frac{T_{\text{produkt}}}{T_{\text{vláken}}}$$

Protože průměr vlákna nezávisí na jeho délce (podle Brennyho předpokladu pro ideální svazek vláken), varisční koeficient v_f resp. v_d pro stejné vlákno může být konstantou. Rovnice (73) může být vyjádřena:

$$CB(0) = \frac{C}{\sqrt{\bar{m}}} \quad (74)$$

V tabulce jsou uvedeny některé vlákna a jejich konstanty.

C	Vlákna	
102	Buničina	/ 8 /
106	Bavlna	/24 /
112	Vlna	/25 /
106-108	Len	/ 26,27 /

Brenny / 15 / uvádí, že předpoklad rozdělení počtu vláken v průřezu ideálního svazku vláken v Poissonově systému není výstižný, protože počet vláken v průřezu vláknenného svazku nemůže být nekonečně velký ani malý.

Brenny /15 / nahradil Poissonův systém systémem Bernoulliho.

Platí tedy :

$$CB(0)_{\text{Bernoulli}} = CB(0)_{\text{Poisson}} \times f$$

Faktor f pro bavlnu má rozsah 0,45 až 0,95

3.3.3.2 Limitní nestejnoměrnost směsového produktu

Máme-li směs složenou ze dvou komponent umělých vláken různých jemností a variační koeficient jemnosti každého komponentu je tak malý, že ho lze nashredit hodnotou nula, potom výsledný variační koeficient směsi bude mít určitou hodnotu. Proto k přesnému určení limitní nestejnoměrnosti směsového produktu musíme dosadit variační koeficient jemnosti směsového produktu do Martindalovy rovnice.

3.3.3.2.1 Výpočet⁴ odvození koeficientu jemnosti vláken směsového produktu

Je-li jemnost jednotlivých komponentů τ_i , která se rozptyluje kolem její střední hodnoty $\bar{\tau}_i$, a její rozptyl σ_i^2 , a je-li relativní frekvenční rozdělení jemností vláken $f_i(\tau)$ normováno tak, že plocha pod křivkou se rovná 1, platí:

$$\sum_i f_i(\tau) = 1 \quad (75)$$

střední hodnotu jemnosti i -tého komponentu

$$\bar{\tau}_i = \sum_i \tau_i f_i(\tau) \quad (76)$$

rozptyl σ_i^2

$$\sigma_i^2 = \sum_i (\tau_i - \bar{\tau}_i)^2 f_i(\tau) = \sum_i \tau_i^2 f_i(\tau) - \bar{\tau}_i^2 \quad (77)$$

Jestliže poměry podílu vláken i -tých komponentů jsou

$r_1, r_2, \dots, r_m$, bude relativní frekvenční rozdělení jemností směsi $h(\tau)$.

Platí tedy :

$$\sum_i r_i = 1$$
$$h(\tau) = \sum_i r_i f_i(\tau) \quad (78)$$

střední hodnota jemnosti směsi :

$$\bar{T} = \sum \bar{T}_i \cdot h(T) / \sum r_i \bar{T}_i \quad (79)$$

rozptýl :

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \sum (\bar{T}_i - \bar{T})^2 h(T) = \sum \bar{T}_i^2 h(T) - \bar{T}^2 = \\ &= \sum r_i \sum \bar{T}_i^2 f_i(T) - \bar{T}^2 \end{aligned}$$

Z rovnice (77) platí :

$$\sum \bar{T}_i^2 f_i(T) = \sigma^2 + \bar{T}^2$$

takže :

$$\sigma^2 = \sum r_i (\sigma_i^2 + \bar{T}_i^2) - \bar{T}^2 \quad (80)$$

$$\text{a} \quad v_r^2 = \frac{\sigma^2}{\bar{T}^2} \quad \text{nebo} \quad v_r^2 = \frac{\sigma_i^2}{\bar{T}_i^2}$$

$$\begin{aligned} v_r^2 &= \frac{\sigma^2}{\bar{T}^2} = \left(\frac{\sum r_i (\sigma_i^2 + \bar{T}_i^2)}{\bar{T}^2} - 1 \right) x^2 = \\ &= \left(\frac{\sum r_i \left(\frac{v_{ri}^2}{100} \right) \bar{T}_i^2 + \bar{T}_i^2}{\bar{T}^2} - 1 \right) x^2 \\ v_r^2 &= \left(\frac{\sum r_i \bar{T}_i^2 \left(\left(\frac{v_{ri}}{x} \right)^2 + 1 \right)}{\bar{T}^2} - 1 \right) x^2 \quad (81) \end{aligned}$$

Získané rovnice je velmi jednoduchá pro výpočet v_r .

Počítáme-li, že pro umělé vlákno $v_r = 0$ rovnice bude mít tento tvar :

$$v_r^2 = \left(\frac{\sum r_i \bar{T}_i^2}{\bar{T}^2} - 1 \right) x^2 \quad (82)$$

kde platí :

Střední hodnota počtu vláken v průřezu směsového produktu

$$\bar{n} = \frac{T_p}{100} \sum_i \frac{P_i}{\bar{T}_i}$$

Střední hodnota počtu vláken i-tého komponentu

$$\bar{n}_i = \frac{T_p}{\bar{T}_i} \cdot \frac{P_i}{100}$$

Podíl vláken i -tého komponentu

$$\eta = \frac{\bar{m}_i}{\sum \bar{m}_i} = \frac{\frac{R_i T_p}{100 \bar{T}_i} \cdot 100}{T_p \left(\sum \frac{R_i}{\bar{T}_i} \right)} = \frac{R_i}{\bar{T}_i \left(\sum \frac{R_i}{\bar{T}_i} \right)}$$

V případě použití metrického systému číslování platí :

$$\bar{m} = \frac{1}{100 \bar{\epsilon}_{mp}} \sum (R_i \bar{\epsilon}_{mv})$$

$$\eta = \frac{R_i \bar{\epsilon}_{mv}}{\sum R_i \bar{\epsilon}_{mv}}$$

Zde je třeba zdůvodnit, že :

- 1) poměr vlákených komponentů ve směsi η je poměr počtu vláken v průřezu a nemá všeobecný význam (poměr počtů konců vlákna na délkovou jednotku)
- 2) správností rovnice (78) se zabýval Brenny (Technical Committee of the International Wool textile organisation in Cannes May 1957).

Wegener a Meister / 28,29 / počítal limitní nestejnoměrnost

$$CB(0) = 100^2 \bar{\epsilon}_{mp} \sum \frac{R(1 + 0.0004 v^2 d_i)}{\bar{\epsilon}_{mv}}$$

Dále zpracoval Borner /30 /dvě metody, z nichž obdržel tyto vztahy :

$$a) \quad v_i^2 = \frac{6}{\bar{T}^2} = \frac{\sum_{i=1}^r r_i \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r r_i r_j (d_i - d_j)^2}{\bar{T}^2}$$

Tato rovnice je velmi komplikovaná při numerickém vyhodnocení .

b)

$$CB(0) = \frac{10}{\sqrt{T_p}} \sqrt{\sum R_i \bar{T}_i}$$

kde $B_i = 1 + 0,0001 V_{\eta_i}^2$

$$CB(0) = \frac{100}{T_p} \sum R_i T_i B_i$$

Tato metoda je poměrně jednoduchá, platí však jen, když počet vláken v průřezu vyhovuje Poissonovu rozdělení.

Převědeme-li Bornetovu rovnici do metrického systému číslování, obdržíme :

$$CB(0) = 100 \sum \frac{R_i (1 + 0,0001 V_{\eta_i}^2)}{\bar{m}_i}$$

nebo

$$CB(0) = 100 \sum \frac{R_i (1 + 0,0004 V_{\Delta_i}^2)}{\bar{m}_i}$$

Dostáváme tak stejný výsledek, jako v rovnicích Wegenera a Meistersa.

Z uvedeného lze konstatovat, že odvozená rovnice (81) má všeobecnou platnost s dostatečnou jednoduchostí.

3.3.4 Spektrum funkce

Spektrum funkce $s(\frac{1}{\lambda})$ ideálního svazku vláken dle Cox / 37 / je dáno jako absolutní hodnota vektoru.

$$s\left(\frac{1}{\lambda}\right) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{(2T)^{1/2}} \int_{-T}^T (\eta(x) - \bar{\eta}) e^{i\pi x/\lambda} dx \quad (83)$$

Spektrum funkce udává veličinu sinusového kolísání ve vztahu k délce vlny λ .

Spektrum funkce ideálního svazku vláken sestávajících ze stejné dlouhých délek vláken ($\bar{l}$) má tento tvar /10,38,39/.

$$s(l, \lambda) = \sqrt{\frac{1}{\pi n}} \frac{\sin \frac{\pi \bar{l}}{\lambda}}{\sqrt{\frac{\pi \bar{l}}{\lambda}}} = CB(0) \sqrt{\frac{1}{\pi}} \frac{\sin \frac{\pi \bar{l}}{\lambda}}{\sqrt{\frac{\pi \bar{l}}{\lambda}}} \quad (84)$$

Pro stejné četnostní rozdělení délek vláken pro $0 < l \leq l_{max}$ platí tato rovnice :

$$s^2(l, \lambda) = CB(0) \frac{1}{\pi} \int_0^{\bar{l}} h(l) \frac{l}{\lambda} \frac{\sin^2 \frac{\pi l}{\lambda}}{\frac{\pi l}{\lambda}} dl \quad (85)$$

3.3.4.1 Vztah mezi autokorelační funkcí a spektrem funkce

Tento vztah je definován podle /21,7,10 / tímto výrazem :

$$P(\mu) = 2 \int_0^{\infty} F\left(\frac{1}{\lambda}\right) \cos 2\pi \frac{\mu}{\lambda} d\frac{1}{\lambda} \quad (86)$$

kde $F(\frac{1}{\lambda})$ je normované spektrum funkce

$$F\left(\frac{1}{\lambda}\right) = \frac{s^2\left(\frac{1}{\lambda}\right)}{\int_0^{\infty} s^2\left(\frac{1}{\lambda}\right) d\frac{1}{\lambda}} \quad (87)$$

3.3.4.2 Vztah mezi spektrem a délkovou variační křivkou

Důležitost přepočtu jedné funkce na druhou je značná. Přesto, že obě funkce mají blízký vztah, nelze z jedné funkce vyčíst všechny znaky. Kupř. z délkové variační křivky je těžké vyčíst periodické poruchy (mechanické závady), které můžeme okamžitě zjistit ze spektra funkce. Vztah mezi nimi je dán .

$$\begin{aligned}
 c^2(L) &= \left(\frac{100}{\bar{y}} \right)^2 \cdot 2 \int_0^{\infty} \left(\frac{\sin \frac{\pi L}{\lambda}}{\frac{\pi L}{\lambda}} \right)^2 S^2 \left(\frac{1}{\lambda} \right) d \left(\frac{1}{\lambda} \right) = \\
 &= 100^2 \cdot 2 \int_0^{\infty} \frac{\sin \frac{\pi L}{\lambda}}{\frac{\pi L}{\lambda}} S^2 \left(\frac{1}{\lambda} \right) d \left(\frac{1}{\lambda} \right) \quad (88) \\
 \text{kde } S \left(\frac{1}{\lambda} \right) &= \frac{S^2 \left(\frac{1}{\lambda} \right)}{\bar{y}} \\
 \bar{y} &\text{ bylo definováno v rovnici (32)}
 \end{aligned}$$

Gieskuss tyto vztahy definoval i obráceně v trochu jiné formě.

Na základě těchto rovnic Wegener a Hott / 41 / vypracovali přibližnou metodu přepočtu spektra funkce na délkovou variační křivku. Tato metoda je sice pro praxi vyhovující, ale ne dost přesná. Proto v další práci předchozí metodu upřesnili a konečně v jiné práci vytvořili přesnou metodu. Tato metoda je časově velmi náročná.

3.3.4.3 Výpočet spektra funkce

Pro výpočet spektra funkce pomocí skutečného rozdělení délek vláken, platí tento vztah / 39 /

$$S^2(\log \lambda) = CB^2(0) \int_0^{\infty} h(\lambda) \frac{\lambda}{L} \frac{\log 10}{\pi} \frac{\sin^2 \frac{\pi \lambda}{L}}{\frac{\pi \lambda}{L}} d\lambda \quad (89)$$

kde $S^2(\log \lambda)$ ideální spektrum funkce

λ délka vlny

L délka vláken

$h(\lambda)$ frekvenční funkce délek vláken

$CB(0)$ limitní nestejnoměrnost

Wegener přizpůsobil tuto rovnici pro praktické použití v tomto tvaru :

$$S^2(\log \lambda) = CB^2(0) \sum \frac{P_i L_{im}}{L} D_i(\lambda) \quad (90)$$

kde je :

$$P_i = h(L_{im}) \cdot \Delta L_i$$

$$D_i(\lambda) = \frac{\log 10}{\pi} \cdot \frac{\sin^2 \frac{\pi \lambda}{L}}{\frac{\pi \lambda}{L}} \quad (90b)$$

Výraz $D_i(\lambda)$ je nezávislý na rozdělení délek vláken, ale je závislý na jejich třídních intervalech. Z toho důvodu uvádí Wegener hodnoty $D_i(\lambda)$ v závislosti mezi L_{im} a λ

kde L_{im} je střední délka třídního intervalu

Rovněž výraz $\frac{D_i L_{im}}{L}$ lze snadno numericky vyjádřit.

Výpočet ideálního spektra funkce, podle uvedeného způsobu je docela vhodný při použití malého kancelářského počítáče s pamětí bez vynášení mezivýsledků.

3.3.4.4 Odvození a výpočet spektra funkce pomocí $H_2(L)$

Vztah mezi délkovou variační a autokorelační funkcí je dán rovnicí (58)

Z rovnice (58) lze psát :

$$P(\mu) = \frac{d^2}{dL^2} \left(\frac{CB(L)}{CB(0)} \cdot \frac{L^2}{2} \right) \quad (91)$$

Fourierova transformace autoverisice je spektrum funkce / 41 /

$$\begin{aligned} \hat{S}\left(\frac{1}{\lambda}\right) &= \frac{\hat{S}\left(\frac{1}{\lambda}\right)}{\mu^2} = \frac{4}{\mu^2} \int_0^{\infty} P(\mu) \cos 2\pi \frac{\mu}{\lambda} d\mu = \\ &= 2 \int_0^{\infty} \frac{d^2(CB(L) \cdot L^2)}{dL^2} \cos 2\pi \frac{L}{\lambda} dL \end{aligned} \quad (92)$$

Rovnice (92) vyjadřuje vztah mezi $CB(L)$, $\hat{S}\left(\frac{1}{\lambda}\right)$

Přepočet $\hat{S}\left(\frac{1}{\lambda}\right)$ na tvar $\hat{S}(\log \lambda)$ je dán

$$\begin{aligned} \hat{S}\left(\frac{1}{\lambda}\right) d\left(\frac{1}{\lambda}\right) &= \hat{S}(\log \lambda) d(\log \lambda) \\ \hat{S}(\log \lambda) &= \hat{S}\left(\frac{1}{\lambda}\right) \frac{d\left(\frac{1}{\lambda}\right)}{d(\log \lambda)} \end{aligned} \quad (93)$$

z rovnice (92) a (93)

$$\hat{S}(\log \lambda) = \frac{2 \log 10}{\lambda} \int_0^{\infty} \frac{d^2(CB(L) \cdot L^2)}{dL^2} \cos 2\pi \frac{L}{\lambda} dL \quad (93)$$

Substituce (93) v (91) platí

$$\begin{aligned} \hat{S}(\log \lambda) &= \frac{2 \log 10}{\lambda} \cdot \frac{2CB(0)}{1} \int_0^{\infty} \frac{d^2}{dL^2} \left(\frac{CB(L)}{CB(0)} \frac{L^2}{2} \right) \cos 2\pi \frac{L}{\lambda} dL \\ &= \frac{4 \log 10 CB(0)}{\lambda} \int_0^{\infty} H_p(L) \cos 2\pi \frac{L}{\lambda} dL \end{aligned} \quad (94)$$

Pro numerické účely lze vztah (94) přepsat na :

$$\frac{\hat{S}(\log \lambda)}{CB^2(0)} = \frac{K}{\lambda} \sum H_p(L_{im}) \Delta L_{im} A_i(\lambda)$$

kde $K = 4 \log 10$ $A_i = \frac{\cos 2\pi L_{im}}{\lambda}$

Protože A_i není závislé na rozdělení délek vláken (steplová funkce), lze A_i tabelovat.

V praxi užitím vzťahu $H_f(L) \approx H_{mf}(L)$ můžeme určit z (94) spektrum funkce pomocí figrogramu $H_{mf}(L)$.

3.4.1. Spektrum funkce

Spektrum funkce $H_f(L)$ je definováno jako Fourierova transformace funkce $H_f(t)$ podle vzorce (94) lze určit spektrum funkce $H_f(L)$ pomocí figrogramu $H_{mf}(L)$. V praxi se často setkáváme s funkcí $H_f(t)$, která je periodická a má tvar $H_f(t) = H_m \cos(\omega t + \phi)$, kde H_m je amplituda, ω je úhlová frekvence a ϕ je fáze. Pro tuto funkci platí, že její spektrum $H_f(L)$ je tvořeno dvěma Diracovými impulsy v $L = \pm \omega/2$ s amplitudou $H_m/2$. Tento výsledek lze ověřit pomocí vzorce (94) a figrogramu $H_{mf}(L)$, který pro tuto funkci má tvar $H_{mf}(L) = H_m \delta(L - \omega/2) + H_m \delta(L + \omega/2)$.

Pro obecnější případ, kdy funkce $H_f(t)$ je periodická a má tvar $H_f(t) = H_m \cos(\omega t + \phi)$, lze spektrum $H_f(L)$ určit pomocí vzorce (94) a figrogramu $H_{mf}(L)$. V praxi se často setkáváme s funkcí $H_f(t)$, která je periodická a má tvar $H_f(t) = H_m \cos(\omega t + \phi)$, kde H_m je amplituda, ω je úhlová frekvence a ϕ je fáze. Pro tuto funkci platí, že její spektrum $H_f(L)$ je tvořeno dvěma Diracovými impulsy v $L = \pm \omega/2$ s amplitudou $H_m/2$. Tento výsledek lze ověřit pomocí vzorce (94) a figrogramu $H_{mf}(L)$, který pro tuto funkci má tvar $H_{mf}(L) = H_m \delta(L - \omega/2) + H_m \delta(L + \omega/2)$.

Spektrum funkce $H_f(L)$ je definováno jako Fourierova transformace funkce $H_f(t)$ podle vzorce (94) lze určit spektrum funkce $H_f(L)$ pomocí figrogramu $H_{mf}(L)$. V praxi se často setkáváme s funkcí $H_f(t)$, která je periodická a má tvar $H_f(t) = H_m \cos(\omega t + \phi)$, kde H_m je amplituda, ω je úhlová frekvence a ϕ je fáze. Pro tuto funkci platí, že její spektrum $H_f(L)$ je tvořeno dvěma Diracovými impulsy v $L = \pm \omega/2$ s amplitudou $H_m/2$. Tento výsledek lze ověřit pomocí vzorce (94) a figrogramu $H_{mf}(L)$, který pro tuto funkci má tvar $H_{mf}(L) = H_m \delta(L - \omega/2) + H_m \delta(L + \omega/2)$.

Spektrum funkce $H_f(L)$ je definováno jako Fourierova transformace funkce $H_f(t)$ podle vzorce (94) lze určit spektrum funkce $H_f(L)$ pomocí figrogramu $H_{mf}(L)$.

3.4 Skutečný svazek vláken

3.4.1 Skutečná nestejnoměrnost svazku vláken

Ve svazku vláken se kromě nestejnoměrnosti ideálního svazku vláken vyskytuje ještě nestejnoměrnost, která nutně vzniká při zpracovatelském procesu

Tuto přídatnou nestejnoměrnost ovlivňují :

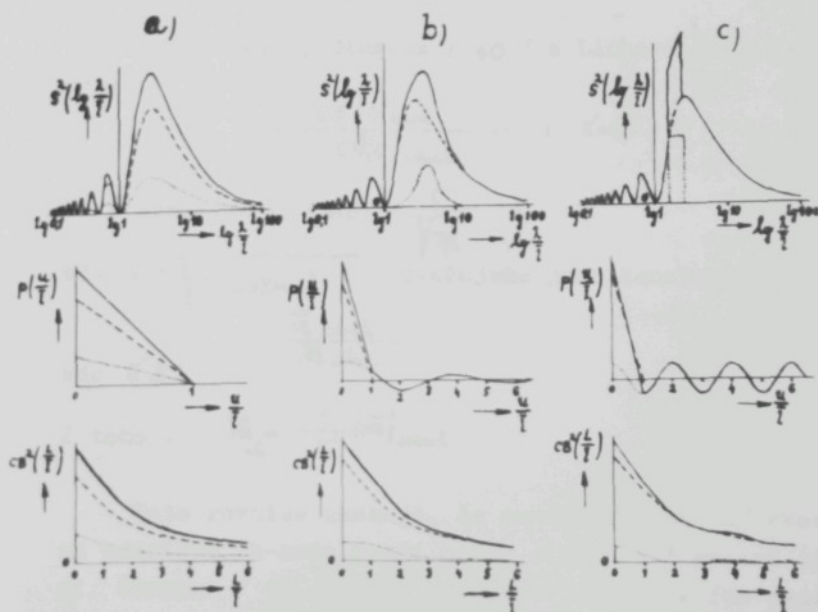
- a) soudržnost vláken. Při průtahovém procesu mají vlákna vzájemnou soudržnost / 44 /, která způsobuje, že během průtahového procesu se nepohybují jednotlivá vlákna, nýbrž malé "svazečky vláken". Struktura svazku vláken je potom jiná, než tomu by bylo ve svazku s ideálním rozmístěním jednotlivých vláken. Svazek při průtahu se chová jako by sestával z menšího počtu vláken.
- b) průtahové vlny. Průtahové vlny způsobují hmotné kolísání v průřezu vláknenného útvaru. Způsobeny jsou vlivem "plovoucích vláken" v průtahovém poli /Balls 42 /. Toto kolísání není přímo periodické, pohybuje se však kolem určité střední hodnoty. Foster / 43 / uvádí, že střední hodnota průtahové vlny je úměrná průtahu a usazení. Při normálním usazení průtahového bavlnářského ústrojí délka průtahové vlny je asi 2,5 - 3 násobek střední délky vláken.
- c) periodické poruchy. Tyto poruchy jsou způsobeny mechanickými vadami průtahového ústrojí. Periodická porucha je narušení průřezu vláknenného útvaru na krátkých úsečkách.
- d) kolísání v Čm. Kolísání na větších úsečkách způsobují odchylky nastaveného Čm. Toto kolísání může kupř. vzniknout tzv. "falešným průtahem" ap.

Příčná odchylka (Querstreung)

Předchozí odchylky se nazývají odchylky podélné. Odchylka, které mění svazky vláken (vláknitého útvaru), které byly zpracovány na různých strojích (mykacích, vřetenech, hlevách sp.) se nazývá "příčná odchylka".

Příčná odchylka nemá vliv na spektrum s autokorelační funkcí. Naproti tomu ovlivňuje DVF. Příčná odchylka zvyšuje DVF na určitou hodnotu. Průběh DVK $CB^2(\frac{L}{\lambda})$ je obsažen v příčné odchylce, při vzrůstající $\frac{L}{\lambda}$ nebude asymptotický k hodnotě 0, ale k jiné hodnotě, odpovídající příčné odchylce.

Zobrazené křivky znázorňují vliv nestejnoměrností sd a); b); c) na průběhy $P(\frac{u}{\lambda})$, $S^2(\frac{L}{\lambda})$, $CB^2(\frac{L}{\lambda})$



— Průběh přidavné nestejnoměrnosti
--- Ideální průběh
— Výsledný průběh

3.4.2 Index nestejnoměrnosti

Jako výsledek předcházející nestejnoměrnosti hodnoty pro $CB(L)$ skutečné jsou vyšší než pro $CB(L)$ ideální. Huberty / 46 / definoval index nestejnoměrnosti :

$$K = \frac{CB(0)_{\text{skut.}}}{CB(0)_{\text{ideál.}}}$$

Brenny rozšířil tuto rovnici pro všechny délky.

$$K(L) = \frac{CB(L)_{\text{skut.}}}{CB(L)_{\text{ideál.}}}$$

Protože je nemožné měřit kolísání na úsečkách $L=0$, a nejmenší měřitelné úsečky jsou $L=8\text{mm}$, uvádí se v literatuře

$$K^0 = \frac{CB(L=8\text{mm})_{\text{skut.}}}{CB(0)_{\text{ideál.}}}$$

Grossberg / 47 / , Gieskus / 40 / a Linhard / 48 / uvádějí :

$$K' = \frac{CB^2(0)_{\text{skut.}}}{CB^2(0)_{\text{ideál.}}} \quad ; \quad K' = K^2$$

Když označíme : $CB(0) = \frac{C}{\sqrt{\pi}}$

kde $C = \sqrt{1 + 0.0004 v_d^2}$ uvažujeme jako konstantu, potom

$$K' = \frac{\overline{m}_{\text{ideál.}}}{\overline{m}_{\text{skut.}}}$$

kde $K' \geq 1$

Z toho : $\overline{m}_{\text{skut.}} = \frac{1}{K'} (\overline{m})_{\text{ideál.}}$

Tato rovnice ukazuje, že skutečný vláknový svazek má zdánlivě k -krát menší počet vláken než svazek ideální. Gieskus / 40 / uvádí : ačkoliv skutečně oba svazky mají stejný průměrný počet vláken, uvádí tato interpretace možnost, že skutečný vláknový svazek sestává z vláknových snopků (skupinek) a nikoliv jednotlivých vláken.

3.4.3 Způsob měření hodnoty

a) gravimetrická metoda, tzn. že se stříhají určité délky svazku vláken L a váží. Z toho se vypočítá variační koeficient.

$$0 < b < L < l_i < l_r < L_T$$

kde : b nejmenší délka, kterou můžeme stříhat
(v kontinuálním způsobu značí šířku kondenzátoru)

l_i celková sledovaná délka

l_r délka příze na cívce

l_r délka celého základního souboru

b) kontinuální metoda . Jak bylo již stanoveno, je hustota materiálu

$$\gamma(x) = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\Delta G}{\Delta x}$$

Z toho vyplývá, že infinitesimálně měřená délka $\Delta x \rightarrow 0$.
Ve skutečnosti testovaná je omezena určitou velikostí.
Proto prakticky měříme jenom střední hodnotu hustoty materiálu na určitou délku Δx a nikdy $\Delta x = 0$.

Tuto délku Δx označíme b . Pro exaktní způsob psaní DVK nestáčí označit $CV(L)$, protože L je závislé na testované délce. Proto je vhodný způsob označení $CV(b, L)$.

Stejným způsobem pro $CB(L)$ platí :

$$CB^2(L, L_T) = CB^2(L, l_i) + CB^2(l_i, L_T)$$

Je-li $L=0$, tak získaný variační koeficient nazýváme celkový variační koeficient.

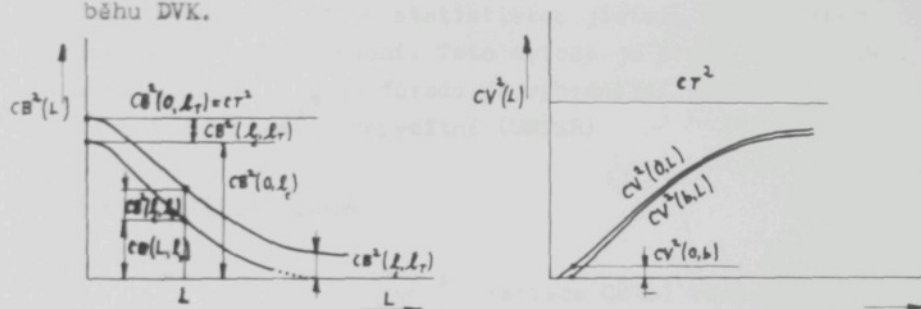
$$CT = CB(0)$$

kde CT je odvozený od anglického výrazu "Total Coefficient of Variation"

$$CT^2 = CB^2(0, l_i) + CB^2(l_i, L_T)$$

$$\begin{aligned} \text{nebo } CT &= CV(0, l_r, l_r) = CB(0, l_r) = \\ &= CV(0, L, l_r) + CB(L, l_r) = \\ &= CV(\infty) = CB(0) \end{aligned}$$

Na obr. 9) je naznačen efekt b (testovací délka) a efekt výběru zkoušené délky l resp. l_r v závislosti na průběhu DVK.



efekt zkoumané délky l
resp. l_r na průběhu $CB(L)$

efekt testované délky b
na průběhu $CV(L)$

obr. 8. 9

3.4.4 Charakteristika CV(L)

Při praktickém zjišťování CV(L) stříháme a vážíme svazek vláken v délce $b = 1-2 \text{ cm}$. Tento postup opakujeme, až dostaneme celou zkoumanou délku l_r , resp. l_r . Tady platí přibližný vztah.

$$CV(0, L, l_r) \approx CV(b, L, l_r)$$

Abychom získali reprezentativní variační koeficient, musíme mít větší počet vážení konstantních délek b . Tzn., že v praxi lze zjistit CV(L) pro větší zkoumanou délku. Při větší zkoumané délce L hodnota $CV(b, L, l_r)$ se blíží k celkovému variačnímu koeficientu $CT = CV(0, l_r, l_r)$

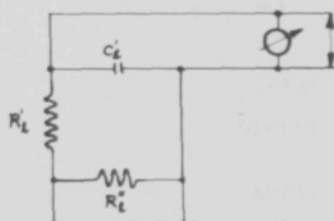
Průběh CV(L) se přiblíží asymptoticky horizontále a malé rozdíly v CV nejsou výrazné. Proto konstatujeme, že

CV(L) nemá v praxi velký význam. Lze ji používat pouze akademicky.

3.4.5 Charakteristika CB(L)

Zjištění charakteristiky CB(L) pomocí gravimetrické metody je snadno uskutečnitelné. K zjištění hodnoty CB(L) pro dostatečnou statistickou jistotu musíme mít dostatečný počet vážení. Tato metoda je proto dosti časově náročná. Z toho důvodu je výhodnější získat hodnotu (CB(L)) cestou kapacitní (USTER)

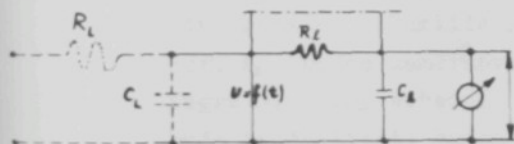
3.4.6 Princip USTER



variací CB(L) resp. CV(L)

$U = f(t)$ vstupní měřicí
napětí jako funkce
času

$C_1 R_1$ hlavní integrační čas



střední hodnota $\bar{U}$

obr. č. 10

a) Normal Test - nebereme-li v úvahu čárkovaně značený dodatečný proudový okruh.

Svazek vláken prochází měřicím kondenzátorem určitou rychlostí V . Pomocí měřicího převaděče bude hmotové kolísání otestováno a kontinuálně převáděno úměrně na elektrický proud. Vstupní napětí do integrátoru je obrazem střední hodnoty příčného průřezu zkoumaného vlákného útvaru, který právě v tomto okamžiku se nalézá mezi deskami kondenzátoru. Probíhající napětí během

zkoušky přichází do integrátoru a je funkcí času.
Platí tedy :

$$U^* = f(t)$$

Zvyšuje-li se okamžité kolísání napětí U , působí odpor tak, že vznikne na kondenzátoru dodatečný elektrický proud. Poněvadž kapacita kondenzátoru C_2 je značně vysoká, nemají okamžité výkyvy v napětí markentní vliv na změny v proudu. Při dokonalém kolísání napětí, které je způsobeno dlouhými vlnami hmotového kolísání (kolísání v Čm), dostáváme markentní rozdíly na kondenzátoru C_2 . V kondenzátoru C_2 se integruje kolísající napětí, které je dáno :

$$U_{C_2}^* = \frac{1}{C} \int_{T_1}^{T_2} I dt$$

kde $T_2 - T_1$ potřebný čas na integraci - nazývá se hlavní integrační čas

Na odporu R_2 je napětí, které se rovná odchylce v měřicím napětí od celkového průměrného napětí $\bar{U}^*$ v jakémkoliv okamžiku. Okamžité odchylky v měřicím napětí na odporu R_2 budou usměrňované. V případě kvadratického integrátoru (kdy střední hodnota napětí na odporu R_2 bude kvadratická) budou odčitatelné na stupnici v procentech v lineární nestejnoměrnosti $U\%$ nebo ve kvadratickém variačním koeficientu $CV\%$.

Čas $T_2 - T_1$ je potřebný čas na průběh určité délky svazku vláken. Zde platí : průběžná délka rovná se rychlostí krát čas. Pro integrátor platí : integrační délka rovná se rychlost materiálu krát integrační čas.

Získání hodnoty $CV(L)$. Testujeme materiál nejmenší rychlostí (2 m/min) a postupně rychlost zvyšujeme. Tímto způsobem získáme téměř horizontální průběh křivky $CV(L)$, buď kvadratický nebo lineární.

Získání hodnoty $CB(L)$. Za účelem získání hodnoty $CB(L)$, resp. $U(L)$ je třeba pro určitou délku zvyšovat délku elektrod. Zvyšování délky elektrod je mechanicky omezeno. Pomocí proudového okruhu (čárkovaná část na obr. 8. 10) můžeme prodloužit fiktivní délku. Tento princip je používán na přístroji USTER (Innert Test), zvyšujeme-li odváděcí rychlost materiálu. Tímto způsobem získáme body $CB(L)$. Palmer / 49 / a Grossberg / 49 / porovnávali hodnoty získané systémem gravimetrickým s systémem kontinuálním a vysvětlili vztahy k ztotožnění obou systémů.

Délka L je dána :

$$L = I V (R_1 C_1) = \frac{I V}{\alpha_1}$$

Pro kvadratický integrátor platí :

$$CB^2(L, l_f) = I^2 (I V R_1 C_1) (I V R_2 C_2) = \\ = I^2 \left(\frac{I V}{\alpha_1}, \frac{I V}{\alpha_2} \right)$$

$$CB^2(L, l_r) = I^2 \cdot I^2 = I^4 CB(L, l_r)$$

kde
$$I^2 = \left(1 - \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right)^m \right)^{-1}$$

kde α_1, α_2 jsou konstanty přístroje

Pro praktické použití navrhli metodu na korekci hodnot získaných z přístroje.

Zakreslením $\log CV$, resp. $\log U$ v závislosti na rychlosti v (m/sec) dostaneme přímku a zjistíme tangens. Počítáme :

$$2 \log x$$

a v tabulkách zjistíme odpovídající korekční hodnoty

$$k = k'.$$

Potom platí pro zkoumanou délku $L = 1,6V \cdot \bar{L}$

$$CB(L) = k' \quad \text{krát odečtené hodnoty (CV nebo U \%)}. \quad .$$

Metoda Palmers a Grossberga (používaná v experimentální části této práce) dává velmi přesné výsledky a lze ji používat nejen v praxi, ale i ve vědecké práci / 50 / .

3.4.7 Brennyho konstrukce na zjištění celkové nestejnoměrnosti

Brenny / 7 / pozoroval, že tangenta $CB'(L)$ v bodě $L=0$ protíná abscisu $L = 3\bar{L}$.

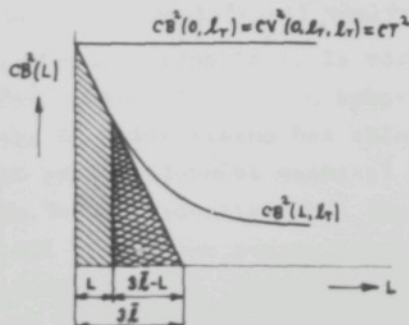
Potom platí :

$$\frac{CB'(0, L_T)}{3\bar{L}} = \frac{CB'(L, L_T)}{3\bar{L} - L}$$

nebo :

$$CB'(0) = CT = CB'(0, L_T) = \frac{3\bar{L} \cdot CB'(L, L_T)}{3\bar{L} - L}$$

Tuto rovnici lze graficky zobrazit:



Graficky zjištěný celkový variační koeficient
podle Brennyho

3.5 ^kDiskuze teoretické části

3.5.1 Diskuze k ideálnímu svazku s ideální nestejnoměrností

Mykaný pramen má více než polovinu vláken neorientovaných, tzn. že zaujímají jiný směr než souhlasný s osou pramene. V následující pasáži se směr vláken zlepšuje a v přízi jich zůstává cca 2 %. Prohlédneme-li tvar vláken, zjistíme, že od mykacího stroje přichází asi jen :

15 % vláken vyrovnaných,

50 % vláken s ohnutým zadním koncem dopředu,

15-20 % vláken s ohnutým zadním koncem dozadu,

zbytek tvoří vlákna nedefinovatelného tvaru.

Brenny předpokládá, že ideální svazek vláken sestává z nespořádaných a stejně tlustých vláken po celé délce. Tento předpoklad je zvláště pro přírodní staplová vlákna silně idealizován. Nestejnoměrnost skutečného svazku vláken je funkcí zejména počtu vláken v průřezu. V průřezu skutečného svazku vláken z důvodů tvorby háčků je počet vláken menší než u ideálního svazku. Z této skutečnosti vyplývá i vyšší nestejnoměrnost. Brenny předpokládá, že rozdělení počtu vláken v průřezu vláknenného útvaru vyhovuje Poissonovu rozdělení, tzn. že každé vlákno bez ohledu na jeho délku má stejnou pravděpodobnost nacházet se v libovolném místě svazku. Tento předpoklad mohl odpovídat skutečnosti v případě vláknenného svazku, který opustil mykací stroj. Jinak tomu je, když vláknenný svazek projde protahovacím ústrojím (více pasáží), v němž se vyskytují vlákna kontrolovaná a plovoucí. V tom případě dojde k zákonitému rozmístění částí kontrolovaných vláken.

Podle Poissonova rozdělení platí pravděpodobnost

$$P(x) = \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!} \quad (1)$$

$$\mu = E(n_{FA}) > 0$$

x..... počet vláken

kde

μ střední hodnota

$E(n_{FA})$ očekávaná hodnota počtu vláken

platí tedy :

$E(n_{FA})$ rovná se rozptyl n_{FA} , rovná se μ

$$V_{FA} = \frac{\sqrt{\bar{n}_{FA}}}{\bar{n}_{FA}} \cdot 100 = \frac{100}{\sqrt{\bar{n}_{FA}}} \quad (2)$$

kde

V_{FA} variační koeficient počtu vláken v průřezu

$\bar{n}_{FA}$ průměrná hodnota počtu vláken v průřezu

počet konců vláken na délkovou jednotku je dán :

$$\bar{n}_{FK} = \bar{n}_{FA} \cdot \bar{L}$$

kde

$\bar{n}_{FK}$ střední hodnota počtu konců vláken

Ke zjištění skutečného počtu konců vláken na délkovou jednotku je třeba znát, jaké má rozdělení ve skutečném svazku vláken. Toto rozdělení ve skutečnosti neznáme. Experimentální zjištění tohoto rozdělení je velmi obtížné (kupř. mikroskopicky), tč. neexistuje jiná rychlejší metoda.

Grossberg, Smith a Balesub-Ramanien vyvinuli metodu /51/ na nepřímé určování rozdělení konců vláken. Tato metoda spočívá v tom, že se nepřetržitě vybírají vlákna ze svazku, zváží se a jejich váha je úměrná počtu vláken.

Při určování počtu vláken z váhy musíme předpokládat, že plocha průřezu vlákna je stejná po celé jeho délce. Tato metoda je dostatečně přesná, je-li počet vláken ve vytaženém chomáčku cca 10^2 . Tzn., že tato metoda je dostatečně úspěšná při zjišťování počtu konců vláken v pramenu. Při sledování tenšího vlákenného útvaru musíme zvyšovat počet vláken tím, že vytahovaná délka bude větší (kupř. namísto 2 mm, 10 mm). To však snižuje přesnost metody.

3.5.2 Diskuze k indexu nestejnoměrnosti a rozdělení konců vláken

V předchozí 3.4.2 kapitole bylo definováno, že:

$$K = \frac{(\bar{m})_i}{(\bar{m})_{\Delta L}} = \frac{CB(0)_{\Delta L}}{CB(0)_i} \quad /3/$$

Wegener / 52 / uvádí, že nemůžeme měřit variační koeficient hmotného kolísání v průřezu. Odchyłka mezi mezi skutečným a ideálním svazkem vláken je ovlivněna uspořádáním, nebo rozdělením lomů vláken. Wegener proto odvodil novou veličinu (přesnější než k) "index konců vláken" λ_{FE} , kde platí :

$$\lambda_{FE} = \frac{V_{FE}}{(V_{FE})_{\text{Poisson}}} \quad /4/$$

kde :

V_{FE} Poissonvariační koeficient rozdělení konců vláken v ideálním svazku vláken

V_{FE} variační koeficient rozdělení konců vláken ve skutečném svazku vláken

Wegener a Ehler /52/ určili vztah mezi λ a K tedy platí :

$$K \approx i_{FE}$$

$$K \approx \frac{V_{FA}}{V_{FA}(\text{Poisson})}$$

$$i_{FE} \approx \frac{V_{FE}}{V_{FE}(\text{Poisson})}$$

/5/

$$\frac{V_{FA}}{V_{FA}(\text{Poisson})} \approx \frac{V_{FE}}{V_{FE}(\text{Poisson})}$$

Z uvedených důvodů se domníváme, že je téměř nemožné zjišťovat rozdělení konců vláken ve skutečném svazku vláken. Proto je nejvýhodnější metoda simulovat model svazku vláken pomocí počítače a měnit λ_{FE} , abychom získali nejvíce znalostí o skutečném rozdělení počtu vláken v průřezu, případně i typ rozdělení. To znamená, že se přiblížíme ke skutečnému svazku vláken a tyto poznatky můžeme aplikovat na vlastní přádní proces. Můžeme ověřit hypotézu protahování vláken, tvorby zákrutu příze, pevnosti příze ap.

3.5.3 Diskuze k významu CB(L)

V kapitolách 3.3.2 byl definován a odvozen způsob počítání CB(L). Nyní budeme diskutovat o jeho významu a tím o jeho využití.

1. Porovnáme-li vzájemně více vlákenných útvarů pomocí CB(L), zjistíme :

- a) pomocí průběhu CB(L) v zóně malých úseček, tj. pří-
mý efekt protahového dopřádacího ústrojí, lze před-
pokládat chyby nebo vady ve vznikajících tkaninách;

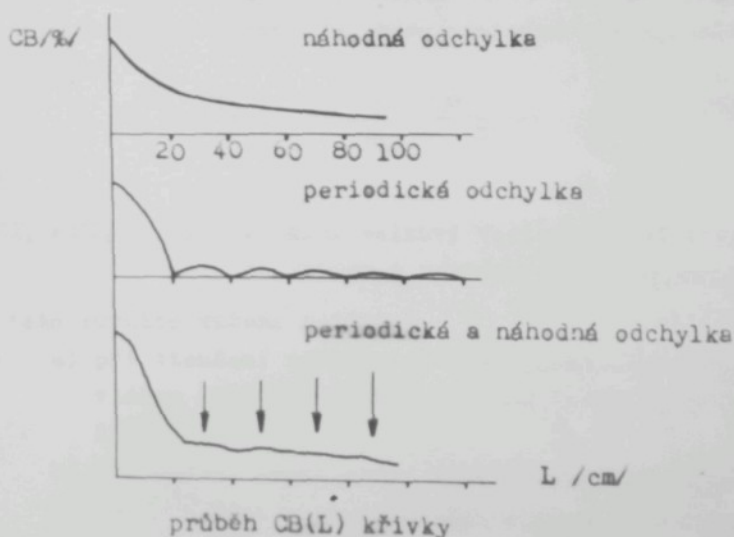
- b) při stoupání CB(L) ve středních úsečkách lze posoudit průběh předpřídacího procesu;
- c) v příčném kolísání na dlouhých délkách slouží jako míra kolísání číslo vlákného útvaru. To způsobuje v tkanině tzv. "útkové pruhování".
2. CB(L) slouží k sledování technologického procesu. Při stanovení délkové variační křivky pro každý proces lze posoudit, jaké nestejnomyěrnosti a v jakých délkách se vyskytují. Protože je obtížné stanovit CB(L) pro každý proces, lze pomocí následující rovnice / 6 / stanovit K(L) pro každý proces.

$$\frac{K(L)_x}{K(L)_A} = \frac{CB(L)_x}{CB(L)_A} \sqrt{\frac{\text{průběh}}{\text{délka}}}$$

/ 6 /

Příručka USTER / 50 / uvádí metodu získání indexu nestejnomyěrnosti poslední pasáže, z níž lze vypočítat předcházející indexy nestejnomyěrnosti jednotlivých procesů.

3. CB(L) křivky nejsou příliš vhodné na vyhodnocování periodické nestejnomyěrnosti, jak je zřejmé z obrázku.



Z grafu je patrno, že efekt periodické nestejnomyšrnosti není výrazný v CB(L). K tomu účelu je lépe použít spektrogramu.

4. Samostatné CB(L)_{sk} nemá velký význam. Jinak je tomu, když je srovnáváme se standardními nebo ideálními hodnotami.

5. Získání CB(L) je časově velmi náročné a proto můžeme přejít k diskusi o navržené metodě výpočtu CB(L) pomocí fibrogramu.

3.5.4 Vztah mezi družením, průtahem a nestejnomyšrností

V ideálním svazku vláken

Kolísání počtu vláken v průřezu v ideálním svazku vláken může být charakterizováno celkovým variačním koeficientem.

$$CT = \frac{\sigma}{\bar{m}} \cdot 100 = \frac{100}{\sqrt{\bar{m}}} \quad /7/$$

Z této rovnice vyplývá, že svazky vláken, které mají větší $\bar{m}$ v průřezu, mají menší nestejnomyšrnost. Je-li svazek vláken družený v ideálním technologickém procesu s vyloučením vlivu stroje, bude výsledná nestejnomyšrnost vyjádřena :

$$CT_{IA}^2 = \frac{CT_E^2}{D} + 10^4 \frac{1}{\bar{m}_E} \frac{P-1}{D} \quad /8/$$

kde

CT_E a CT_{IA} ideální celkový variační koeficient
na vstupu a výstupu (eíngang, ausgang)

Z této rovnice můžeme vyčíst :

- při ztenčení výrobku se nestejnomyšrnost svazku vláken zvyšuje a druhý sčítanec uvádí jeho veličinu;
- při každém protahování vzniká nutně nestejnomyšrnost, i když vstupní svazek vláken má nulovou

hodnotu nestejnoměrnosti;

- c) družení ideálního svazku vláken snižuje nestejnoměrnost.

Nyní vysvětlíme, jaký je efekt družení skutečného svazku vláken.

Sledujme případ, kdy budou druženy dva svazky vláken.

Jejich nestejnoměrnost vyjádříme v rozptylu σ_1^2, σ_2^2

a družení $D=2$.

Potom platí :

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2\kappa \sigma_1 \sigma_2 \quad /9/$$

kde κ je korelační koeficient, který vyznačuje vzájemné vztahy družení jednotlivých míst vlákenného svazku. Mají-li však oba svazky vláken stejné σ , obdržíme výslednou nestejnoměrnost.

$$\sigma^2(L, l) = \frac{1}{2^2} \left[CB^2(L, l)_{sk_1} + CB^2(L, l)_{sk_2} + 2\kappa CB(L, l)_{sk_1} CB(L, l)_{sk_2} \right] \quad /10/$$

Nyní vyšetříme následující případy :

- a) překrývají-li se tenší nebo tlustší úsečky svazků vláken L , potom $\kappa \leq 1$ a platí tedy :

$$CB(L, l) = \frac{CB(L, l)_1 + CB(L, l)_2}{2} \quad /11/$$

tzn., že výsledná nestejnoměrnost při družení se rovná aritmetické střední hodnotě nestejnoměrnosti jednotlivých svazků vláken.

- b) v případě, kdy při družení se setkávají vlákenné úsečky tenké s tlustými a obráceně, potom $\kappa \leq -1$. Výsledná nestejnoměrnost potom bude :

$$CB(L, l) = \frac{|CB(L, l)_1 - CB(L, l)_2|}{2} \quad /12/$$

Ve speciálním případě, kdy $CB(L, l_1) = CB(L, l_2)$
je výsledná nestejnomořnost nula.

- c) setkají-li se tenká a tlustá místa ve svazku
vláken náhodně, potom $\kappa = 0$ a platí :

$$CB(L, l) = \frac{\sqrt{CB^2(L, l_1) + CB^2(L, l_2)}}{2} \quad /13/$$

Pro svazky vláken, mající stejnou nestejnomořnost
platí :

$$CB(L, l)_{\kappa} = \frac{CB(L, l_1)_{\kappa}}{\sqrt{D}} \quad /14/$$

Z toho plyne, že družení zmenšuje nestejnomoř-
nost. Stupeň tohoto zmenšení je určen κ .

3.5.4.1 Výpočet přídavné nestejnomořnosti ve skuteč- ném svazku vláken

Nebudeme se zabývat teorií průtahu a odchylky od
teoretického pohybu vláken.

Gríšin /45/ uvádí vztahy určující přídavnou ne-
stejnomořnost, která vzniká při protahovacím procesu
a je způsobena odchylkou od normálního vzájemného po-
sunutí vláken.

$$CT_{\Sigma}^2 = (1 + 3V_f^2) \gamma^2 \beta \frac{10^4}{m} (P - 1)^2$$

$$\beta = \left(\frac{z}{\bar{l}_g} - 1 \right) + V_f^2 \quad /15/$$

kde :

CT_{Σ}^2 přídavná nestejnomořnost

V_f variační koeficient délky vlákna

γ koeficient určující, jak velká je střední
odchylka od ideálního pohybu vláken a nazý-
vá se koeficient posunu vláken

z usazení

$\bar{l}_g$ střední hodnota vláken určená váhově

Veličina β je tím větší, čím větší je usazení a nestejnomyšlnost délek vláken.

Shrnutím efektu soudržnosti vláken dostaneme :

$$CT_L^2 = \gamma \Phi \frac{10^4}{\bar{C}_{m_v}} (1 + 3V_f^2) \beta \cdot \bar{C}_{m_{PE}} (P-1)^2 \quad /16/$$

kde :

$\bar{C}_{m_{PE}}$ vstupní $\bar{C}_m$ produktu

Φ koeficient vláknenné soudržnosti, ukazující kolik vláken v průtahovém ústrojí tvoří jednotku (snopeček vláken)

Z předchozího vyplývá, že celková nestejnomyšlnost je součet vstupní nestejnomyšlnosti plus ideální nestejnomyšlnost, vznikající při ztenčení, plus přídatná nestejnomyšlnost způsobená průtahem.

Při použití družení platí :

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{D} (CT_L^2 + CT_f^2 + CT_E^2) = \\ &= \frac{1}{D} \left(CT_L^2 + \Phi \frac{10^4}{\bar{C}_{m_v}} \bar{C}_{m_{PE}} (P-1) + \gamma^2 \Phi \frac{10^4}{\bar{C}_{m_v}} (1 + 3V_f^2) \beta \right) \end{aligned} \quad /17/$$

Při idealizaci průtahového procesu platí :

$$\gamma = 0, \quad \Phi = 1$$

Rovnice (17) bude mít tento tvar :

$$CT_{LA}^2 = \frac{1}{D} \left(CT_L^2 + \frac{10^4}{\bar{m}_E} (P-1) \right) \quad /18/$$

Tato rovnice je totožná s rovnicí (8).

3.5.5 Diskuze k navrhované metodě ^{výpočtu} CB(L) pomocí fibro-
grafu

Z přílohy XVIII lze konstatovat, že metoda s použitím numerického integrálu podle Wegenera a metoda navrhovaná nevykazují podstatné odchylky.

$$\Delta = \frac{\frac{CB(L)}{CB(0)} - \frac{CB_m(L)}{CB(0)}}{\frac{CB(L)}{CB(0)}}$$

Odchylka Δ pro malé délky (4 mm) činí nejvíce 0,012 (tj. 1,2 %) a nejméně 0,00037 (tj. 0,037 %). Jinak se pohybuje kolem 0,0002 (tj. 0,02 %). Pro střední délky se pohybuje kolem 0,7 %. Pro velmi dlouhé úsečky (10.000 mm) je maximální hodnota 0,002, tj. 4 %, minimální 0,00007 (tj. 0,1 %). Z toho vyplývá, že tato navrhovaná metoda je docela přesná a má význam pro praktické využití z hlediska snadnosti a časové úspory. Podle technických údajů fy Spinlap (výrobce Fibrografu) je potřebná doba pro naměření jednoho vzorku 3-5 min. Pro reprezentativní vzorek stačí 5 měření (tj. 20-30 min), pro výpočet na normální kalkulačce cca 40-60 min (odhad). Celkový výpočet CB(L) vyžaduje asi 60-90 min. V porovnání s ostatními metodami uvedenými v kapitole 3.3.2 je to podstatně menší časové a méně náročné zpracování než u kterékoliv jiné metody. Obzvláště když víme, že u ostatních metod je nutné měřit délku jednotlivých vláken.

Jestliže porovnáváme výpočet CB(L) pomocí integrálu a překrývací metody pro skutečné rozdělení délek vláken (příloha XVII) zjistíme, že překrývací metoda (nejpřesnější ze všech metod popsaných v kapitole 3.3.2) má vyšší hodnoty, než při integrační metodě.

Navrhovou metodou obdržíme vyšší hodnoty, než při metodě numerického integrálu, především pro krátké a střední úsečky, při kterých se naše metoda blíží meto-

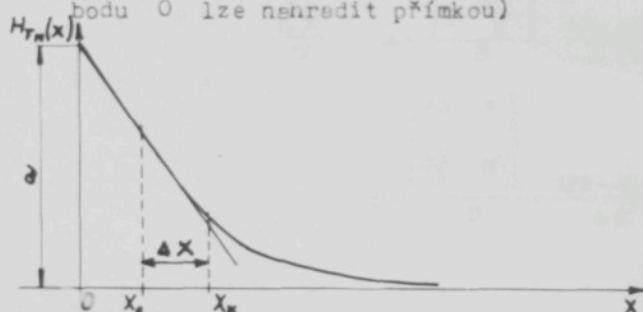
dě překrývací. Pro dlouhé úsečky obdržíme pak hodnoty numerického integrálu.

Tato metoda by mohla mít obzvlášť velký význam, kdyby na výstupu z fibrografu mohly být zařazeny 2 integrátory a dělička pro samočinné vyhodnocení a výpočet CB(L) křivky.

Nyní uvedeme návrh pro analogové zpracování výstupu z fibrografu. Tato metoda má 3 fáze :

- transformovat fibrogram na modifikovaný fibrogram;
- výpočet CB(L) křivky a její zakreslení;

- Abychom obdrželi modifikovaný fibrogram, musíme dodržet podmínku $H_f(0)=1$. Toho lze docílit lineární regresí takto : (vlastností steplové křivky v okolí bodu 0 lze nahradit přímkou)



V intervalu $x \in \langle x_0, x_k \rangle$ nahradíme křivku $f(x)$ lineární regresní křivkou. Koeficienty vypočteme metodou nejmenších čtverců.

Lineární regresní funkce má tvar : $y=a+bx$

$$S = \int_{x_0}^{x_k} (f(x) - a - bx)^2 \min$$

Abychom mohli integrovat od nuly, provedeme substituci

$$\bar{x} = x - x_0 \Rightarrow x = \bar{x} + x_0$$

$$dx = d\bar{x}$$

$$x_k - x_0 = \Delta x$$

$$S = \int_0^{x_K - x_0} (f(\bar{x} + x_0) - a - b(\bar{x} + x_0))^2 d\bar{x}$$

$$0 = \frac{\partial S}{\partial a} = 2 \int_0^{x_K - x_0} (f(\bar{x} + x_0) - a - b(\bar{x} + x_0)) \cdot (-1) d\bar{x}$$

$$A = \int_0^{x_K - x_0} f(\bar{x} + x_0) d\bar{x} = a \Delta x + b \frac{\Delta x^2}{2} \quad (1)$$

$$0 = \frac{\partial S}{\partial b} = 2 \int_0^{x_K - x_0} (f(\bar{x} + x_0) - a - b(\bar{x} + x_0)) (\bar{x} + x_0) d\bar{x}$$

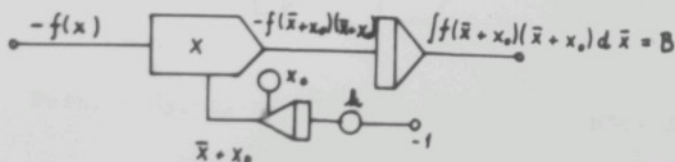
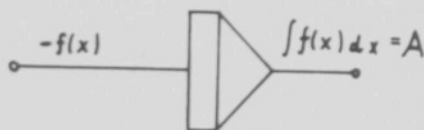
$$B = \int_0^{x_K - x_0} f(\bar{x} + x_0) (\bar{x} + x_0) d\bar{x} = a \frac{\Delta x^2}{2} + b \frac{\Delta x^3}{3} \quad (2)$$

Rovnice (1) a (2) tvoří soustavu lineárních rovnic pro výpočet neznámých koeficientů a , b , za použití Craméroveho pravidla

$$D = \begin{vmatrix} \Delta x & \frac{\Delta x^2}{2} \\ \frac{\Delta x^2}{2} & \frac{\Delta x^3}{3} \end{vmatrix} = \frac{\Delta x^4}{12} \quad ; \quad a = \frac{\begin{vmatrix} A & \frac{\Delta x^2}{3} \\ B & \frac{\Delta x^3}{3} \end{vmatrix}}{D} = \frac{4A\Delta x - 6B}{-\Delta x^2}$$

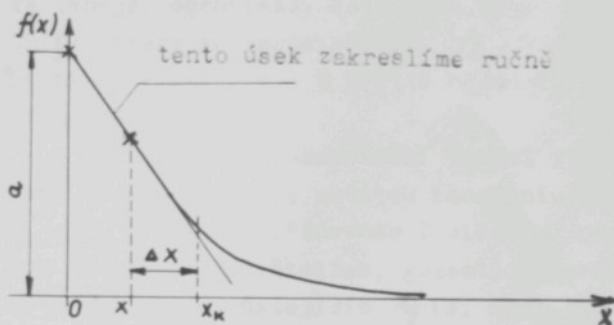
$$b = \frac{\begin{vmatrix} \Delta x & A \\ \frac{\Delta x^2}{2} & B \end{vmatrix}}{D} = \frac{12B - 6A\Delta x}{\Delta x^3}$$

Koeficient a určuje nové měřítko na ose y .



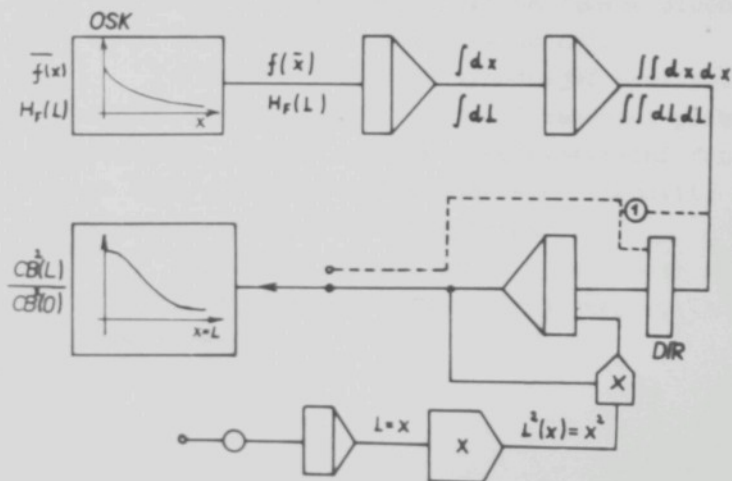
Výpočet koeficientu a, b se musí provést ručně nebo na kalkulačce.

Tuto přímkou dokreslíme do grafu ručně a tím získáme modifikovaný fibrogram



b) Výpočet

$$\frac{\frac{1}{CB(L)}}{\frac{1}{CB(0)}} = \frac{2}{L(L)^2} \int_0^x \int_0^x \overline{f(x)} dx dx = \frac{2}{L^1} \int_0^L \int_0^L H_{FM}(L) dL dL$$



Pozn. : Byl by možný ještě jiný alternativní postup

3.5.6 Posouzení významu $CB(\frac{L}{l}), P(\frac{u}{l}), S(\frac{\log l}{l})$

- Odchylka, které mění svazky vláken, které byly zpracovány na různých strojích, se nazývá příčná odchylka (vnější odchylka). Tato odchylka ovlivňuje průběh $CB(\frac{L}{l})$, který se vzrůstajícím $\frac{L}{l}$ se nebude blížit asymptoticky k nule, ale k určité hodnotě, odpovídající této odchylce.

Ovlivňuje autokorelační funkci tím způsobem, že tato funkce zahrnuje určitou konstantu $\sigma_z^2/\sigma_{gez}^2$, kde $\sigma_z^2, \sigma_{gez}^2$ značí přídavnou (celkovou) odchylku, vyjádřenou rozptylem (zusätzlichen, gesamt), které se asymptoticky blíží při vzrůstajícím $\frac{u}{l} \rightarrow 0$. $P(0) = 1$ nebude změněno, protože je normováno.

Příčná odchylka ovlivňuje spektrum funkce, takže tato funkce pro $\lambda \rightarrow \infty$ se stává linií spektra (je-li sinusový průběh s konečnou amplitudou a diskretní délkovou vlnou λ , je dáno spektrum funkce plochou, jejíž sířka se blíží nule a výška nekonečnu).

Z těchto důvodů je výhodnější používat délkové variační křivky, neboť lze do ní zahrnout přímo příčnou odchylku, oproti spektru a autokorelační funkci, ve které se musí příčná odchylka dodatečně stanovit, což nelze provést experimentálním způsobem.

V případě známého druhu a velikosti nestejnoměrností je použití spektra funkce výhodnější, než použití $CB(\frac{L}{l})$ nebo $P(\frac{u}{l})$.

4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

4 Experimentální část

4.1 Zaměření práce - cíl

Tato experimentální část sleduje dva cíle :

- a) porovnat nestejnoměrnosti přízí, vyrobených různými technologickými způsoby bezkřídlovkovými se způsobem klasickým;
- b) ověření návrhu výpočtu CB(L) pomocí fibrografu.

4.2 Zkoušky technologické

V této práci jsme se na prvním místě zaměřili na různé technologické systémy bezkřídlovkového a klasického předení.

Protože np. Jitka Otín je vybaven pouze bezkřídlovkovou přádní technikou, porovnávali jsme jeho přízi s přízí, kterou jsme vypředli v dílnách VŠST a to různou technologií.

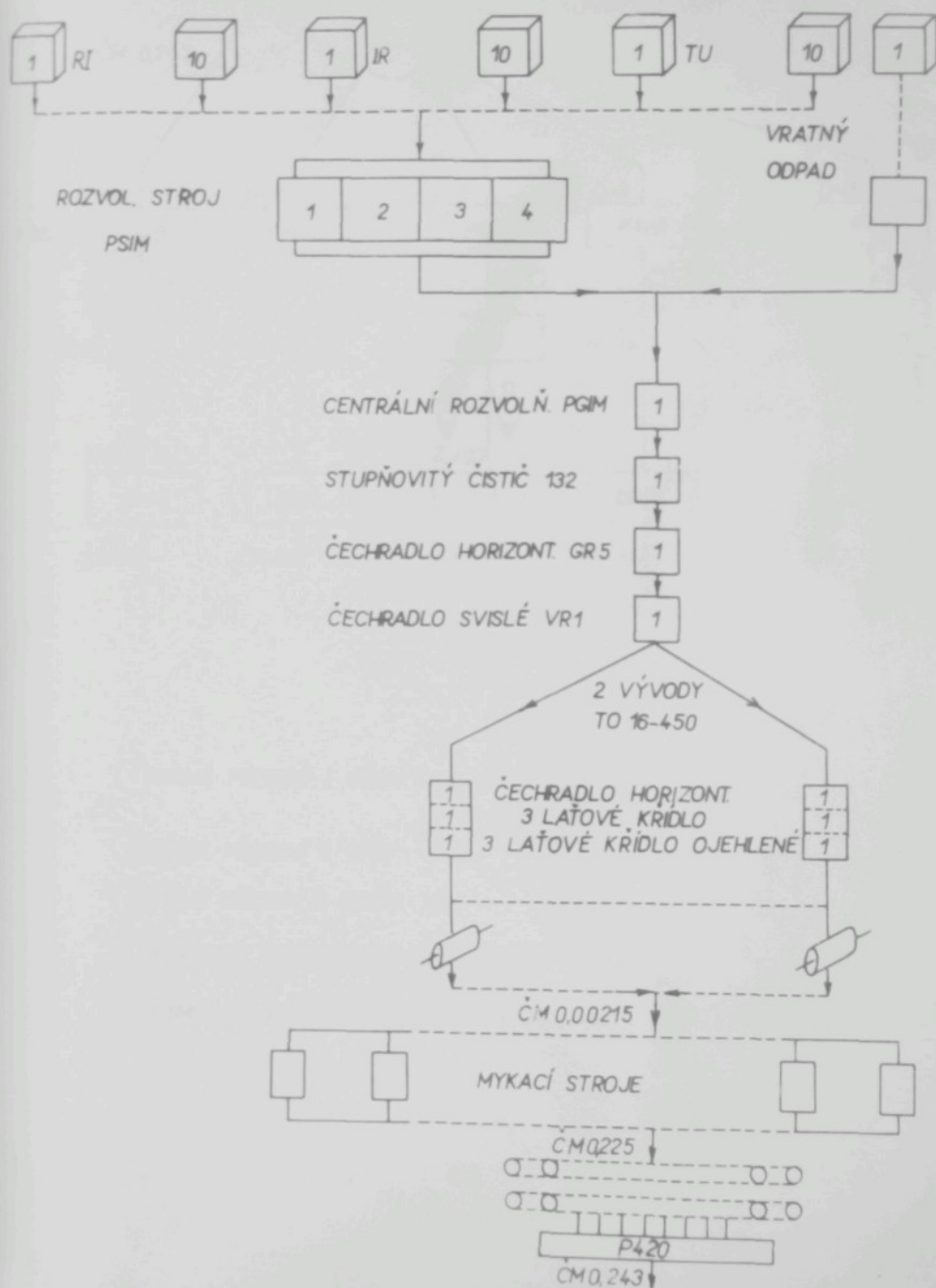
Při zkouškách vláken jsme zjistili, že délka vláken v jednotlivých konvích není vzájemně homogenní. Proto jsme byli nuceni použít další sortiment, a to z np. Seba Janvald, který je vybaven klasickou přádní technikou, a který nám umožnil kromě toho zpracovat materiál určený pro klasické technologie na technologii bezkřídlovkové a naopak.

Dále nám umožnil vypřádat klasickou přízi na jiném strojovém parku, provést vzájemné porovnání a tím i zásahy do přádního procesu.

K výpočtu CB(L) podle navrhované metody bylo nutno zpracovat různé druhy materiálů.

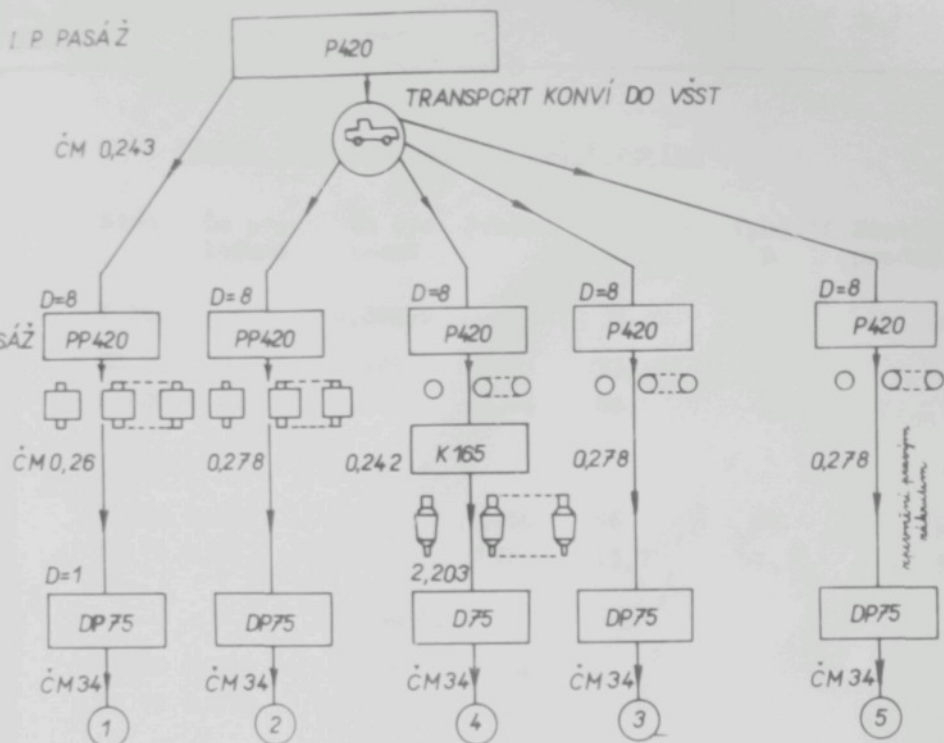
4.2.1 Přádní plány (obr.č.11)

Sortiment JITKA



obr. č. 11

I. P. PASÁŽ



obráz. č. 11

- ① PŘÍMÉ PŘEDENÍ Z CÍVKY NP JITKA
- ② PŘÍMÉ PŘEDENÍ Z CÍVKY VŠT
- ③ PŘÍMÉ PŘEDENÍ Z KONVE VŠT
- ④ KLASICKÁ TECHNOLOGIE PŘEDENÍ VŠT
- ⑤ PŘÍMÉ PŘEDENÍ ZE ZPEVNĚNÉHO PRAMENE Z KONVE VŠT

Přádní plán pro Čm 34/1 100 % bavlna

Stroj	Čm před ložené	Čm výs ledné	Průtah	Odváděcí rychlost	Využití %	Skut.hod produkce
T 16	-	0,00215	-	8,20	98	224,26
MS	0,00215	0,225	101	33,16	90	8,34
P 420	0,225	0,243	8,64	89	90	79,1

Vzorek č. 1

PP420	0,243	0,26	8,56	56	76	39,29
DP 75	0,26	34	131	13,7	94,3	7,39

Vzorek č. 2

PP420	0,243	0,278	8,64			
DP 75	0,278	34	122			

Vzorek č. 3 a 5

P 420	0,243	0,278	8,64			
DP 75	0,278	34	122			

Vzorek č. 4

P 420	0,243	0,242	8			
K 165	0,242	2,203	9,068			
D 75	2,203	34	15,529			

Konečné shrnutí použitých spřádacích systémů je na-
značeno na obr. č. 11

4.2.2 Technologické údaje - sortiment JITKA

Vzorek č. 1

I. pásáž P 420

Družení	6 cylindrů	usazení	rozlož. průtahu
8	30-30-25-30	41-36-33	1,897-1,02-4,461

II. pasáž PP 420

Družení	ø cylindrů	usazení	rozlož. průtahu
8	30-30-25-30	40-35-33	1,897-1,02-4,423

Dopřádací stroj DP 72

1	24-25-24-25	47-45-44,5	6,7-1,45-13,38
---	-------------	------------	----------------

Vzorek č. 2

II. pasáž PP 420

8	30-30-25-30	41-36-33	1,897-1,02-4,461
---	-------------	----------	------------------

Dopřádací stroj DP 72

1	24-25-24-25	47-45-44,5	5,97-1,45-14,13
---	-------------	------------	-----------------

Vzorek č. 3 a 5

II. pasáž P 420

8	30-30-25-30	40-35-33	1,897-1,02-4,461
---	-------------	----------	------------------

Dopřádací stroj DP 72

1	24-25-24-25	47-45-44,5	5,97-1,45-14,13
---	-------------	------------	-----------------

Vzorek č. 4

II. pasáž P 420

8	30-30-25-30	40-35-33	1,879-1,02-4,13
---	-------------	----------	-----------------

Konvostřední křídlovka K 165

1	32-32-28-32	38-55-33	2,48-1,03-3,55
---	-------------	----------	----------------

Dopřádací stroj D 72

1	25-24-25	43-44,5	1,553-10
---	----------	---------	----------

Poznámky :

Norma míchání :

R II do 4,5 % nečistot = 33,04 %

Iránská (Homa + Wkone) = 31,94 %

Turecká (Míla + Ilona) = 35,02 %

celkem 100 %

Jemnost vláken v Čm .

R II = 5.446

Iránská = 5.194

Turecká = 5.917

Střední hodnota jemnosti směsi = 5.530

4.2.3 Přádní plány- sortiment SEBA pro Čm 34/1 100 % bavlna

Stroj	Čm před ložené	Čm výs ledné	Průtah	Odváděcí rychlost	Využití %	Skut.hod produkce
T 16	-	0,00251	-	6,78	95	154
MS	0,00251	0,273	109	22,3	98	4,82
P 420	0,273	0,278	8,146	85,5	79	58,2

Vzorek č. 6

P 420	0,278	0,289	8,316	85,5	80,5	57,2
RTT	0,289	3	10,38	17,57	73,3	34,-
P 76	3	34	22,666	12,4	86	7,22

Vzorek č. 7

P 420	0,278	0,278	8			
K 165	0,278	2,52	9,068			
P 75	2,52	34	13,49			

Vzorek č. 8

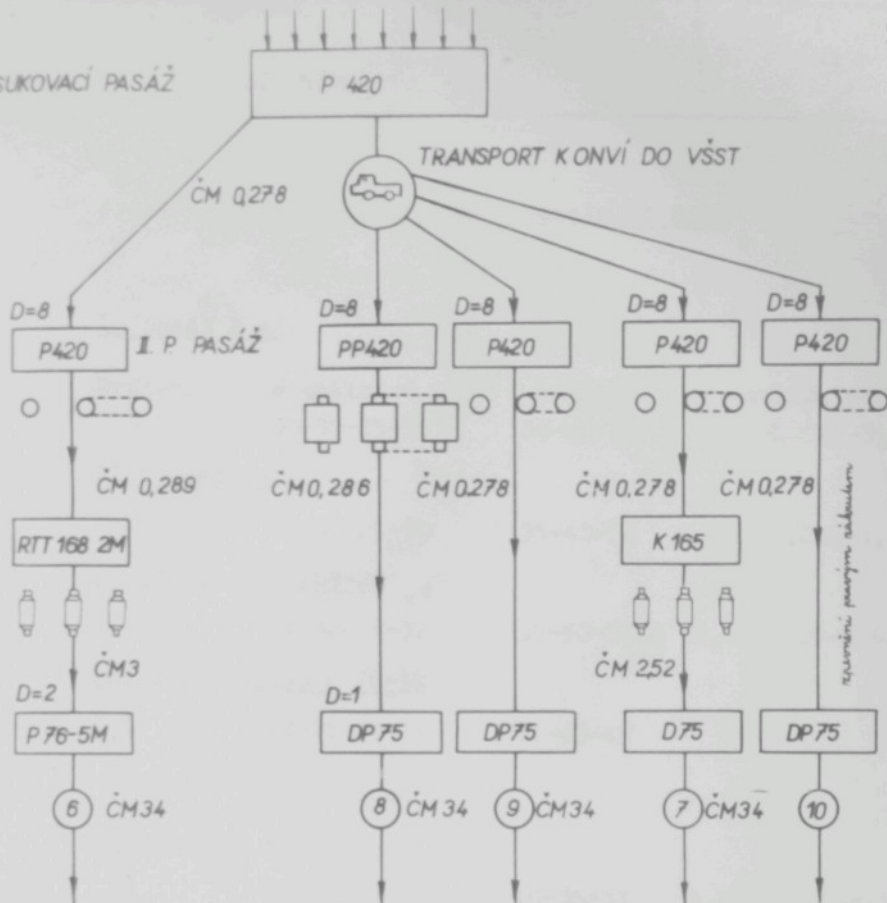
PP420	0,278	0,286	8,231			
DP 75	0,286	34	119			

Vzorek č. 9 a 10

P 420	0,278	0,278	8			
DP 75	0,278	34	122			

Konečné shrnutí použitých spřádacích systémů je naznačeno na obr. č. 12

I. POSUKOVACÍ PASÁŽ



obr. č. 12

- ⑥ KLASICKÁ TECHNOLOGIE PŘEDENÍ NP SEBA
- ⑦ KLASICKÁ TECHNOLOGIE PŘEDENÍ VŠST
- ⑧ PŘÍMÉ PŘEDENÍ Z CÍVKY VŠST
- ⑨ PŘÍMÉ PŘEDENÍ Z KONVE
- ⑩ PŘÍMÉ PŘEDENÍ ZPEVNĚNÉHO PRAMENE Z KONVE VŠST

4.2.4 Technologické údaje - sortiment SABA

Vzorek č. 6

I. pasáž P 420

Družení	č cylindrů	usazení	rozlož. průtahu
8	30-30-25-30	36-40-32	2.02-1,025-3,94

II. pasáž P 420

8	30-30-25-30	35-40-31	2,02-1,025-4,2
---	-------------	----------	----------------

Křídlovka RTT 168-2M

1	32-32-28-32	37-50-32,5	2,71-1,05-3,64
---	-------------	------------	----------------

Dopřádací stroj P 76-5M

2	22-25-25-25	34-43-45	
---	-------------	----------	--

Vzorek č. 7

II. pasáž P 420

8	30-30-25-30	40-35-33	1,897-1,02-4,13
---	-------------	----------	-----------------

Konvostřední křídlovka K 165

1	32-32-28-32	38-55-33	2,48-1,03-3,55
---	-------------	----------	----------------

Dopřádací stroj P 75

1	25-24-25	43-44,5	1,33-10
---	----------	---------	---------

Vzorek č. 8

II. pasáž PP 420

8	32-32-28-32	41-36-33	1,954-1,02-4,13
---	-------------	----------	-----------------

Dopřádací stroj DP 72

1	24-25-24-25	46-45-44,5	5,97-1,45-13,74
---	-------------	------------	-----------------

Vzorek č. 9 a 10

II. pasáž P 420

8	30-30-25-30	40-35-33	1,897-1,02-4,13
---	-------------	----------	-----------------

Dopřádací stroj DP 75

Družení	6 cylindrů	usazení	rozlož. průtahu
1	24-25-24-25	46-45-44,5	6,7-1,45-12,56

Poznámky :Surovine :

Sovětská bavlna R I a R II přádel. stapl 28/29	
jemnost Čm	5.400
nečistoty %	2,5

Norma míchání :

32 balíků = 6.850 kg R I 31/32 mm = 90 %

3 " = 650 kg R II 32/33 mm = 10 %

vratný od
pad = 229 kg

celkem = 7.729 kg

Poznámka-k technologickému postupu vzorku č. 5 a 10

K zpevnění pramene pravého zákrutu byly provedeny úpravy převodu stroje P 420 A. Byl přerušen původní ozubený přívod na talíře k pohonu konví. Tyto talíře dostaly vlastní náhon separátním motorem tak, že bylo možno otáčet konvemi v různých rychlostech. Dodávací rychlost stroje bylo nutno snížit záměnou hlavního motoru.

4.2.5 Popis použité přádní techniky

Protože technologický popis použitých strojů můžeme si vyhledat v kterémkoliv katalogu nebo odborné knize, uvedeme jenom nejdůležitější poznatky pro II. pasáž posukovacího stroje PP 420 a DP 75.

Stroj PP 420

Tento typ navazuje na stroj P 420, ve výstupní části je však použito cívek. Průtahové ústrojí obou pesáží jsou shodná a jsou uspořádána 4/4.

Pavučinka vycházející z průtahu je odváděna šikmo k lisovacím válcům a dále ve formě pramene navíjena na dutinku. Na rozdíl od strojů jiných výrobců jsou navíjeny vždy dva prameny paralelně na jednu cívku. Pro zpevnění a uzavření pramene je použito nepravého zákrutu. Zákrut ukládají přímo rozváděcí trubice, jež ukládají pramen mezi dvě samostatná čela.

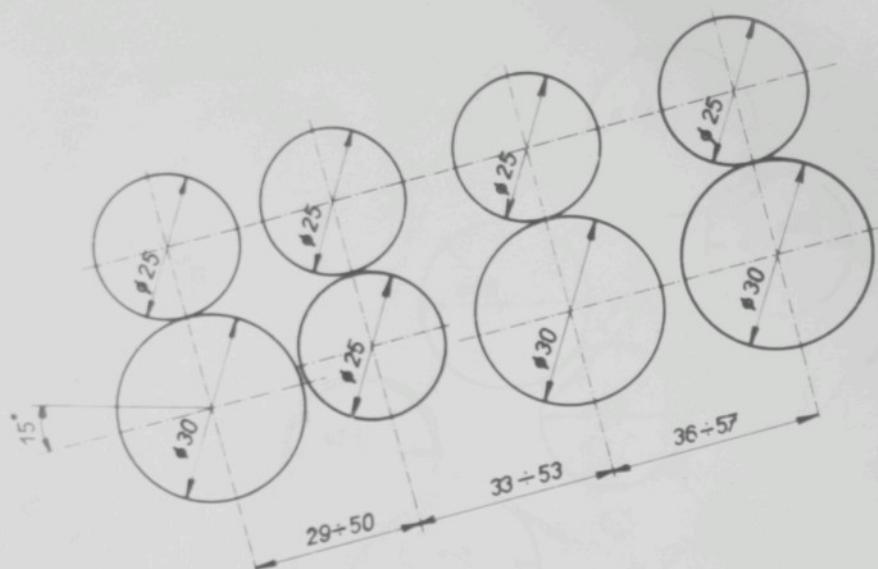
Dopřádací stroj DP 75

Dopřádacímu stroji se předkládají cívky s pramenem do jednořadé cívečnice s nuceným odvalem na dvou válcích. Odstraní se tím nežádoucí průtah (falešný průtah), který je u málo pevného pramene velmi nebezpečný.

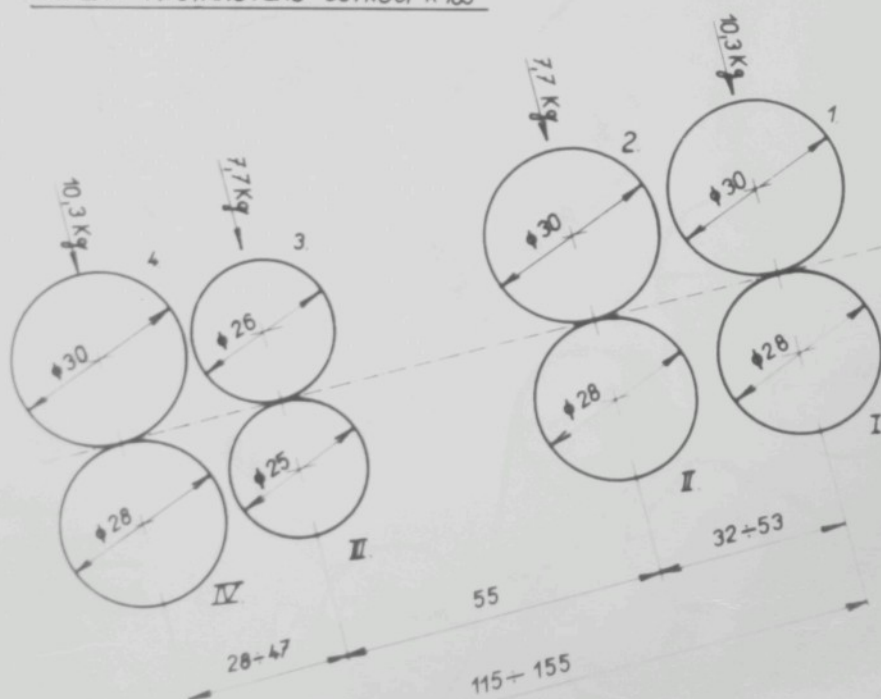
Vlastní průtahové ústrojí má 4 průtahové válce a lze s ním pracovat v několika variantách. Zhušťovače jsou řešeny před každým průtahovým párem válců. Vlastní průtahové ústrojí má sklon 45° , přítlačné válečky s valivým uložením jsou zachyceny v odklopném ramenu. Schema průtahových ústrojí jsou zakreslena na obr. 13.

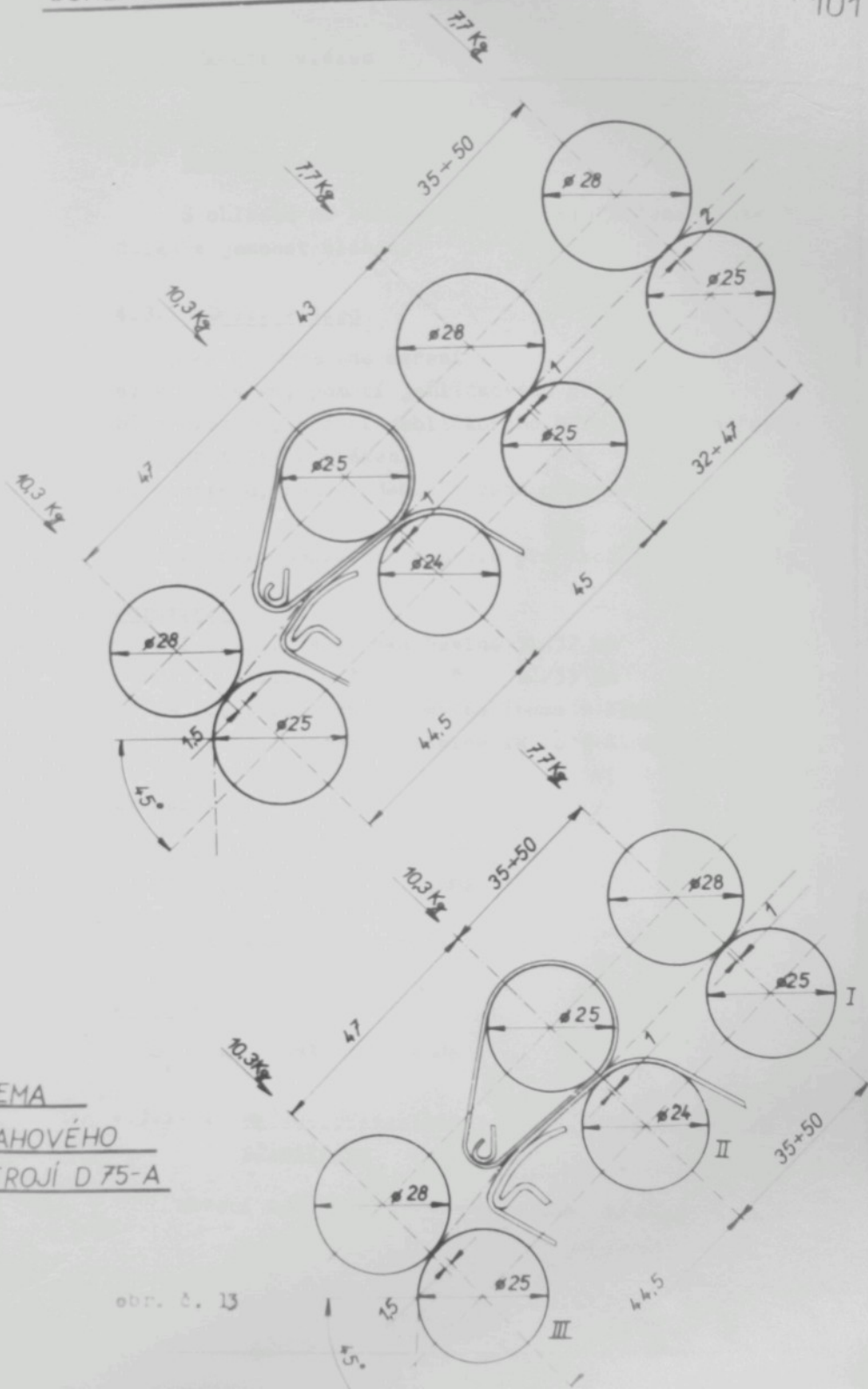
Pozn. · Sovětský dopřádací stroj P 76-5M pracuje s průtahovým ústrojím typ IVNITI. Je to dvoupásmové čtyřválečkové jednořemínkové průtahové ústrojí. Vlastně je to ústrojí Le Blen Roth prodloužené o jeden pár válečků.

SCHEMA PRŮTAHOVÉHO ÚSTROJÍ P420APP420



SCHEMA PRŮTAHOVÉHO ÚSTROJÍ K165





SCHEMA
PRŮTAHOVÉHO
ÚSTROJÍ D 75-A

4.3 Zkoušky vláken

S ohledem na zaměření práce byla měřena pouze délka a jemnost vláken.

4.3.1 Délka vláken

Byla provedena měření .

- a) v surovině, pomocí jehličkového přístroje;
- b) v prameni, pomocí jehličkového přístroje a měřením jednotlivých vláken;
- c) v přástu, pomocí jehličkového přístroje.

Přehled použitých symbolů pro zkoušené materiály .

Surovina:

R I sovětská bavlna 31/32 mm

R II " " 32/33 mm

IR iránská bavlna (Homs + Wkone)

TU turecká bavlna (Míla + Ilona)

Pramen :

J_{1,2...} pramen z np. JITKA

S_{1,2...} pramen z np. SEBA

Indexy značí čísla konví.

Přást :

S_p přást z np. SEBA

4.3.1.1 Měření délky vláken jehličkovým staplovým přístrojem

Měření bylo provedeno podle ČSN 80 0201

Měřeny byly tyto vzorky :

Vzorek č.	označení materiálu	příloha
1.	R I	I/1
2.	R II	I/2
3.	IR	I/3
4.	TU	I/4
5.	J	II/5
6.	S	II/6
7.	S _p	II/7

V příloze I/1 ... 4 je uvedena pouze střední hodnota délek vláken, směrodatná odchylka a variační koeficient. V příloze II/5 ... 7 je uvedeno rozdělení délek vláken (relativní četnost).

4.3.1.2 Měření délek jednotlivých vláken

Z důvodů časových a potřeby dostatečné přesnosti jsme použili meřarský kuličkový staplovací přístroj. Protože tento přístroj má však hrubý rozsah intervalu (pro bevlnu 5 mm), byla upravena měřicí metoda.



Vlákna sevřená mezi samet a skleněnou destičku vyčnívají v místě A, jsou vytahována pinzetou a vyrovnávána po délce stupnice skleněného měřítka. Protažená vlákna na svém konci určují třídní interval. (třídní interval 2 mm). Tato metoda umožňuje rychlé zaznamenání délky vlákna s dostatečnou přesností.

	Vzorek č.	označení materiálu	příloha
s. Jítka	1 ... 6	J _{1..6} + J	III/1..6
s. Seba	1 ... 6	S _{1..6} + S	III/1..6

4.3.1.3 Měření na fibrografu

Měření délek vláken na tomto přístroji a příprava vzorků jsou popsány v literatuře / 3 / a ve firemní literatuře firmy SPINLAP. Zkoušky byly provedeny na SVÚT Liberec.

Všechny vzorky byly odebrány z konve I. pasáže a sice z její horní, střední a spodní části. Vzorky byly ručně promíseny a změřeny.

Měřené hodnoty jsou uvedeny v mm v příloze č. jako vstupní data pro výpočet $CB_{MF}(L)$.

4.3.2 Jemnost vláken

Byla použita přímá metoda. Z jehličkového staplovacího přístroje byly vytaženy svazky vláken, kupř. v zóně 18-28 mm Potom byly nařezány na 10 mm staplovacím řezačem. Po 100 vlákních byly odřezky zváženy na torzních vahách (v normalizovaných podmínkách). Podle / 54 / jsou získané hodnoty vyšší než u metody vážení celého vlákna (asi o 8 %). Získané hodnoty jsou uvedeny jako poznámky v technologickém plánu přádelny.

Poznámka:

Protože zakoupený materiál v obou podnicích byl vybrán náhodně, bylo nutno zjistit vzájemnou homogenitu materiálu z různých konví. Provedli jsme test na porovnání rozdělení délek vláken. Tento test je však vhodný pro porovnání rozdělení neznámého typu (empirické rozdělení).

Rovnice Brandt-Snedcor sloužila k výpočtu χ^2 hodnoty skutečné.

$$\chi^2 = \frac{(\sum (x_i + y_i))^2}{\sum x_i \sum y_i} \left(\sum \frac{x_i^2}{(x_i + y_i)} - \frac{(\sum x_i)^2}{\sum (x_i + y_i)} \right)$$

Získané hodnoty byly porovnány s teoretickými hodnotami při 95 % statistické jistoty.

Výsledky jsou stanoveny pro vzorky $J_{1..6}$ a $S_{1..6}$ v příloze č. IV/1..6 a IV/7..12.

4.4 Zkoušky výrobků

4.4.1 Nestejnoměrnost

4.4.1.1 Normal test CB(0)

K zjištění hodnoty nestejnoměrnosti na malých osičkách ($L \approx 0$, CB(0)) byl použit přístroj USTER model B s kvadratickým integrátorem. Zkoušky byly provedeny ve VÚB v Ústí nad Orlicí.

V příloze V/1-5, V/6-10 jsou uvedeny střední hodnoty nestejnoměrnosti (10 potáčů à 1 měření pro vzorky 1,2,3,4,6,7,8,9 a 4 potáče à 2 měření pro vzorky 5 a 10). Dále je vypočítán rozsah spolehlivosti, stanovení rozptylové analýzy a ostatní statistické údaje. V příloze V/1-4 G a V/6-9 G je grafický seznam Uster-nestejnoměrnosti.

4.4.1.2 Innert test CB(L)

K získání hodnoty CB(L) byl opět použit přístroj USTER model B s kvadratickým integrátorem. Doba měření pro každou rychlost byla 5 minut (4 měření).

V příloze VI/1-5 a VI/6-10 jsou uvedeny střední hodnoty CB(L) po korekci podle metody Palmera a Grosberga, která je uvedena v teoretické části.

4.4.1.3 Spektrogram

Spektrogramy byly získány na USTER- Spektrograf, při normal test a rychlosti 50 m/min. Doba měření byla 10 min.

K lepšímu porovnání jsou v příloze VII/1-4 a VII/6-9 uvedeny křivky získané z přístroje (skutečné) a křivky získané teoretickým výpočtem.

4.4.2 Vsady (slabá a silná místa a nopky)

Na přístroji Uster imperfikační indikátor byl zjištěn počet vad na 1000 m příze. Rozsah měření pro slabá místa byl -50 %, pro silná místa byl použit stupeň 3, který je +50 % a pro nopky opět stupeň 3, který odpovídá +200 %. Tato procenta se vztahují k průměrné váze na jednotku délky příze. Výsledky jsou uvedeny v příloze VIII/1-5 a VIII/6-10.

4.4.3 Fyzikálně-mechanické vlastnosti

4.4.3.1 Pevnost, tažnost

Zjišťování pevnosti a tažnosti bylo provedeno na přístroji USTER - Automatic Dynamometer s upínací délkou 500 mm. Počet měření 400. Výsledky se hodnotily podle instrukcí fy Zellweger. Histogramy pevnosti a statistické údaje jsou uvedeny v příloze IX/1-4 a IX/6-9. V příloze X/1-4 a X/6-9 je zaznamenán rozsah spolehlivosti, rozptylová analýza a jiné ukazatele.

4.4.3.2 Pracovní křivky

Pracovní křivky byly získány na stolovém trhačím přístroji Z 4 s upínací délkou 500 mm (10 potáčů à 5 měření). Hodnoty pevnosti a tažnosti nebyly registrovány, protože byly známy z přístroje USTER. V příloze XI/1-4 a XI/6-9 jsou uvedeny hodnoty deformační práce, v příloze XII/1-4 a XII/6-9 registrován průměrný průběh pracovní křivky.

4.4.3.3 Čm přízí, zákrut

Zjištění Čm bylo provedeno podle ČSN 80 0702. Výsledky jsou zaneseny v příloze XIII/1-4 a XIII/6-9. Poznámka : trhačí délka je uvedena v příloze IX. Zákrut byl zjištěn podle ČSN 80 2010 a hodnoty jsou uvedeny v příloze XIV/1-4 a XIV/6-9.

4.4.4 Výpočet ideálních průběhů

4.4.4.1 Výpočet limitní nestejnoměrnosti CB(0)

Proteže sortiment UTÍN je směs tří druhů bavlny a to R I, TU a IR, byla vypočítána limitní nestejnoměrnost CB(0) podle rovnice (81). Pro sortiment SEBA byla použita Martindalova rovnice.

4.4.4.2 Výpočet indexu nestejnoměrnosti

Index nestejnoměrnosti byl vypočten podle vzorce Huberty a porovnán s USTER-Standart v příloze XV/1-4 a XV/6/9.

4.4.4.3 Výpočet ideálního průběhu křivky CB(L)

Na základě rovnice (59) byl stanoven program samočinného počítače pro výpočet křivky CB(L) pomocí metody numerického integrálu a metody překrývací, kde rozdělení funkce délek vláken $h(l)$ byla získána metoda délek jednotlivých vláken. Křivky získané výpočtem z překrývací metody sloužily k porovnání ideálního průběhu CB(L) se skutečným průběhem, získaným na přístroji USTER. Tyto křivky jsou zakresleny v příloze XVI/1-6 a XVI/7-12.

Hodnoty CB(L) získané výpočtem numerického integrálu slouží k vyrovnání navržené metody pro výpočet CB(L)_{MF} pomocí fibrogrsfu, který byl vypočítán také na samočinném počítači.

Hodnoty CB(L) vypočtené podle překrývací metody u obou sortimentů SEBA a UTÍN jsou uvedeny v příloze XVII/1-2. V příloze XVIII/1-6 a XVIII/7-12 jsou hodnoty CB(L) ideální podle výpočtu metody numerického integrálu a navržené metody (pomocí fibrografu). Také je zde uvedena relativní difference mezi oběma metodami.

4.4.4. Výpočet ideálního průběhu spektra funkce

Pro výpočet ideálního průběhu spektra funkce byla použita rovnice (90) a tabulky uvedené / 39 /. Hodnoty spektra funkce byly přenášeny na registrační papír fy USTER Zellweger. Poměr výšky skutečného a ideálního spektrogramu je dán indexem nestejnoměrnosti / 58 / a je zakreslen v příloze VII.

4.4.5 Vyhodnocovací technika

4.4.5.1 Reprezentativnost střední hodnoty měřeného znaku

Je posuzována hodnotou zaručené relativní chyby podle Studentova rozdělení / 53 / a vypočítána dle vztahu :

$$\delta = \frac{t}{\sqrt{N}} \cdot v \quad [\%]$$

δ zaručená relativní chyba v %

t hodnota t-rozdělení při 95 % statistické jistoty

t jsou tabulovány / 53 /

4.4.5.2 Rozsah spolehlivosti

Protože střední hodnota základního souboru je pro nás neznámá, vypočítali jsme rozsah spolehlivosti měřeného znaku podle rovnice :

$$\mu_{\alpha, \mu} = \bar{X} \pm t \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Poznámka : V této rovnici známe počet měření. Při použití přístroje USTER, který měří kontinuálně, lze určit odpovídající počet měření při metodě diskontinuální /stříhání a vážení/.

$$N = \frac{L}{\bar{x}}$$

L celková měřená délka (rychlost materiálu
integrační čas)

Potom platí mez spolehlivosti

$$CV \pm \Delta CV$$

Použijeme-li Gaussovo rozdělení, potom platí :

$$\frac{\Delta CV}{CV} = \frac{2}{\sqrt{2N}}$$

pro rozsah spolehlivosti se statistickou jistotou 95

Pro určení rozsahu spolehlivosti při měření vět
počtu potáčů lze předpokládat, že naměřené hodnoty
se rozptylují kolem její střední hodnoty. Pro výpoče
střední hodnoty s rozsahu spolehlivosti lze použít
t-rozdělení (Studentova rozdělení) pro malý počet vz
(n = 4-10).

Potom platí

$$CV = \frac{\sum CV_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (CV_i - \bar{CV})^2}{N-1}}$$

a rozsah spolehlivosti je :

$$\bar{CV} \pm \frac{t \cdot S}{N}$$

4.4.5.3 t - test, rozdíly středních hodnot

t - test umožňuje nám analyzovat rozdíly u stře
ních hodnot. Tento test je pro nás důležitý, protože
porovnáváme vlastnosti různých druhů přízí. Vypočte
t-hodnoty potom porovnáváme s t-rozdělením hodnot,
abychom mohli posoudit, zda jsou rozdíly středních
not náhodné, nebo zda se statisticky liší od sebe.
t - test umožňuje zjistit, zda se výrobek zlepšil n
zhoršil a o kolik.

Při použití t - testu musíme však nejprve prov
F - test.

- a) v případě vypočtené hodnoty F-testu, která je menší než hodnota F-rozdělení (měřená hodnota pochází z normálního rozdělení se stejným rozptylem)
($\sigma_1^2 \approx \sigma_2^2$)

Potom platí :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{nn}} \sqrt{\frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2}}$$

$$S_{nn} = \sqrt{\frac{S_1^2(N_1-1) + S_2^2(N_2-1)}{N_1 + N_2 - 2}}$$

a pro stejný počet naměřených hodnot platí $N_1 = N_2 = N$

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} \sqrt{N}$$

Stupeň volnosti

$$f = N_1 + N_2 - 2$$

- b) v případě, že hodnota F-rozdělení je menší než vypočtená hodnota F ($\sigma_1^2 \approx \sigma_2^2$)

Potom stupeň volnosti je dán touto rovnicí :

$$f^* = \frac{1}{\frac{C^2}{N_1-1} + \frac{(1-C)^2}{N_2-1}}$$

$$\text{kde veličina } C = \frac{S_1^2/N_1}{S_1^2/N_1 + S_2^2/N_2}$$

4.4.5.4 Rozptylová analýza

Rozptylovou analýzou je nutno se zabývat, protože slouží k porovnání více než dvou měřených znaků najednou. Rozptylová analýza odpovídá na otázku, zda odchylky jsou systematické, nebo náhodné. Dále umožňuje zjistit rozptyl uvnitř skupin i mezi skupinami.

Rovnice, podle které stanovíme rozptylovou analýzu :

$${}_{(1)}S^2 = \frac{b}{k-1} \sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2$$

$${}_{(2)}S^2 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i^2$$

- ${}_{(1)}S^2, {}_{(2)}S^2$ odhadnuté rozptyly neznámého základního souboru, který má rozptyl σ^2
- k počet zkoumaných skupin hodnot (vzorků)
- b počet naměřených hodnot pro každou skupinu (vzorek)
- n celkový počet naměřených hodnot

$$a \quad F = \frac{{}_{(1)}S^2}{{}_{(2)}S^2} = \frac{\frac{b}{k-1} \sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2}{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i^2}$$

rozptyl mezi skupinami $b \sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2$

rozptyl uvnitř skupin $(b-1) \sum_{i=1}^k S_i^2$

celkový rozptyl (kvadratický) $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{\bar{x}})^2$

stupně volnosti

$$f_1 = k-1, \quad f_2 = k(b-1) = n-k, \quad f = n-1$$

4.4.5.5 Mezní rozdíl (Grenz Differenz) GD

Jestliže chceme určit vzájemné porovnání vzorků, musíme vypočítat GD. Je-li rozdíl středních hodnot 2 vzorků menší než GD, lze říci, že rozdíly jsou náhodné. Je-li rozdíl středních hodnot 2 vzorků větší než GD, rozdíly jsou systematické.

$$GD = t(99\%, 2b-2) \sqrt{\frac{2 \cdot {}_{(2)}S^2}{b}}$$

4.5 Diskuze k experimentální části

4.5.1 Diskuze k předním plánům

V technologických plánech bylo družení a c pasáže posukovacích strojů jak na klasickém, tak bezkřídlovkovém systému stejné. Základním materiálem byl pramen I. pasáže. Při χ^2 testu bylo zjištěno, že materiál zakoupený v np. SaBA je vzájemně homogenní a jeho stápl reprodukovatelný. Materiál, zakoupený v np. OÍIN nebyl homogenní, což mohlo být důsledkem nedokonalosti práce předchozího stroje. Tzn., že stápl nebyl reprodukovatelný v každé konvi a tuto nehomogenitu mohla způsobit přídatná nestejnoměrnost v produktu. Nestejnoměrnosti přízí nemusí být tedy jen důsledkem technologického procesu, ale i materiálu.

Jedním z cílů této experimentální části bylo zkoumat vhodnou formu předlohy na dopřádacím stroji. Předkládání pramenů průtanovému ústrojí dopřádacího stroje skrývá v sobě mnoho technických a ekonomických problémů. Aby bylo možno posoudit tvar předlohy, který je používán u strojů np. Kovotex, bylo nutno se zabývat těmi skutečnostmi a možnostmi, které se vyskytují u strojů jiných zahraničních výrobců textilních strojů. U klasického způsobu předení má přástová cívka specifickou váhu cca 0,3 až 0,4 kg/dm³, podle způsobu vinutí materiálu, počtu zákrutů ap. Pramen v konvi se specifickou vahou 0,1 až 0,15 je tudíž 3 až 5 krát objemnější. To je jeden z hlavních problémů bezkřídlovkového předení.

Problém předkládání pramene dopřádacímu stroji vzhledem k menší specifické váze je náročný a ve většině případů zasahuje do koncepce stroje. Hlavní používané systémy jsou :

- a) ukládat pramen do konví normálních rozměrů (jeden nebo dva prameny do jedné konve), nebo rozměrů menších

- b) navíjet pramen na cívky volně nebo přitlakem, aby bylo dosaženo požadovaného stupně slisování a tím částečného vzrůstu specifické váhy.

Samotné navíjení pramene nepřináší zvláštní těžkosti, avšak zachovat dobré odvíjení, které by zaručilo kompaktnost a nepoškození sousedních vrstev je problém. Při odvíjení se totiž vlákna z pramene odlepují, otáčejí se svými konci zpět a do průtahového ústrojí přicházejí ohnutá ^{před} a neurovnaná. To nepřispívá k dobré kvalitě příze. Kompaktnost pramene vytvořena nepravým zákrutem a dobrým zaoblením je přínosem pro průtahové ústrojí dopřádacího stroje a zlepšuje kontrolu vláken.

U pramenů uložených v konvích, zvláště při použití většího počtu průtahových pasáží, kdy se pevnost a soudržnost zmenšuje, vzniká mimo jiné možnost nebezpečí nekontrolovatelnosti průtahu (falešný průtah).

Problematika cívky nebo konve byla často zkoumána z hlediska ekonomického, ale málokdy s hlediska nestejnoměrnosti a kvality příze. Nepovažovali jsme za nutné přesvědčit se o skutečnosti příznivější polohy zad. háčků.

4.5.2 Diskuze o nestejnoměrnosti CB(0)

a) Sortiment OTÍN

V příloze V/1-5 jsou uvedeny hodnoty získané na přístroji USTER - Normal test CB(0). Klasická příze 4 má nejmenší nestejnoměrnost na velmi malých úsečkách (CV 20,87), příze 1 z výroby np. OTÍN má značně vyšší nestejnoměrnost (CV 26,4) a bezkřídlovkové příze 2 a 3 předené na VŠST z cívek a konví jsou rovnocenné. Z rozptylové analýzy lze konstatovat, že ve střední hodnotě nestejnoměrnosti příze 2,3, a 5 žádné statisticky zajištěné rozdíly nebyly zjištěny (rozdíly náhodné) ani u příze 1, která je už na hranici mezní difference (GD).

Jinak lze říci, že všechny druhy přízí bezkřídlovkého předení 1, 2, 3, 5 se liší systematicky od příze klasické 4. (rozdíly ve střední hodnotě nestejnóměrnosti bezkřídlovkových přízí a příze klasické překročily mezní hodnoty GD).

Příze 4 se statistickou jistotou 99 % se zlepšila oproti přízi 1 nejméně o 4,12 % CV a nejvíce o 6,7 %, což je podstatně velký rozdíl. Oproti přízi 2 ukázala příze 4 zlepšení v nestejnóměrnosti nejméně o 3,36 CV a nejvíce 4,75 CV, oproti přízi 3 zlepšení nejméně o 3,5 % CV a nejvíce o 5,7 % CV, oproti přízi 5 zlepšení nejméně o 3,9 % CV a nejvíce o 6,2 CV.

b) Sortiment SEBA

Z přílohy V/5-10 je patrné, že příze 7 má nejmenší nestejnóměrnost, potom následuje příze klasická 6 a příze 8, 9, 10 jsou rovnocenné.

Ze statistické analýzy lze konstatovat, že příze 7 se zlepšila v nestejnóměrnosti oproti přízi 6 nejvíce o 2,7 % CV. Lze se domnívat, že je to způsobeno tím, že u technologie příze 6 bylo použito dopřádacího stroje P 76-SM s jednořemínkovým průtažným ústrojím, kdežto u příze 7 dopřádacího stroje D 75 s dvouřemínkovým průtažným ústrojím. Příze 7 se zlepšila oproti přízi 8 nejméně o 3,4 % CV a nejvíce o 5,4 % CV, oproti přízi 9 nejméně o 3,4 % CV a nejvíce o 5,5 % CV, oproti přízi 10 nejméně o 3,4 % CV a nejvíce o 5,7 % CV.

Závěr :

- Klasická technologie způsobuje menší nestejnóměrnost na velmi krátkých úsečkách oproti technologii bezkřídlovkové;
- Nejsou žádné rozdíly v nestejnóměrnosti na velmi krátkých úsečkách v různých technologických systémech bezkřídlovkého předení (předloha nemá vliv na nestejnóměrnost).

4.5.3 Diskuze o průběhu délkové variační křivky CB(L,1)_T

a) Sortiment Jitka, OTÍN

Z příloh XVI/1-6 vyplývá, že v rozsahu krátkých a středních délek vzorků přízí 1, 2, 3, 5 se vyskytuje nepříznivý průběh CB (L). To je ovlivněno účinností vysokoprůtažného ústrojí dopřádacího stroje. Vysvětlujeme to tím, že do průtažného ústrojí vstupuje značné množství vláken, které bude zjemněno 140 ti násobným průtahem. Do ústrojí vstupuje vlákenný svazek cca 6m 0,27, odpovídající cca 20.000 vláken v průřezu. Čtyřválečkové průtažné ústrojí má zjemnit vlákenný útvar natolik, aby z ústrojí vycházelo cca 150 vláken. Při uvedeném množství vláken je téměř nemožné, aby každé vlákno mohlo být dostatečně kontrolováno orgány průtažného ústrojí. Je velká pravděpodobnost, že vlákna se v průtažovém ústrojí pohybují ve skupinách.

Důležitým faktorem, který ovlivňuje nepříznivý průběh skutečné CB(L) křivky na krátkých úsečkách u bezkřídlovkově předené příze je předložené množství vláken na vstupu do průtažného ústrojí. Čím je počet vláken větší, tím větší je možnost rozbíhání vláken do šíře. Nebezpečí může být větší i při zařazeném kondenzoru (zhušťovači) u výstupního páru válečků, neboť vzniklý trojúhelník spřádání je značně choulavý na chybný průtah.

Průběh CB(L) u středních délek příze 4 (tj. rozsah působení křídlovky) je docela příznivý. U dlouhých délek (rozsah kolísání 6m) u přízí 2,3,4 a 5 je průběh CB(L) rovnocenný. Pouze u příze 1 je variace v 6m (CB(L) = 100m) 3,34 %. Tato zvýšená nestejnomyšlnost v 6m lze vztáhnout na II. pasáž protahovacího stroje, kde byla zjištěna pomocí spektrogramu mechanická zá-

vada $\lambda = 17,5$ cm, která způsobuje periodické nestejnoměrnosti v přízi na úsečkách 10,8 m. Příze 3 předaná přímo z konve má trochu větší kolísání v $\dot{C}m$ $CB(L) = 100$ m 2,15 %. To lze vysvětlit vznikem nekontrolovaného (falešného) průtahu při odvíjení pramene z konve. Příze 1 má oproti přízi 2 nepříznivější průběh $CB(L)$ na krátkých úsečkách. U středních délek se průběh zlepšuje.

b) Sortiment SEBA

Při vzájemných porovnáních obou klasických přízí 6 a 7 (příloha XVI/6-12) lze říci, že příze 7 předaná na dopřádacím stroji D 75 s tříválečkovým dvouřemínkovým průtahovým ústrojím, má příznivější průběh $CB(L,1)_T$ na krátkých úsečkách, než příze 6, předaná na čtyřválečkovém jednořemínkovém ústrojí. Kromě lepší kontroly vláken byla příze 7 předaná s relativně menším průtahem než příze 6 (16ti násobný průtah oproti přízi 6 a 21ti násobným průtahem). Příze 8, 9, 10 předané bezkřídlovkově s rozdílnou formou předlohy mají téměř stejný průběh $CB(L)$ na krátkých úsečkách. Příze 8 a 10 mají lepší průběh $CB(L)$ na dlouhých úsečkách, než příze 9 (v důsledku vzniku falešného průtahu při odvíjení z konví, kde pramen není zpevněný). Z obou sortimentů je zřejmý nepříznivý průběh $CB(L)$ křivky na středních délkách pro všechny příze předané z cívky (zpevněné nepravým zákrutem). Nestejnoměrnost způsobenou průtahovou vinou lze vysvětlit tím, že pramen zpevněný nepravým zákrutem, vstupující do 1. průtahového pole (které na rozdíl od předprůtahu zde pracuje s poměrně vysokým průtahem, kolem 7), má značný počet vláken. Tento počet nepříznivěji ovlivňuje soudržnost vláken než jak je tomu v případě křídlovkového přástu.

Závěr

Pro precizní porovnání bezkřídlovkového předení s klasickým je nutno brát v úvahu, jaký stroj pro vypředení klasické příze byl použit a který slouží jako porovnávací база.

Ideální průběh CB(L) slouží jako porovnávací база kvality příze.

Klasická příze má lepší průběh CB(L) na krátkých úsečcích, na delších sečkách je její průběh rovnocenný.

Na bezkřídlovkovém systému lze zpracovávat jen příze středních čísel, střední kvality a to jen při použití určitých vysokých průtahových ústrojí.

Při spřádání bezkřídlovkovém z předlohy musí se použít u málo kompaktního pramene (pramen z konví) průtahového ústrojí s účinnějším vedením vlákných orgánů, než u dobrého kompaktního pramene (pramen z cívky).

Při bezkřídlovkovém předení u vysokoprůtahového ústrojí vzniká větší přádní trojúhelník, což zvyšuje pravděpodobnost přetrhu, chlupatosti příze, chybného průtahu atd., než u třícylinrového systému.

4.5.4 Diskuze k spektrogramu

V příloze VII/1-4 a VII/6-9 jsou zakresleny spočítané ideální spektrogramy a spektrogramy získané z přístroje USTER. Vyčárkovaná plocha značí podíl poruch.

Získané spektrogramy pro příze 1, 2, 3, 8, 9 jsou typické pro bezkřídlovkové předení. Podíl poruch způsobených průtahovou vlnou se rozptyluje kolem $\lambda = 1,5$ m a podle $\sqrt{56}$ a $\sqrt{55}$ je způsoben velikým předprůtahem. Mechanická závada byla zjištěna na 11. pasáži posukovacího stroje u příze 1 ($\lambda = 17,5$ cm.) Tato porucha není zachycena na spektrogramu příze 1, protože zakres-

lený spektrogram byl měřen při 50 m/min (max. $\lambda = 0\text{m}$), a skutečná porucha měla vzniknout u $\lambda = 20\text{m}$. Tato mechanická závada / 56 / zvyšuje kolísání $\dot{C}_m$ o 1 %. Spektrogramy pro příze 4, 6, 7 jsou normální jako pro klasickou přízi.

4.5.5 Diskuze k vadám v kvalitě příze

Z přílohy VIII/1-5 a VIII/6-10 je patrné, že všechny druhy přízí mají častější výskyt vad, které jsou způsobeny danou surovinou a nedokonalou prací v čistírnách.

4.5.6 Diskuze k pevnosti a tažnosti

a) Sortiment Jitka OTÍN

V příloze IX/1-4 jsou zakresleny histogramy získané z přístroje Automatic-dynamometer USTER (počet měření 400). Nestejnoměrnost v pevnosti u bezkřídlovkových přízí je podstatně vyšší než u přízí klasických, což můžeme pozorovat jako značné výkyvy na histogramu.

Při rozptylové analýze (příloha X/1-4) lze říci, že příze 2 a 3 nemají téměř žádné rozdíly ve středních hodnotách, oproti klasické přízi 4, kde byly zjištěny statistické rozdíly.

Z t-testu lze konstatovat, že příze 4 vykazuje zlepšení v pevnosti nejvíce o 71,6p a nejméně o 53,6p, oproti přízi 2, která vykazuje zlepšení nejvíce o 32,7p, nejméně o 5,3p a oproti přízi 3 s největším zlepšením 31,2p a nejmenším zlepšením 12,8p.

b) Sortiment SŽBA

Z přílohy VII/1-4 je patrné, že příze 6 má nejlepší nestejnóměrnost v pevnosti 10,5 %. Následuje příze 7

která má $v = 12,4 \%$. Rozdíly v pevnosti přízí 8 a 9 jsou náhodné.

Z rozptylové analýzy vyplývá, že příze 7 se zlepšila v pevnosti oproti přízi 6 nejvíce o 32p a nejméně o 16p, oproti přízi 9 nejvíce o 25p a nejméně o 13p

Závěr .

Při spřádání bezkřídlovkovém lze vypříst příze o stejné pevnosti, jako u příze klasické.

Nestejněměrnost v pevnosti u klasické příze je menší než u příze bezkřídlovkové.

Poznámka : Pro lepší porovnání jsou zahrnuty v příloze
XII fyzikálně-mechanické a geometrické
vlastnosti příze.

5. EKONOMICKÁ ČÁST

5.1 Účel a cíl

Cíl této části spočívá v zajištění úspor nebo ztrát při výrobě 1 kg příze. Proto bylo třeba porovnat náklady na 1 kg příze vyrobené bezkřídlovkově a klasicky. Použili jsme údajů projektu Otín na roční výrobu 4 mil kg příze. Byla porovnávána bavlnářská příze Čm 34 za předpokladu, že základní materiál je R II. Tato ekonomická část se nevztahuje na kvalitu příze, která byla rozebrána v experimentální části.

5.2 Technologický postup (viz experimentální část 4.2.1)5.2.1 Výrobnost stroje a počet potřebných strojůPosukovací stroj:

I. pasáž P 420

Čm	0,25
odváděcí rychlost m/min	88
využití stroje %	86
počet vývodů	4
výkon stroje kg/hod	72,7
výrobnost stroje za 1 rok	290.800
potřeba strojů	14

II. pasáž PP 420

Čm	0,25
odváděcí rychlost m/min	57
využití strojů %	77
počet vývodů	4
výkon stroje kg/hod	42,1
výrobnost stroje za 1 rok	168.400
potřeba strojů	24

Poměrně vysoký výkon strojů II. pasáže vytvoří s ohledem na střední Čm 34 rezervu 4 strojů v objemu celkového projektu. (TER - úkol pramen-průtah).

Dopřádací stroj DP 75

čm	34
otáčky včetně 1/min	10.500
využití stroje %	90
počet zákrutů na 1 m	725
počet včetně	324
výkon stroje kg/hod	7,35
výrobnost stroje za 1 rok	29.400
potřeba strojů	136

5.2.2 Spotřeba elektrické energie

Stroj	výkon kW	účinnost %
mykací stroj	1,3	0,92
posukovací stroj		
I. pasáž	1,7	0,82
II. pasáž	1,7	0,57
dopřádací stroj	13,7	0,69

Spotřeba elektrické energie za 1 rok kWh

mykací stroj	717.600
posukovací stroj	
I. pasáž	78.064
II. pasáž	108.528
dopřádací stroj	5 142.432
celkem	6 046.624

5.2.3 Potřeba provozní plochy (orientační plán /57/)

Stroj	počet strojů	ploš. rozměry pracoviště m	provoz. 2 ploch m ²	podíl na 1 stroj
čistírna	4	67,5 x 37,5	2 531	632,7
myk. stroj	150	2(112 x 9,5)	2 128	14,2
pos. stroj	42	2(112 x 75)	1 680	40,-
dopř. stroj	136	112 x 33	3 696	27,2
celkem			10 035	

5.2.4 Základní materiál

Spotřeba suroviny na 1 kg hotové příze (na zjednodušení používáme jako materiál pro oba systémy R II).

	Výtěžnost %	Kčs/kg	Kčs
Bavlna R II	90,6	11,75	12,97

vrstný odpad = -9,9 hal/kg

5.2.5 Mzdy výrobních dělníků (viz tab. 1)

Z tabulky (1) vyplývá, že náklady v hal/kg příze jsou 52,87.

5.2.6 Dílenská režie

Rezervy na dovolenou (8,5 %) :

$$2\ 115.220 \times 0,085 = 179.790 \text{ Kčs}$$

Pojištění (10 %) .

$$2\ 115.220 \times 0,010 = 211.520 \text{ Kčs}$$

Elektrické energie :

$$6\ 046.624 \text{ kWh} \times 0,15 \text{ Kčs/kWh} = 906.990 \text{ Kčs}$$

Odpisy :

Stroj	počet strojů	cena strojů	pořiz. náklady	% odpisu	roční odpis Kčs
pos. stroj					
I. pásáž	14	27.500	385.000	7,9	30.410
II. pásáž	28	39.800	1114.400	7,9	88.040
dopř.stroj	130	120.000	1632.000	10	1632.000
budovy 10.035m^2		à 1000 Kčs	10035.000	1,9	190.660
celkem			27854.400		1941.110

Mzdy výrobních dělníků

	Počet strojů na 1 prac.	Počet strojů	Počet pr. na 2 směny	Plat. třídy	Kčs hod	Premie Kčs	Celkem Kčs/hod	Roční náklad	Náklad hal/kg
misárna	2 (výv)	7	7	5	4,85	0,73	5,58	78.120	1,95
čistárna	2 (výv)	7	7	6	5,45	1,25	6,7	93.800	2,34
mykání	15	150	20	4	4,75	0,95	6,10	244.000	6,10
posukování	3	42	28	4	4,75	1,42	6,17	345.520	8,64
dopřídání	2,5	136	109	5	5,35	0,86	6,21	135.780	33,84
celkem			171					2115.220	52,87

Celkové náklady v hal/kg = 52,87 hal/kg

Tab. č. 4

Přehled vybraných položek dílenské režie Kčs :

rezervy na dovolenou	179.790
pojištění	211.520
elektrická energie	906.990
odpisy	1941.110
mzdy-režie jiných zaměst.	1944.120
celkem	5183.530

Roční objem :

4 mil kg příze

Náklad na 1 kg příze v hal. :

129,59

Přehled vybraných položek nákladů v hal na 1 kg hotové příze :

základní materiál	1.297,-
vrstný odpad	-9,9
mzdy výrobních dělníků	52,87
dílenská režie	129,59
celkem	<u>1.469,56</u>

5.3 Ekonomický systém klasické technologie

Když při rozboru klasické technologie zachováváme roční objem výroby 4 mil kg příze, počet prstencových strojů D 75 při stejných otáčkách včetně, stejnépočtu zákru-
tů a Čm bude 136.

5.3.1 Výrobnost a počet potřebných strojů

Čm	1,8
otáčky křidel 1/min	850
využití %	80
počet zákrutů na 1 m	46
počet křidel	144
výkon stroje kg/hod	70,96
výrobnost stroje za 1 rok kg	283.840
potřeba strojů	14

5.3.2 Spotřeba elektrické energie kWh

mykací stroj	717.600
posukovací stroj	
I. pasáž	78.064
II. pasáž	78.064
konvostřední křídlovka	
K 165	241.920
dopřádací stroj D 75	5142.432
celkem	6258.080

Úspora el. energie při předení bezkřídlovkám :

3,38 %

5.3.3 Potřeba provozní plochy m²

čistírna	2.531
mykací stroj	2.128
posukovací stroj ₂	
28 a 40 m	1.120
dopřádací stroj K 165	
$(12,955+2) \times (2,030+1,5) \times 14$	739
dopřádací stroj	3.696
celkem	10.214

Úspora provozní plochy při předení bezkřídlovkám .

1,75 %

5.3.4 Základní materiál

Při použití předpřádacího stroje K 165 celková výtěžnost suroviny se sníží cca o 1,5 %, takže výtěžnost bude 89,2 %.

Potřeba suroviny k výrobě 1 kg příze :

1,121 kg

Náklady na 1 kg příze :

13,17 Kčs

Polozka vrstného oopsadu = -9,9 hal/kg

5.3.5 Mzdy výrobních dělníků

Mzdové náklady budou stejné jako u bezkřídlovkového předení s přičtením rozdílu mezi spotřebou mezd dělníků u předpřádacího stroje K 165 (1 dělník na 1 stroj) a úsporou mezd dělníků u II. pasáže posukovacího stroje (místo 28 strojů PP 420 bude 14 strojů P 420).

Počet dělníků pracujících na 2 směny (K 165) = 28

Úspora dělníků pracujících na 2 směny (P 420 II. pasáž) =
 $= \frac{2}{3} \times \frac{14}{1} = 9$ (3 stroje na 1 dělníka)

Rozdíl v počtu dělníků = 19

Celkový počet dělníků (klasická technologie)

171 + 19 = 190

Platová třída 4 : 4,75 Kčs/hod + 20 % premie = 5,70 Kčs

Mzdové náklady na 1 rok :

5,70 x 19 x 2.000 = 216.600 Kčs

Vzrostlé mzdové náklady na 1 kg příze = 5,42 ha

Mzdové náklady na 1 kg příze klasické:

$$52,87 + 5,42 = 58,29 \text{ hal}$$

Celkové náklady ročně :

$$2115.220 + 216.600 = 2331.820 \text{ Kčs}$$

5.3.6 Dílenská režie

Rezerva na dovolenou (8,5 %)	198.205
pojištění (10 %)	233.182
el. energie	938.710
celkem	1379.097

Odpisy :

Stroj	počet strojů	cena stroje	pořiz. náklady	% odpisu	roční odpis Kčs
pos.stroj					
I.pasáž	14	27.500	385.000	7,9	30.410
II.pasáž	14	27.500	385.000	7,9	30.410
K 165	14	150.000	2100.000	9,3	195.300
D 75	136	103.000	14008.000	10	1400.800
budovy (10.214 s 1000 Kčs			10212.000	1,9	194.028
celkem			27092.000		1850.948

Roční mzdy se zvyšují o 180.180 Kčs (o 13 zaměstnanců více - 4 na rozvoz a nástrk pramene, 2 seřizovači, 5 čistící četa, 1 zkušebna, 1 mezistupňová kontrola).

Mzdy režijních zaměstnanců :

$$1944.120 + 180.180 = 2124.300 \text{ Kčs}$$

Přehled vybraných položek dílenské režie Kčs :

rezervy na dovolenou	198.205
pojištění	233.182
el. energie	938.710
odpisy	1850.948
mzdy režijních zaměstnanců	2124.300
celkem	5345.345

Roční objem :

4 mil kg příze

Náklady na 1 kg příze v hal :

133,63

Přehled vybraných položek nákladů v hal na 1 kg hotové příze :

základní materiál	1317,26
vratný odpad	-9,9
mzdy výrobních dělníků	58,29
dílenská režie	133,63
celkem	<u>1499,28</u>

5.3.7 Výpočet úspor

tech.klasická tech.bezkřídlovková

roční výroba (mil kg)	4	4
náklady hal/kg	1.499,28	1.469,56
úspory hal/kg	-	29,72
roční úspory Kčs	-	1188.987

Roční úspora na 1 prstencový stroj DP 75 :

8.742,55 Kčs

Produktivita práce	tech.klasická	tech.bezkřídlovková
4 mil · 190	21.052,63 kg	
4 mil · 171		23.391,8 kg
zvýšení produktivity práce		11 %

5.3.8 Porovnání obou technologií

		Technologie	
		klasická	bezkrídlovková
	<u>Typ dopř. stroje</u>	D 75	DP 75
	Čm	34	34
l/min	otáčky včetně	10.500	10.500
%	využití	90	90
l/m	počet zákrutů	734	734
ks	počet včetně	324	324
kg/hod	výkon stroje	7,35	7,35
ks	počet strojů	136	136
mil kg	roční objem výroby	4	4

<u>Technologické postupy</u>	Počet strojů:	
ks vývodů čistírenská souprava	7	7
ks mykací stroj	150	150
ks posuk. stroj I.pasáž	14	14
ks " " II.pasáž	14	28
ks konvostřední K 165	14	-

Energie a zastavěná plocha :

mil KWh	spotřeba el.energie za 1 rok	6,258	6,046
m ²	potřeba provoz. plochy	10.214	10.035

Obsluhovost :

výv/l pr.	mísírna	2	2
" "	čistírna	2	2
str/l pr.	mykací	15	15
" "	posukovací	3	3
" "	předpřádací	1	-
" "	dopřádací	2,5	2,5

<u>Počet pracovníků :</u>		Technologie	
		klasická	bezpečnostní
pr/2směny	výrobní	190	171
" "	režijní	152	139

Vybrané položky dílenské režie :

tis.Kčs/rok	el. energie	938,71	906,99
" "	odpisy	1850,48	1941,11
" "	mzdy rež.zam.	2124,30	1944,12
" "	rezervy na dov.+ pojištění	431,39	391,31
	celkem	5344,88	5183,35

Souhrn vybraných nákladů :

hal/kg	základní materiál	1317,-	1297,-
" "	vrátný odpad	- 9,9	- 9,9
" "	mzdy výrobních dělníků	58,29	52,87
" "	dílenská režie	133,63	129,59
	celkem	1499,28	1469,56

Úspory :

tis.Kčs/rok	celková úspora	-	1188,98
" "	úspora na 1 dopř. stroj	-	8,7
hal/kg	úspora nákladů	-	29,72
počet	úspora pracovníků		19

5.4 Diskuze k ekonomické části

Z ekonomického rozboru vyplývá zřejmě vhodnost zkráceného přírodního postupu. Avšak aby uvedené závěry mohly být zcela přesvědčivé, bylo by nutné ekonomický rozbor provádět až srovnáváním hotových výrobků (tkanin, případně pletenin). V tomto případě bylo by nutné zahrnout do kalkulace otázku kvality přízí, toto však nemohlo být pro nedostatek podkladů provedeno. Je pravděpodobné, že ekonomická výhodnost by byla nižší.

6. ZÁVĚREČNÁ ČÁST

Souhrn nejdůležitějších poznatků

V této práci bylo vysvětleno a objasněno několik důležitých otázek při vyhodnocování technologických procesů.

6.1. Poznátky teoretické části

- byly vysvětleny základní pojmy rozložení délek vláken v hmotě (zákl. soubor), v průřezu svítky;
- byla odvozena rovnice pro třísnovou křivku (staplovou);
- bylo dokázáno, že tato rovnice se shoduje s rovnicí Hanuš-Neckář;
- bylo dokázáno, že hodnoty staplové křivky jsou stejné jako hodnoty autokorelační funkce jinou cestou, než dokázal Wegener;
- byla objasněna základní definice délkové variační křivky jak statisticky, tak geometricko-analyticky;
- byly shrnuty a vzájemně porovnány metody výpočtu $CB(L)$ křivky;
- byla vyvinuta metoda na výpočet $CB(L)$ křivky pomocí fibrografu;
- byly objasněny vztahy mezi autokorelační, délkovou variační a spektrem funkcí;
- byla odvozena rovnice a výpočetní metoda (numerický integrál) pro výpočet spektra funkce pomocí staplové křivky (případně fibrogramu);
- byla odvozena rovnice pro výpočet limitní nestejnoměrnosti a variační koeficient jemnosti vláken ve směsi;
- byl vysvětlen efekt přídavné nestejnoměrnosti na autokorelační, délkové variační a spektru funkcí;
- byl připomenut princip integrátoru USTAR při měření hodnoty $CB(L)$;

- byl vysvětlen a objasněn vztah mezi druzením, průtahem a nestejnomyěrností ve skutečném a ideálním svazku vláken;
- bylo zde zmíněno o vztahu mezi indexem nestejnomyěrnosti a indexem rozdělení konců vláken;
- byla zdůvodněna vhodnost použití CB(L) křivky pro vyhodnocování přádelnických procesů a vhodnost použití spektra funkce na určení velikosti a druhu poruch v přádelnických procesech;

6.2. Poznámky experimentální části

- bylo dokázáno, že klasická technologie způsobuje ~~nejmenší~~ nestejnomyěrnosti na velmi krátkých úsečkách oproti technologii bezkřídlovkové;
- bylo dokázáno, že nejsou žádné rozdíly v nestejnomyěrnosti na velmi krátkých úsečkách v různých technologických systémech bezkřídlovkového předení (předloha nemá vliv na nestejnomyěrnost);
- bylo dokázáno, že klasická příze má lepší průběh CB(L) na krátkých úsečkách, na delších úsečkách je jejich průběh rovnocenný. Na bezkřídlovkovém systému lze zpracovávat jen příze středních čísel, střední kvality a to jen při použití určitých vysokých průtahových ústrojí;
- bylo zdůvodněno, že při bezkřídlovkovém předení u vysokoprůtažného ústrojí se musí použít u málo kompaktního pramene (pramen z konví) průtahového ústrojí s účinnějším vedením vláknenných orgánů, než u dobrého kompaktního pramene (pramen z cívky) i účinnějším vedením pramene do průtahového ústrojí, aby nevznikl falešný průtah (kolísání Ču);
- bylo dokázáno, že při spřádání příze bezkřídlovkovým způsobem lze vypříst příze o stejné pevnosti, jako u příze klasické, avšak nestejnomyěrnost v pevnosti u klasické příze je menší než u příze bez-

- křídlovkové;

Je známou skutečností, že předpoklady pro získání kvalitní příze jsou dány mimo jiné tím, že na stroji, na kterém je nejvyšší průtah, tj. na stroji prstencovém, přicházejí vlákna se zadními háčky. Toto zjištění má zvýšený význam při vypřádání vyšších čísel příze.

Je zcela logické, že zásadní význam pro kvalitu příze má provedení vlastního průtahového ústrojí. Zde máme na mysli porovnání průtahového ústrojí DP 75 s průtahovým ústrojím japonským. Japonské pětiválečkové průtahové ústrojí má o jednu protahovací zonu více, takže vedení a kontrola vláken v následujících zonách je daleko příznivější. Z druhé strany však nutno konstatovat, že toto průtahové ústrojí zvyšuje výšku stroje, ztěžuje obsluhovost stroje a seřizování (na rozdíl od našeho DP 75).

Pokud se týká japonských zkrácených systémů je třeba ještě připomenout, že se v mnohých případech použilo automatických přádních linek, tzn. agregací mykacích strojů se stroji posukovacími. Vzhledem k tomu v tomto případě do průtahového ústrojí přicházejí vlákna se zadními háčky, kde napřímení vláken, resp. stupeň napřímení je příznivější. Dále je třeba poznamenat, že v prvé pasáži (agregované) byl regulační posukovací stroj, což v našich podmínkách dosud nikdy nebylo.

Uvedené skutečnosti svědčí o tom, že úspěchy japonských bezkřídlovkových systémů musely být podstatně výraznější, než tomu bylo u nás (viz literární rešerše).

6.3 Poznámky ekonomické části

Z ekonomického rozboru vyplývá vhodnost zkráceného přádního postupu (bezkřídlovkového předení) oproti klasickému systému.

6.4 Závěr

V předložené práci jsme se snažili aplikovat současné teoretické poznatky o problematice nestejnoměrnosti vlákenného útvaru na měřicí techniku a přádelnickou technologii. Uvedená zjištění mají obecný charakter a lze je použít pro každou přádelnickou technologii.

Veškeré teoretické závěry mohou sloužit bezprostředně k přímému řízení technologického procesu z hlediska kvality příze. V práci jsme se pokusili zjednodušit vztahy a usnadnit jejich použití pro provoz.

Seznam použité literatury

- /1/ Soška-Beneš-Sodomka : Fyzikální praktikum. Učební texty vysokých škol. SNTL. (1961), 20-37
- /2/ Reissensuer : Metody matematické statistiky a jejich aplikace. SNTL. (1965)
- /3/ Hanuš-Neckář : Digital Fibrograf 230 A. Textil. 25, (1970), 91, 127, 161
- /4/ Hertel : Method of Fibre Length Analyses using Fibrograph. Text. Res. 10, (1942), 510
- /5/ Golditz : Die mittlere Faserlänge und die Faserlage in Fasergebilden. Dissertation Dresden (1940)
- /6/ Wegener-Hoth : Teoretische Betrachtung über die Faserlängen Verteilung. Melliand Textilberichte. 12, (1955), 1219
- /7/ Brenny : The Calculation of the Variance Length Curve from the Length of Distribution of Fibre. J. Text. Inst. 44, (1953), 10
- /8/ Wegener-Hoth : Die Darstellung der Ungleichmässigkeit eines Faserverbandes. Melliand Textilberichte. 41, (1960), 10
- /9/ Spenser-Smith-Todd : A time Series Met within Textile. Research Supp. Journal State Soc. 7, (1941), 131
- /10/ Wegener-Hoth : Die Berechnung der Ideal Längenvariationsfunktion. Melliand Textiberichte. 43, (1962), 1260
- /11/ Wegener-Rosemann : Die statistische und geometrisch-analytische Definition der Längenvariationskurve. Melliand Textiberichte. 38, (1957), 1340
- /12/ Wegener-Rosemann : Das Verhalten der Längenvariationskurve für kleinere Integrationslänge, Melliand Textilberichte. 39, (1958), 368
- /13/ Wegener-Rosemann : Beispiele für Längenvariationskurve einfache Materialdichte. Melliand Textilberichte. 39, (1958), 844.
- /14/ Wegener-Rosemann : Berechnung Längenvariationskurve mit Hilfe Fourier-Reihen. Melliand Textilberichte. 40, (1959), 242, 371
- /15/ Brenny : Variance and Autokorrelation of Thickness in Random slivers. Intern. Wool. Secr, Sect.A.Vol. 3, (1952), 433-450
- /16/ Wegener-Penter : Die CB(L) Längenvaristion. Textil Praxis 12, (1957), 980

- /17/ Olerup · Calculation of Variance Length Curve for an Ideal Sliver. J. Text. Inst. 43, (1952), P 290.
- /18/ Wegener-Hoth · Die Überlagerungsmethode zur Berechnung der Idealen Längenvariationfunktion. Melliand Textilberichte 44, (1963), 237
- /19/ Wegener-Ehler · Die Darstellung eines Modell-Faserverbandes mittels eines Computers. Textil Praxis. 23, (1968), 585
- /20/ Fujino-Kawabatta · Probabilistic and mathematical model of Fibre assembly and its Application to Drafting Process Analysis Using specially designed Analogue computer "Spinning Simulator". Cirtel Third. Intern. Wool Text. Res. Conf. Paris (1965) Sect. 4, s.105-115
- /21/ Wegener · Die Streckwerke der Spinnereimaschinen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1965.
- /22/ Černý · Metody výpočtu gradientu limitní nestejnornosti přádelnických produktů. Textil. 25, (1970), 321
- /23/ Herzog · Grenzwerte bei Gleichmässigkeitmessungen in der Baumwollspinnerei. Konradin Verlag Robert Kohlhammer, Stuttgart (1955), 142
- /24/ Foster · The Causes of the Irregularity of Cotton Yarns. J. Text. Inst. 4, (1956), P 357
- /25/ Martindale · A new Method of Measuring the Irregularity of Yarns with some Observations on the Origin of Irregularities in worsted Slivers and Yarns. J. Text. Inst. 36, (1945), T 35
- /26/ Zilshi · Verbesserung der Grenzungleichmässigkeit durch Steigerung der Teilbarkeit der Spinnfasern. Vortrag gehalten auf der XIV Ungarischen Textiltechnischen Konferenz. Budapest 1964
- /27/ Zilshi · The Correct Determination of the irregularity of Random Products. Acta Techn. Hung. 42, (1963)
- /28/ Wegener-Meister · Einfluss des Stapels und des Titers von Chemiefasern auf die Ungleichmässigkeit der Streckenbänder und Garne. Reyon, Zellwolle und andere Chemiefasern 8, (1958), 434, 502, 587, 662
- /29/ Wegener-Meister · Einfluss des Stappels auf die Ungleichmässigkeit und dynamometrischen Eigenschaften werksavivierter nachbehandelter Streckenbänder und Garne aus Chemiefasern. Reyon, Zellwolle und andere Chemiefasern 7, (1957), 700, 772
- /30/ Bornet · Calculation of the Ideal Unevenness of Blended Strands. J. Text. Inst. 51, (1960), P 326

- /31/ Krause : Die Rohbaumwollekontrolle mittels Digital Fibrograph. Melliand Textilberichte. 45, (1964), 003
- /32/ Krause : Ballenmischung auf grund der Digital Fibrographanalyse. Melliand Textilberichte. 47 (1966)
- /33/ Carpenter : Array vs Fibrograph. Textile Industries. 1964, 12
- /34/ Hertel-Lauson-Reba : Factors Affecting Fibre Length measurements. Text. Resch. J. 34, (1964), 800
- /35/ Sust : An attempt to derive Diagram (array) from readings of Digital Fibrograph. Text. Resch. J. (1965)
- /36/ Sugier : Communication of do FLI - Paris 1964
- /37/ Cox : Theory of Drafting of Wool Slivers. Proc. Roy. Soc. London A 197, (1949), 25-51
- /38/ Mathematische Formeln für die Idealspektren. USTER-Anleitung 133819
- /39/ Wegener-Hoth : Die Berechnung der idealen Spektrumfunktion. Melliand Textilberichte. 11, (1965), 1149
- /40/ Gieskuss : Die statistische Analyse der Wern und die Faserungleichmässigkeiten. Faserforschung und Textiltechnik. 10, (1959), 375, 338, 359, 420, 598
- /41/ Wegener-Hoth : Umrechnungen zwischen der Spektrumfunktion und der Längenvariationsfunktion. Melliand Textilberichte. 45, (1964), 011, 735, 863
- /42/ Balls : Studies of Quality in Cotton. London 1928 CH. VIII.
- /43/ Foster : The Investigation of Periodicities in the Products of Cotton Spinning. J. Text. Inst. 36, (1945) T 229
- /44/ Grischin : Ungleichmässigkeit und Verzugverfahren Der ideale Verzug. Textil Praxis. 19, (1964), 787
- /45/ Grischin : Ungleichmässigkeit und Verzugverfahren Der reale Verzug. Textil Praxis. 21, (1966), 247
- /46/ Huberty : Premiere etudes des Parametres caracterisant la regularite de fils, meches et rulauslois Fondamentales. I.W.T.O Tech. Com. Proc. Paris 1947
- /47/ Grossberg : The Median and long term Variations of Yarn. J. Text. Inst. 46, (1955), T 167, T 309
- /48/ Linhart : On Huberty's Coefficient of Irregularity of Yarns and its Estimat. Text. Resch. J. 35, (1965), 1055-1060
- /49/ Palmer-Grossberg : The Use of the Zellweger Irregularity Tester in Finding the Variance-Length Curve of Worst Yarn. J. Text. Inst. 45, (1954), T 275

- /50/ USTER - Handbuch der Gleichmässigkeit Band 2. Grundlagen und Auswertung 1961, 136 305 D
- USTER - Handbuch der Gleichmässigkeit Band 3. Die Längenverlaufs-kurve und ihre Bestimmung mit Hilfe der Gleichmässigkeitprüfanlage "Uster". 1961, 130 2
- /51/ Balasubramanian, Grossberg and Smith - The Fibre end Density of Worsted Slivers. Cirtel, Third. Intern. Wool Text. Res. Conf. Paris 1965, Sect. 4, 8 62-72
- /52/ Langer - Die Auswertung von USTER-Spektrogram. Deutsche Texttechnik. 11, (1961), 63
- /53/ Klem-Riehl-Siegel-Troll - Statistische Kontrollmethoden in der Textilindustrie. VEB Fachbuchverlag. Leipzig 1968
- /54/ Serhan-Beheri-Tohami-Dips - Všeobecné metody v textilním průmyslu (arab.). Káhira 1964
- /55/ Hüttenschwiler-Bühler - Häufige Fehler in Baumwollspinnerei. Verlag. Melland Textiberichte
- /56/ Handbuch für Spektrograf USTER. Band III. Spinning Defect Lexicon 136096 d B1
- /57/ Slezák - TAR. Techn. ek. rozbor. Úkol pramen-průtah. VUTS (1965)
- /58/ Wegener-Zhler - Die Faseranzahl-Verteilung reale Faser verbänden und der Ungleichmässigkeit - Index K Melland Textiberichte. 5, (1970), 509

Stanovení délky vláken na jehličkovém staplovacím přístroji

vz.č.	1 RI	2 RII	3 IR	4 TU
$\bar{l}$ /mm/	21,7413	21,1869	22,8986	22,864
s /mm/	8,0630	7,6677	9,4880	9,2537
v /%/	37,07	36,19	41,43	40,45

Třídň interval $L_i \dots L_{i-1}$	Střední tř. inter. L_{im}	Relativní třídň četnost		
		5 J	6 S	7 S_p
40...38	39			
38...36	37	0,28868	0,10838	0,17407
36...34	35	0,72658	0,40104	0,45285
34...32	33	2,57378	1,33675	1,17377
32...30	31	5,05307	4,36608	3,46743
30...28	29	12,15364	12,11751	10,26567
28...26	27	11,35860	13,81349	10,60410
26...24	25	13,04032	15,21933	14,60284
24...22	23	8,38069	8,82711	8,91625
22...20	21	7,67731	7,85359	8,30301
20...18	19	5,51426	5,85724	5,94417
18...16	17	5,71414	5,54372	5,56532
16...14	15	5,11980	4,91269	4,82141
14...12	13	3,99052	3,97176	4,57245
12...10	11	3,46769	3,55469	4,00785
10... 8	9	3,84272	3,39768	4,56819
8... 6	7	3,34217	3,07936	2,90135
6... 2	4	7,75604	5,63957	9,65927
$\bar{l}$	mm	20,74550	21,14905	19,80497
s	mm	8,28531	7,68513	8,29361
v	%	39,93800	36,337	41,67400

Délka jednotlivých vláken (JITYA)

Třídní interval $L_1 \dots L_{i-1}$	Střední tř. interval L_{im}	Relativní třídní četnost					
		J_1	J_2	J_3	J_4	J_5	J_6
2.....4	3	0,49950	0,38573	0,89463	1,7	1,17878	1,05566
4.....6	5	1,89810	1,15718	1,29225	2,60	2,94695	2,20729
6.....8	7	2,59740	2,89236	3,37972	2,50	2,84872	3,45889
8.....10	9	2,99700	2,50723	2,78330	3,70	4,32220	3,35893
10.....12	11	4,59540	3,56798	3,87674	4,60	4,42043	4,41459
12.....14	13	3,89610	1,37512	4,27435	4,70	4,61690	4,24312
14.....16	15	4,9950	4,33944	4,47316	5,10	6,77800	3,93474
16.....18	17	6,79321	4,91803	4,87078	5,90	5,89391	7,10173
18.....20	19	7,79221	8,38959	8,54871	7,60	7,66208	6,71785
20.....22	21	10,24895	9,83607	8,84692	8,80	8,83910	8,54127
22.....24	23	12,28771	9,35391	8,84692	10,30	8,84086	10,36468
24.....26	25	14,18981	13,30762	11,82903	11,70	12,27898	9,92792
26.....28	27	10,38961	10,41466	12,12724	11,90	9,82318	12,66795
28.....30	29	7,89211	11,18611	10,93439	9,00	9,72495	10,74856
30.....32	31	4,9950	7,81099	7,25646	5,20	5,79568	7,86948
32.....34	33	2,69730	3,18226	3,47913	3,80	2,65226	4,41459
34.....36	35	0,49950	2,21794	1,39165	0,80	0,68762	2,30326
36.....38	37	0,49950	1,15718	0,89463	0,90	0,58939	0,67179
I	mm	21,42557	22,68563	22,19483	21,276	20,91552	0,19194
II	mm	6,98045	7,22698	7,46360	7,724	7,67050	20,77159
V	%	32,58	31,85708	33,62765	36,30734	36,67372	7,24258
	%	2,01996	1,97514	2,06491	2,25106	2,27377	34,86772
							2,16180
							2,13444
							21,54685
							7,41761
							34,42642

Délka jednotlivých vláken (SEBA)

Třídni interval $L_i \dots L_{i-1}$	Střední tř. interval L_{im}	Relativní třídní četnost							
		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T	
2...4	3	2,1961	3,40	2,16749	1,6	1,95167	2,51206	2,30091	
4...6	5	1,79641	2,80	2,46305	2,0	2,90929	2,41546	2,33355	
6...8	7	3,69261	4,00	3,54680	2,5	2,5929	3,09179	3,21475	
8...10	9	2,99401	3,20	3,5468	2,6	2,86104	3,76812	3,16580	
10...12	11	3,59281	4,20	4,33498	4,1	3,90335	4,25121	4,00332	
12...14	13	3,59281	4,10	3,74384	3,4	4,26803	3,18841	3,73695	
14...16	15	4,59282	4,30	5,61576	4,2	4,64684	4,63768	4,66710	
16...18	17	4,79042	4,30	6,10637	5,0	5,48327	6,28019	5,33616	
18...20	19	5,68862	5,00	6,40394	5,9	6,78439	6,76329	6,10313	
20...22	21	7,18563	6,70	8,57143	9,0	9,20074	7,43961	8,02872	
22...24	23	9,68064	9,90	10,44335	10,9	10,87361	10,62802	10,34595	
24...26	25	13,7265	13,30	13,79315	12,4	13,01115	13,91304	13,34865	
26...28	27	11,97605	11,30	10,44335	11,7	11,80297	11,69082	11,48825	
28...30	29	11,47705	11,20	8,57143	11,4	9,85130	9,95169	10,39491	
30...32	31	7,18563	7,30	6,60099	7,9	5,94796	6,28019	6,85374	
32...34	33	4,07182	3,60	2,26601	3,8	3,43866	2,02899	3,19843	
34...36	35	1,05780	1,30	1,08374	0,9	0,27881	0,67633	0,88120	
36...38	37	0,69860	0,90	0,29557	0,7	0,55762	0,48304	0,53851	
Σ	mm	22,06587	21,438	21,09517	22,254	21,54647	21,24115	21,60215	
σ	mm	7,87246	8,35619	7,74882	7,557	7,53650	7,74844	7,81488	
$\bar{x}$		35,67709	38,97840	36,80248	33959	34,97789	36,47775	36,17640	
v		2,21198	2,41666	2,28175	2,10547	2,16863	2,261620	2,24294	

Výsledky χ^2 testu na porovnání rozdělení
dělek vláken v jednotlivých konvích

konve		f	konve		f
1,2	7,38620	16	1,3	18,28818	16
1,4	8,69352	17	1,5	10,37926	10
1,6	17,13969	16	2,3	20,95647	16
2,4	18,74595	16	2,5	23,84333	16
2,6	19,71056	16	3,4	17,46988	16
3,5	11,48722	16	3,6	5,22742	16
4,5	11,26470	16	4,6	19,17994	16
5,6	13,47813	16			

Materiál SABA, hodnoty χ^2 rozdělení :

$$(95 \%, 16) = 26,30$$

$$(95 \%, 17) = 27,59$$

1,2	38,01628	15	1,3	31,49397	15
1,4	19,95552	15	1,5	22,5274	15
1,6	11,09754	15	2,3	8,47665	16
2,4	38,87647	16	2,5	42,71243	16
2,6	52,75462	15	3,4	20,02844	17
3,5	26,57589	17	3,6	36,12418	16
4,5	10,47876	17	4,6	19,46938	16
5,6	12,00038	16			

Materiál JITKA, hodnoty χ^2 rozdělení :

$$(95 \%, 15) = 25$$

$$(95 \%, 16) = 26,30$$

Výsledky a statistické vyhodnocování naměřených hodnot nestejnoměrnosti na přístroji USTER model B, při použití kvadratického integrátoru.

Počet měření 8, doba měření 2 min, rychlost přáze 50 m/min, materiál JITKA

	přáze 1	přáze 2	přáze 3	přáze 4	přáze 5
$\overline{CV\%}$	26,362	24,937	25,487	20,875	25,96
s	1,085	1,181	0,864	0,599	0,847
v %	4,115	4,734	3,391	2,871	3,264
d %	3,448	3,968	2,842	2,406	2,736

Stanovení rozsahu spolehlivosti, horní a dolní meze středních hodnot základního souboru μ_{cv} , μ_{cvm}

$\pm \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}}$	0,909	0,989	0,706	0,502	0,710
μ_{cv}	27,271	25,927	26,194	21,377	26,67
μ_{cvm}	25,453	23,948	24,781	20,373	25,250

$\overline{CV} = 24,7245$ Stanovení rozptylové analýzy

Druh rozptylu	Suma kvadr. rozptylu	Stupeň volnosti	Rozptyl
mezi skupinami	137,590	4	$(4) S^2 = 34,397$
uvnitř skupin	30,767	35	$(35) S^2 = 0,879$
celkem	168,357	39	

$$F = 39,12941 > F(99\%, 4, 35) = 3,89$$

$$\text{Mezní rozdíl GL} = t(99\%, 2b - 2) \sqrt{\frac{2a_1 S^2}{b}} = 1,39702$$

Rozdíly mezi středními hodnotami

$$\begin{array}{rcl}
 CV_1 - CV_2 = 1,425 > \dots & CV_1 - CV_4 = 5,4275 & \\
 CV_1 - CV_3 = 0,875 & & \\
 CV_2 - CV_3 = 0,55 & \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} < 1,39702 & \\
 CV_1 - CV_5 = 0,4025 < \dots & CV_5 - CV_3 = 0,4725 < \dots & \\
 CV_2 - CV_5 = 1,0225 < \dots & CV_4 - CV_5 = 5,05 > \dots & \\
 CV_2 - CV_4 = 4,0625 & & \\
 CV_3 = CV_4 = 4,6125 & &
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} > 1,3970$$

Stanovení rozsahu spolehlivostipro rozdíly středních hodnot (zákl. soubor)Příze 1.4

$$\begin{array}{rcl}
 F = 3,47589 & < & F(95\%, 7, 7) = 3,79 \\
 t = 12,38557 & > & t(99\%, 14) = 2,98
 \end{array}$$

$$(\mu_{CV_1} - \mu_{CV_2})_0 = 6,73351$$

$$(\mu_{CV_1} - \mu_{CV_2})_\mu = 4,12149$$

Příze 2.4

$$\begin{array}{rcl}
 F = 3,88026 & & F(95\%, 7, 7) = 3,79 \\
 t = 11,49050 & &
 \end{array}$$

Stupeň volnosti dle rovnice () =

$$f^* = 9,65624 \approx 10$$

$$t = 11,49050 > t(99\%, 10) = 3,17$$

$$(\mu_{CV_2} - \mu_{CV_4})_0 = 4,75727$$

$$(\mu_{CV_2} - \mu_{CV_4})_\mu = 3,36773$$

Příze 3.4

$$\begin{array}{rcl}
 F = 2,67905 & < & F(95\%, 7, 7) = 3,79 \\
 t = 12,40380 & > & t(99\%, 14) = 2,98
 \end{array}$$

$$(\mu_{cv_3} - \mu_{cv_4})_0 = 5,72064$$

$$(\mu_{cv_3} - \mu_{cv_4})_m = 3,50430$$

Príloha 4a-5

$$F = 1,99905 < F(95\%, 7, 7) = 3,79$$

$$t = 13,774 > t(95\%, 14) = 2,20$$

$$(\mu_{cv_5} - \mu_{cv_6})_0 = 6,19$$

$$(\mu_{cv_5} - \mu_{cv_6})_m = 3,9$$

Výsledky a statistické vyhodnocování naměřených hodnot nestejnoměrnosti na přístroji USTER model B, při použití kvadratického integrátoru.

Počet měření 8, doba měření 2 min, rychlost příze 50 m/min, materiál SEBA.

	příze 6	příze 7	příze 8	příze 9	příze 10
$\overline{CV}$	22,787	21,5	25,8	25,937	26,02
s	1,182	0,717	0,424	0,659	0,815
v	5,189	3,335	1,644	2,54	3,125
σ	4,349	2,745	1,380	2,129	2,619

Stanovení rozsahu spolehlivosti, horní a dolní meze středních hodnot základního souboru

$\pm \frac{t_s}{\sqrt{n}}$	0,991	0,601	0,355	0,552	0,683
μ_{cv}	23,776	22,101	26,155	26,489	26,703
μ_{cvn}	21,797	20,899	25,444	25,385	25,337

Stanovení rozptylové analýzy

$$\overline{CV} = 24,409$$

$$(1) \hat{S}^2 = 31,42662$$

$$(2) \hat{S}^2 = 0,63816$$

Druh rozptylu	Suma kvadr. rozptylu	Stupeň volnosti	Rozptyl
mezi skupinami	125,706	4	31,42662
uvnitř skupin	22,3356	35	0,63816
celkem	148,0416	39	

$$F = 49,24568 > F(99\%, 3, 20) = 3,89$$

$$\text{Mezní rozdíl GD} = 1,19027$$

Rozdíly mezi středními hodnotami

$$\begin{array}{lcl}
 CV_6 - CV_7 = 1,2875 & & CV_7 - CV_8 = 4,3 \\
 CV_6 - CV_8 = 3,0125 & & CV_7 - CV_9 = 4,4375 \\
 CV_6 - CV_9 = 3,15 & \left. \begin{array}{l} > GD = \\ = 1,19027 \end{array} \right\} & CV_8 - CV_9 = 0,1375 \\
 CV_6 - CV_{10} = 3,235 & & CV_8 - CV_{10} = 0,22 \\
 CV_7 - CV_{10} = 4,52 & & CV_9 - CV_{10} = 0,0825
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} > GD \\ > GD \\ < GD \\ < GD \\ < GD \end{array}$$

Stanovení rozsahu spolehlivostipro rozdíly středních hodnot (zákl. soubor)Příze 7, 8

$$\begin{array}{lcl}
 F = 2,8577 & < & F(95\%, 7, 7) = 3,79 \\
 t = 14,59633 & > & t(99\%, 14) = 2,98
 \end{array}$$

$$(\mu_{CV_7} - \mu_{CV_8})_s = 5,17719$$

$$(\mu_{CV_7} - \mu_{CV_8})_m = 3,42209$$

Příze 7, 9

$$\begin{array}{lcl}
 F = 1,18473 & < & F(95\%, 7, 7) = 3,79 \\
 t = 12,88819 & > & t(99\%, 14) = 2,98
 \end{array}$$

$$(\mu_{CV_7} - \mu_{CV_9})_s = 5,46354$$

$$(\mu_{CV_7} - \mu_{CV_9})_m = 3,41146$$

Příze 7, 10

$$\begin{array}{lcl}
 F = 1,2911 & & F(95\%, 7, 7) = 3,79 \\
 t = 11,77763 & & t(95\%, 14) = 2,98
 \end{array}$$

$$(\mu_{CV_7} - \mu_{CV_{10}})_s = 5,663$$

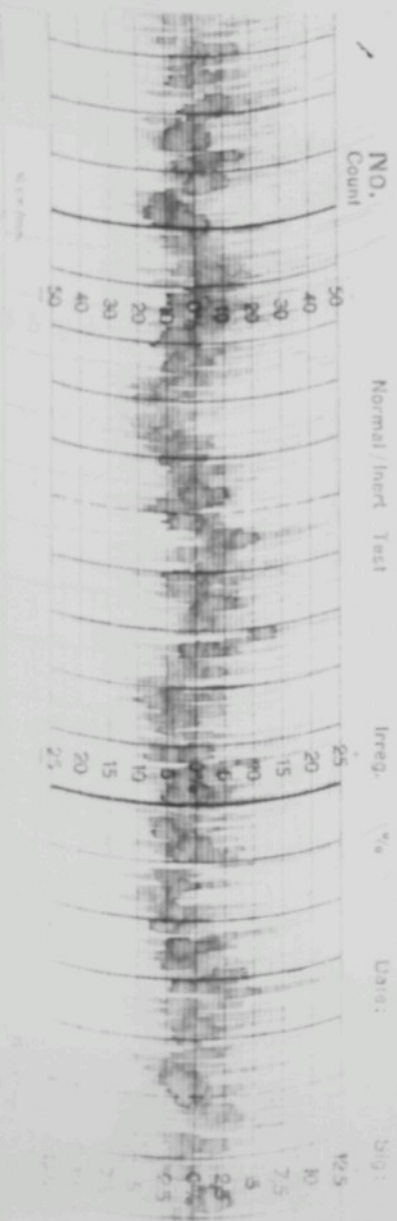
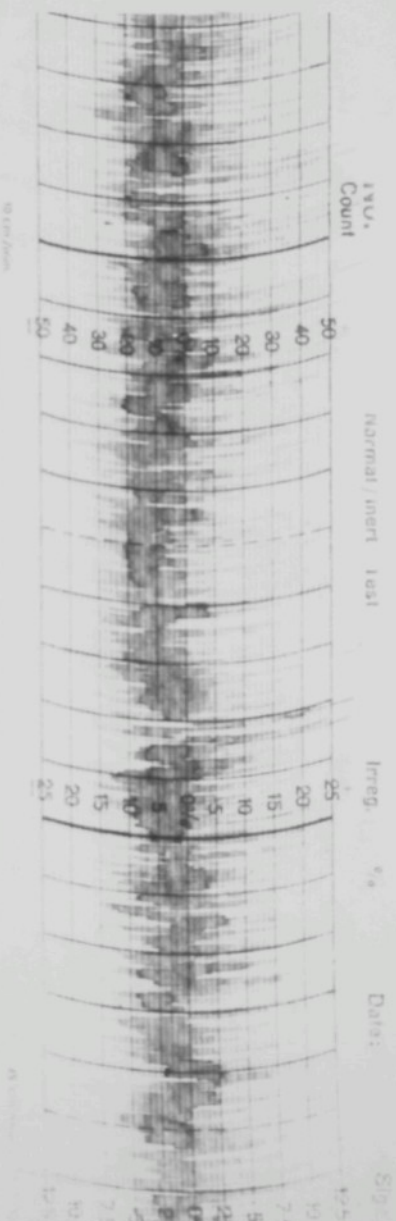
$$(\mu_{CV_7} - \mu_{CV_{10}})_m = 3,3734$$

GRAPHICKÝ ZÁZNAM NESTERNOMERNOSTI (USTER)

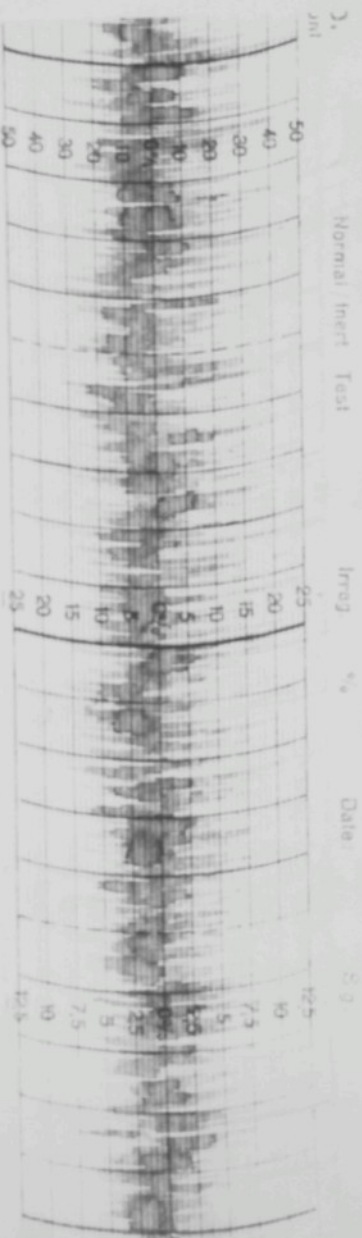
Vzorok č. 1
Odvádňací rychlost
50 m/min

Posuv papíru
10 cm/min

Vzorok č. 2



GRAFICKÝ ZÁZNAM NESTERNOSTI (USIR)

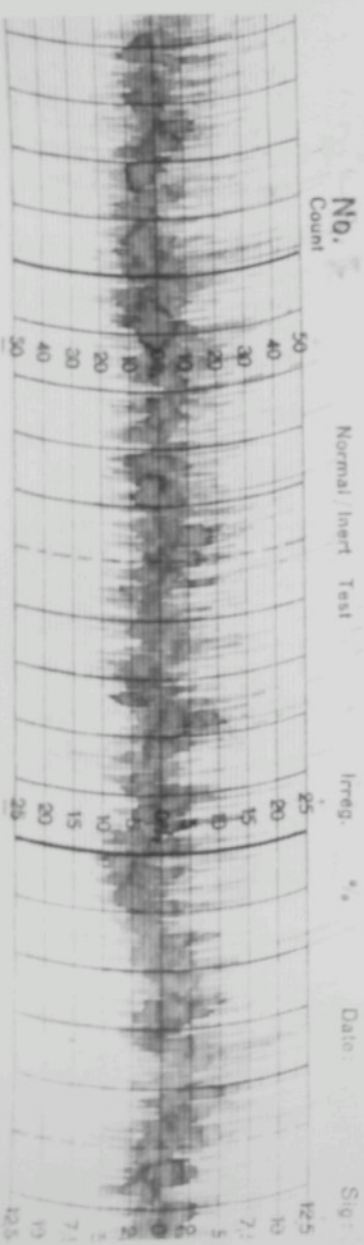


Vzorok č. 3

Ovädáci rychlost
50 m/min

Posuv papiru
10 cm/min

Vzorok č. 4



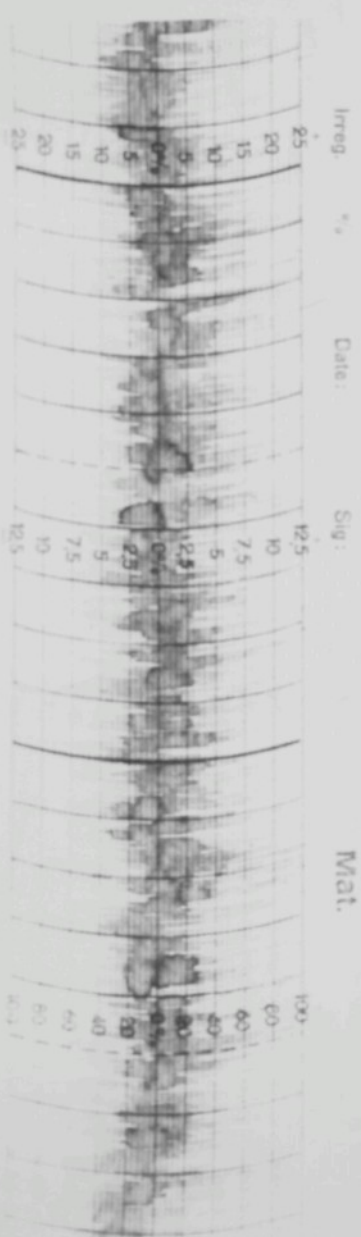
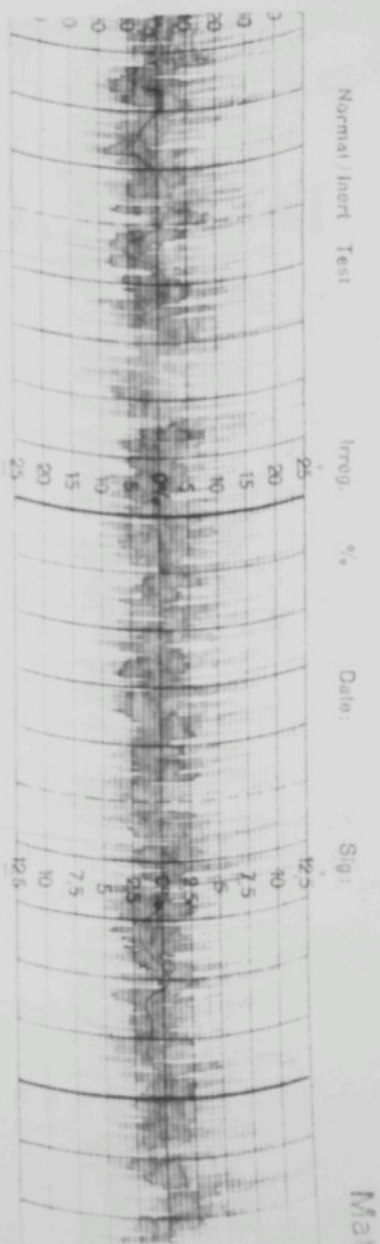
GRAFICKÝ ZÁZNAM NESTRJOUMĚNOSTI (USTER)

Vzorok č. 6

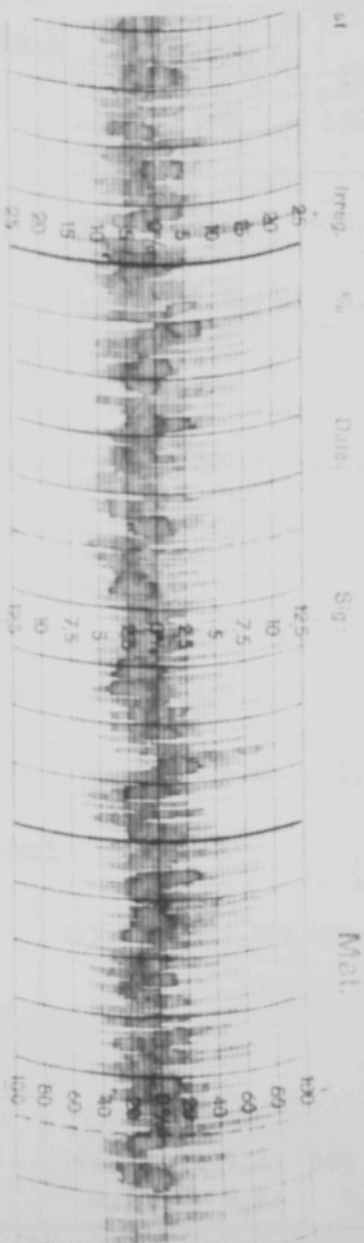
Odváděcí rychlost
50 m/min

Posuv papíru
10 cm/min

Vzorok 6. 7



GRAFICKÝ ZÁZNAM NESTANOVENOSTI (USTER)

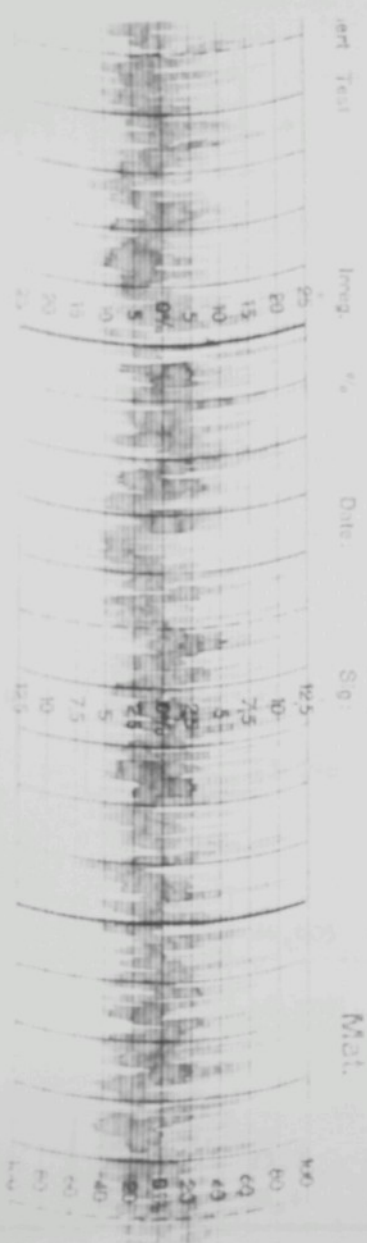


Vzorok č. 8

Odvádaci rychlost
50 m/min

Posuv papíru
10 cm/min

Vzorok č. 9



Hodnoty CB(L) naměřené na USTER Innert-test, doba měření 5 min, počet měření 4. V tabulkách jsou střední hodnoty CV po korekci podle Palmer, Grossberg / 49/ v závislosti na ekvivalentní délce L [cm]

Příze 1

Rychlost příze m/min	4	8	25	50	100	200
ekvival. délka	24,39	49,15	154,12	308,0	613,5	1230,76
CV resp. CB(L)	13,43	13	10,3	6,43	5,4	5,2

Příze 2

ekvival. délka	23,866	48,093	150,78	301,9	600,25	1204,128
CV resp. CB(L)	15,04	13,68	11,15	8,567	6,2	5,29

Příze 3

ekvival. délka	23,97	48,306	151,45	303,27	602,912	1209,45
CB(L) CV resp.	13,098	11,98	8,658	6,882	5,772	4,995

Příze 4

ekvival. délka	24,605	49,582	155,458	311,288	618,84	1214,14
CV resp. CB(L)	10,207	8,26	6,962	6,4	5,7	4,72

Příze 2

ekvival. délka	23,7	47,7	149	299,2	595	1193
CB(L)	14,4	13,8	8,72	6,92	5,2	5

Příze_6

Rychlost příze m/min	4	8	25	50	100	200
ekvival. délka	24,288	48,944	153,456	307,28	610,88	1255,44
CV resp. CB(L)	11,229	9,348	6,8	6,498	5,13	4,446

Příze_7

ekvival. délka	24,71	49,795	156,125	312,624	621,504	1246,7
CV resp. CB(L)	10,35	9,72	7,56	6,72	5,8	5,5

Příze_8

ekvival. délka	24,29	48,94	153,46	307,28	610,9	1255,4
CV resp. CB(L)	13,93	13,33	11,514	8,04	6,95	5,32

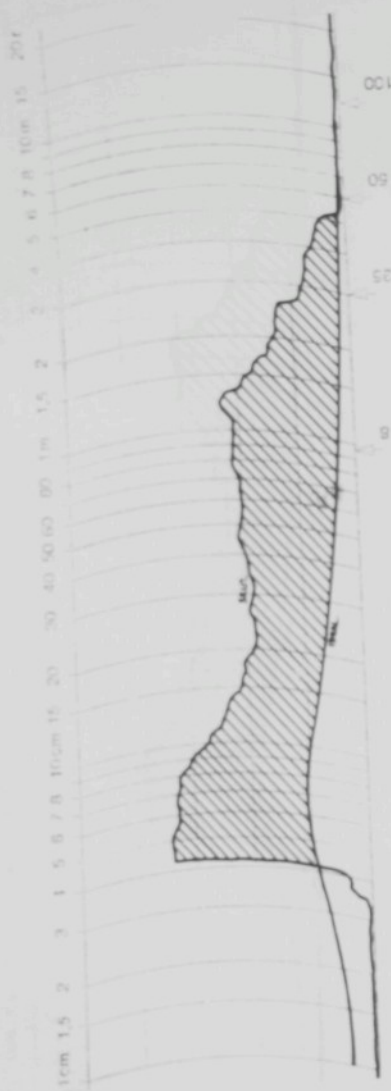
Příze_9

ekvival. délka	23,054	47,669	149,45	299,264	594,94	1193,47
CV resp. CB(L)	14,115	10,9	8,066	6,73	5,34	5,4

Příze_10

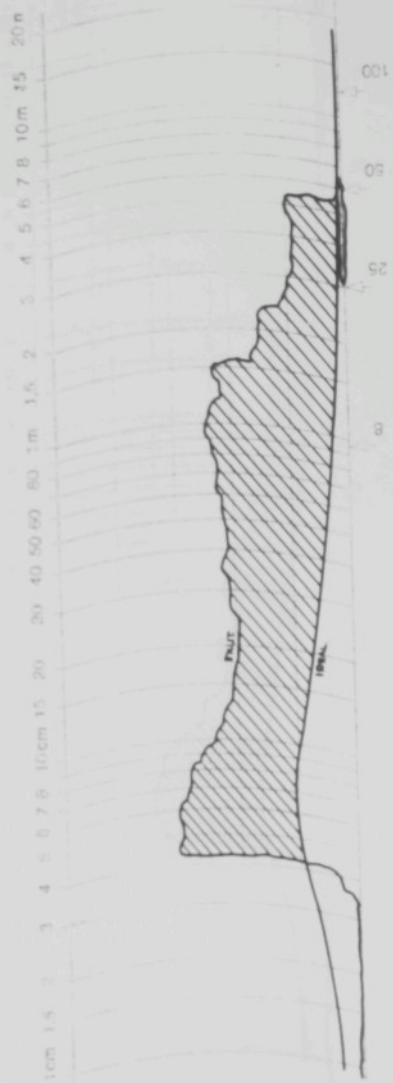
ekvival. délka	23,3	47	147	295	587	1177
CV resp. CB(L)	13,2	11,7	8,4	6,5	5,5	4,1

IDEÁLNÍ A SKUTEČNÝ SPECTROGRAM



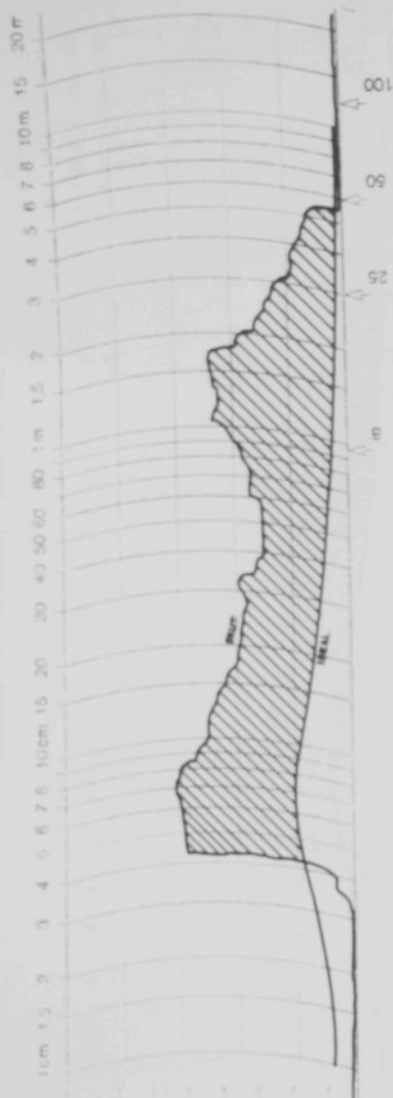
Vzorek č. 1

Odváděcí rychlost
50 m/min



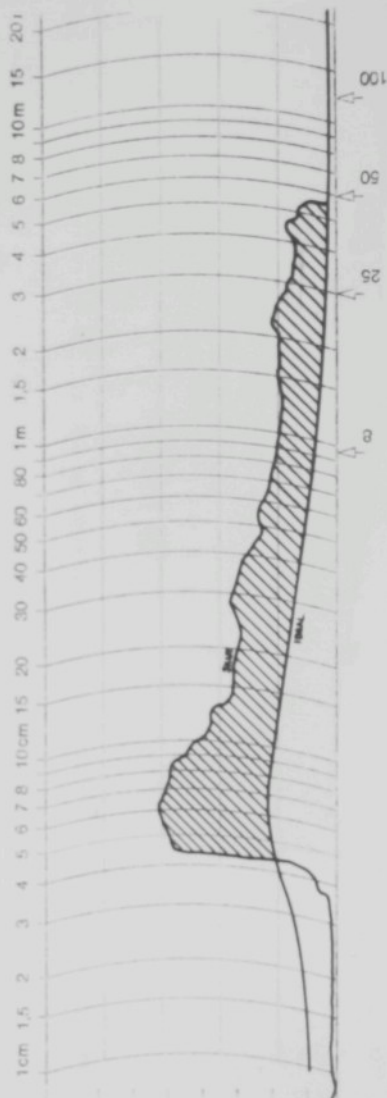
Vzorek č. 2

Vzorek č. 3

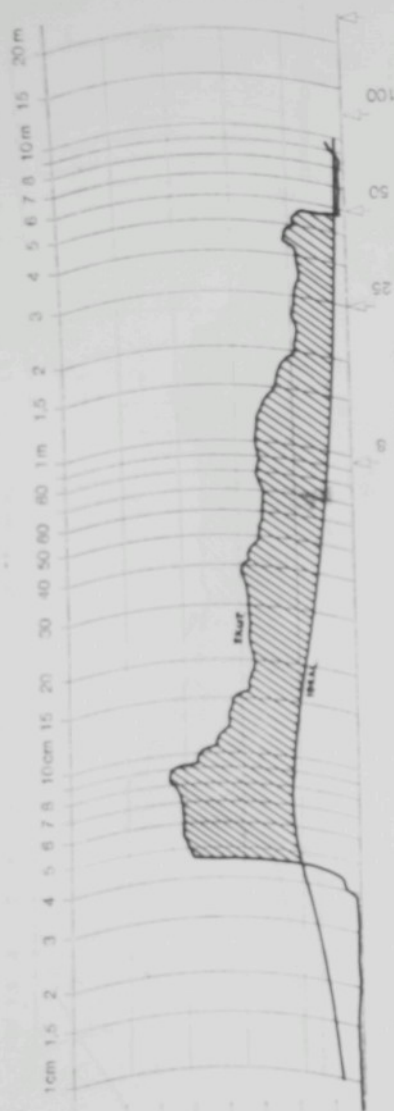


Odváděcí rychlost
50 m/min

Vzorek č. 4

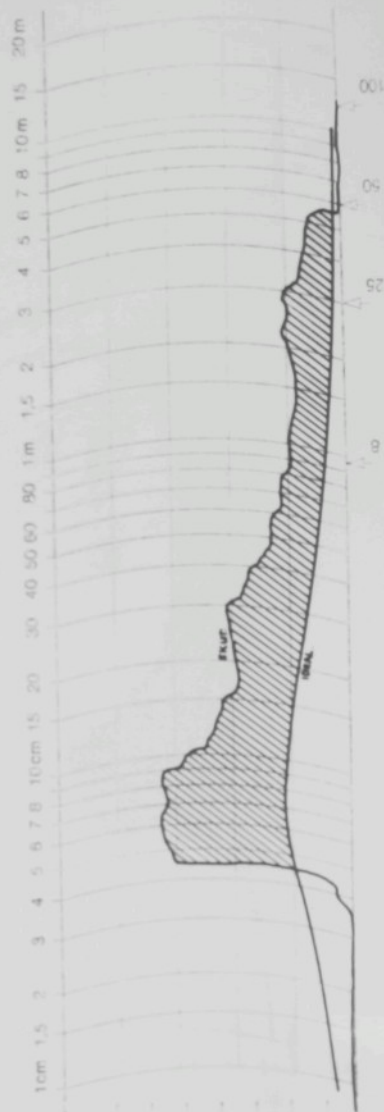


IDEÁLNÍ A SKUTEČNÝ SPECTROGRAM



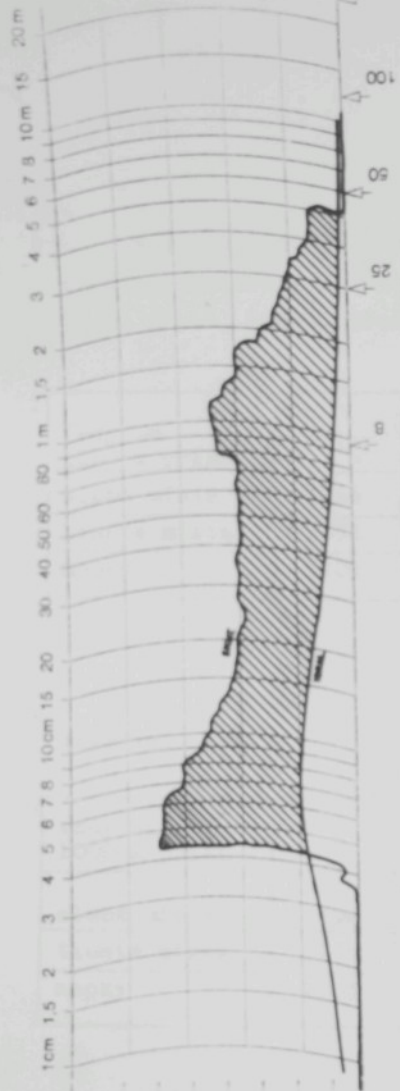
Vzorek č. 6

Odváděcí rychlost
50 m/min



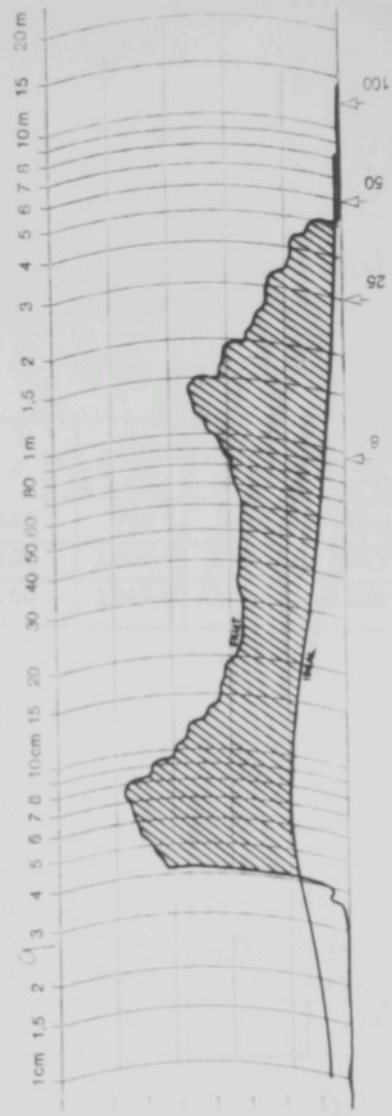
Vzorek č. 7

TEJLENÍ A KUTENÍ SPECTROGRAM



Vzorek č. 8

Oxidační rychlost
50 m/min



Vzorek č. 9

Hodnoty naměřené na přístroji USTER imperfikační indikátor. Materiál JITKA, doba měření 5 min, rychlost příze 50 m/min, počet měření 4.

Vady na 1000 m příze	1	2	3	4	5
slabá místa	1166	646	998	445	990
tlustá místa	1952	1420	1801	1150	1723
nopky	1205	1260	1345	1351	1126

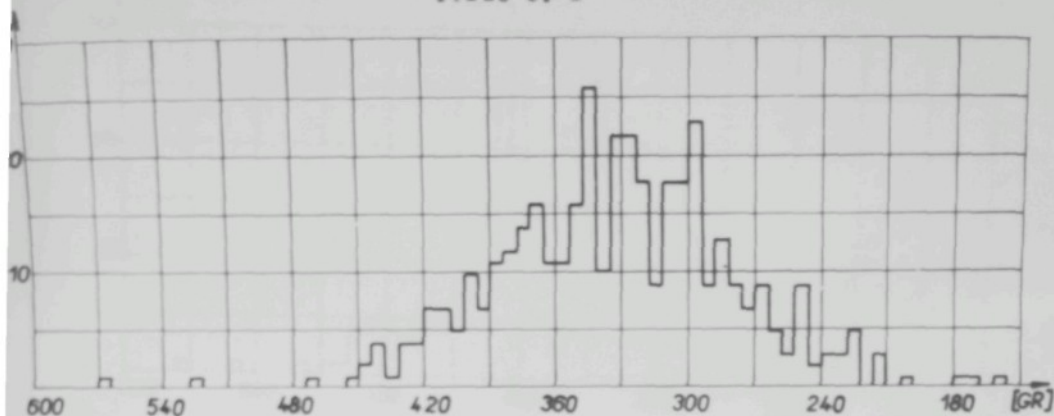
Materiál SEBA

vady na 1000 m příze	6	7	8	9	10
slabá místa	494	321	1121	1039	1031
tlustá místa	1178	1052	1582	1666	1525
nopky	1003	828	710	624	475

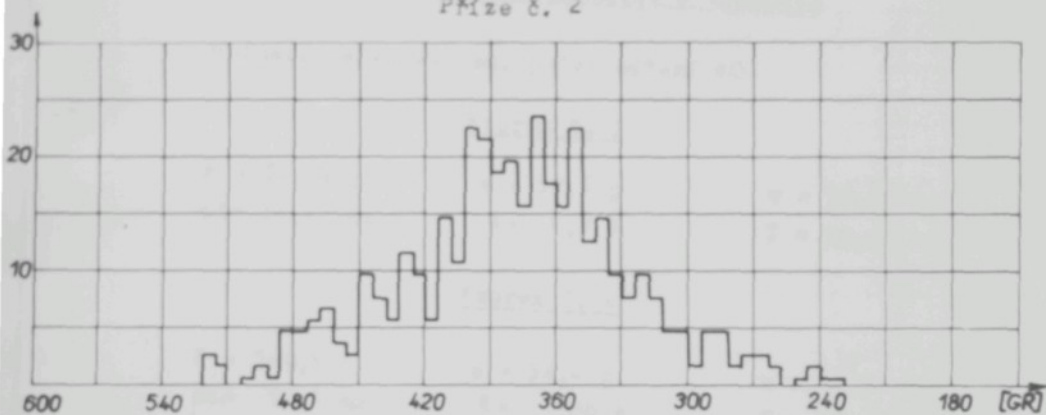
Při snímání byl přístroj nastaven na citlivost:

slabá místa	-50 %
tlustá místa	3
nopky	3

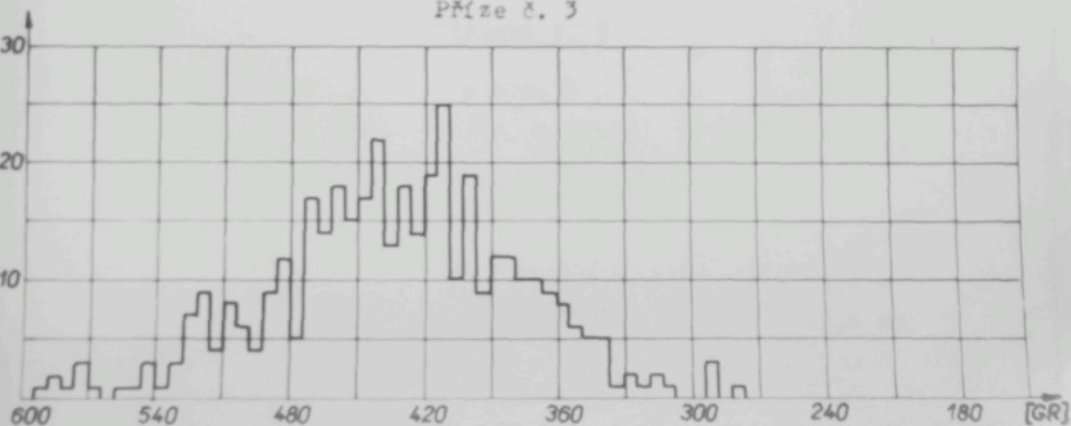
Příze č. 1



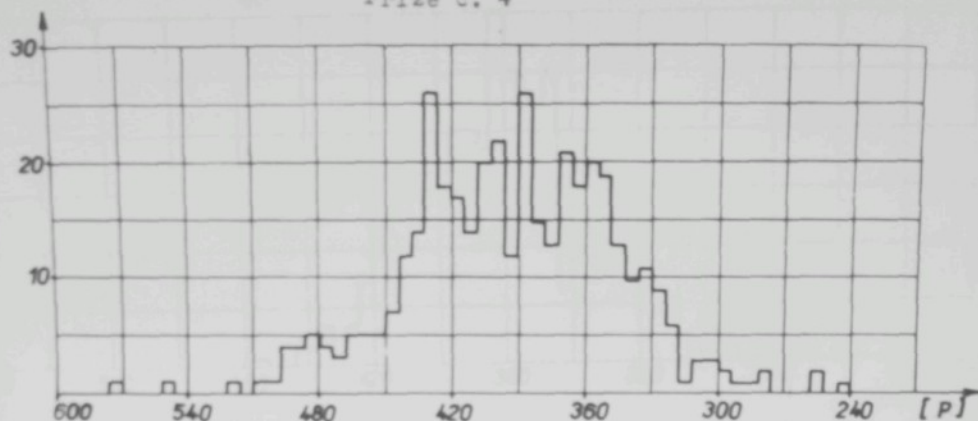
Příze č. 2



Příze č. 3



Příze č. 4

Vyhodnocení pevnosti a tažnosti

Upínací délka 500 mm, počet měření 400

Vzorek č. 1

$P = 341,4 \text{ p}$
 $\Delta L = 34,4 \text{ mm}$

$s = 52,5 \text{ p}$
 $\epsilon = 6,9 \%$

$v = 15,35 \%$
 $T = 12,89 \text{ km}$

Vzorek č. 2

$P = 389,5 \text{ p}$
 $\Delta L = 39,3 \text{ mm}$

$s = 54,4 \text{ p}$
 $\epsilon = 7,86 \%$

$v = 14 \%$
 $T = 12,89 \text{ km}$

Vzorek č. 3

$P = 382 \text{ p}$
 $\Delta L = 41,6 \text{ mm}$

$s = 54,3 \text{ p}$
 $\epsilon = 8,325 \%$

$v = 14,2 \%$
 $T = 14,2 \text{ km}$

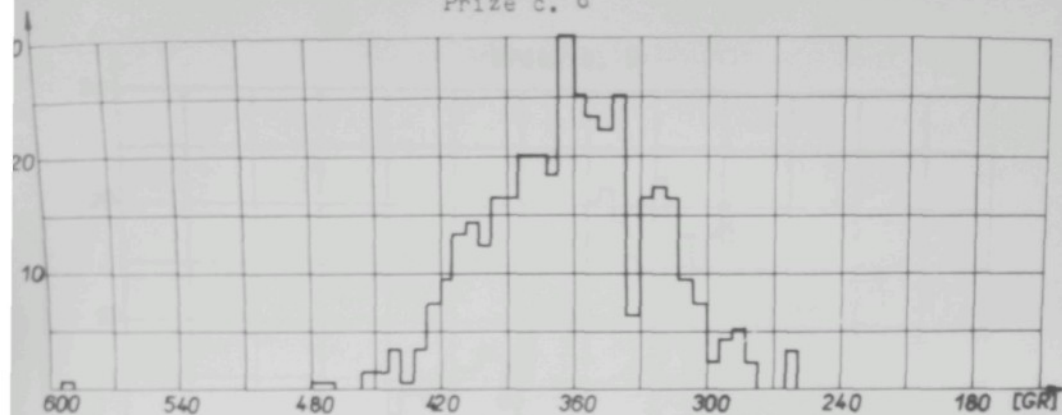
Vzorek č. 4

$P = 404 \text{ p}$
 $\Delta L = 40,7 \text{ mm}$

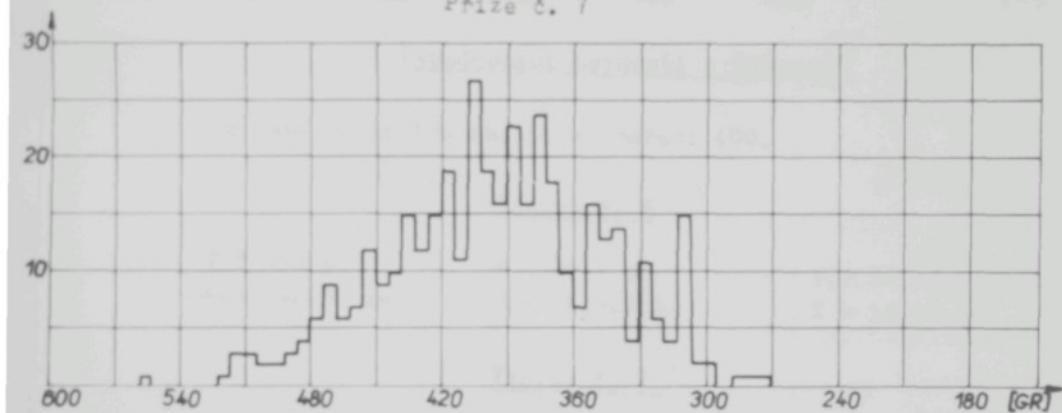
$s = 46,2 \text{ p}$
 $\epsilon = 8,16 \%$

$v = 11,4 \%$
 $T = 13,4 \text{ km}$

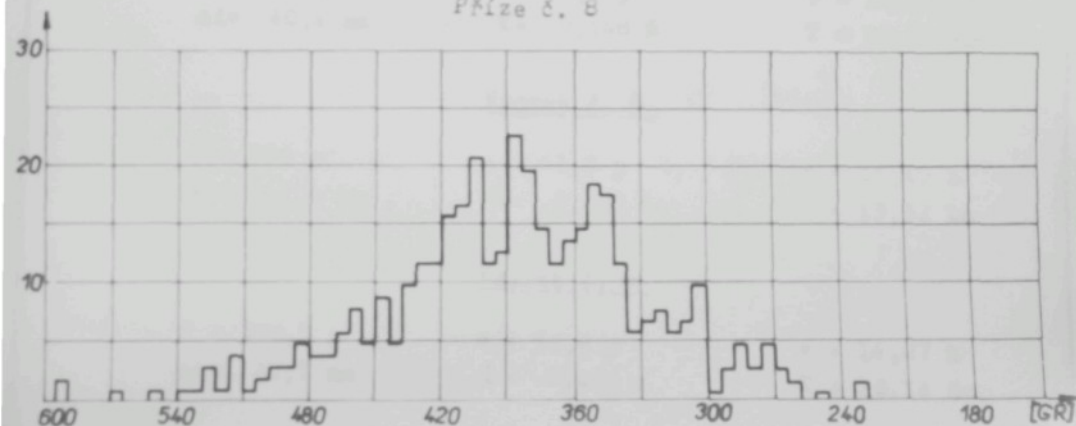
Příze č. 6



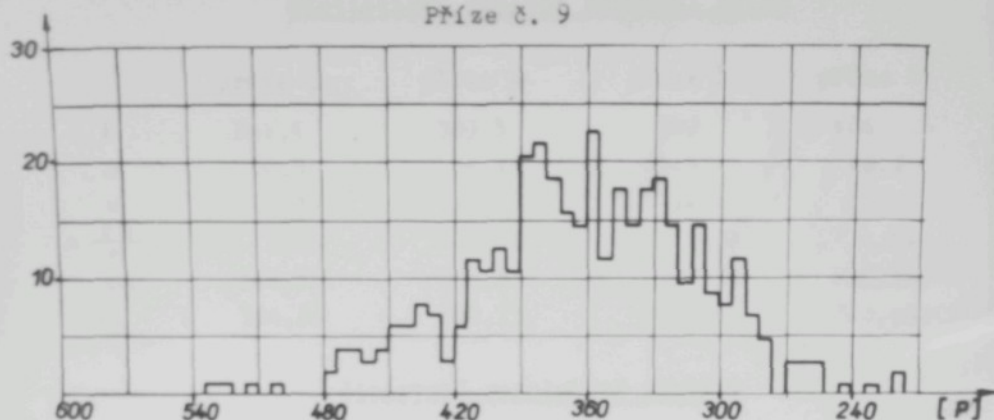
Příze č. 7



Příze č. 8



Příze č. 9

Vyhodnocení pevnosti a tažnosti

Upínací délka 500 mm, počet měření 400.

Vzorek č. 6

$P = 368 \text{ p}$
 $\Delta L = 42,52 \text{ mm}$

$s = 38,7 \text{ p}$
 $\epsilon = 8,525 \%$

$v = 10,45 \%$
 $T = 12,40 \text{ km}$

Vzorek č. 7

$P = 392 \text{ p}$
 $\Delta L = 40,4 \text{ mm}$

$s = 48,6 \text{ p}$
 $\epsilon = 8,168 \%$

$v = 12,4 \%$
 $T = 13,35 \text{ km}$

Vzorek č. 8

$P = 396 \text{ p}$
 $\Delta L = 42,2 \text{ mm}$

$s = 61,2 \text{ p}$
 $\epsilon = 8,425 \%$

$v = 15,45 \%$
 $T = 13,52 \text{ km}$

Vzorek č. 9

$P = 370,5 \text{ p}$
 $\Delta L = 42,3 \text{ mm}$

$s = 52,8 \text{ p}$
 $\epsilon = 8,475 \%$

$v = 14,27 \%$
 $T = 12,14 \text{ km}$

Statistická analýza pevnosti příze

	příze 1	příze 2	příze 3	příze 4
P	341,4	389,5	382	404
s	54,5	54,4	543	46,2
v	15,35	14,2	14,2	11,4
$\pm \frac{t \cdot s}{M}$	5,16	5,36	5,34	4,54
μ_n	346,56	394,85	387,34	408,54
μ_p	336,24	384,15	376,66	399,46

Stanovení rozptylové analýzy

$$\overline{P} = 379,225$$

$$({}_{(1)}S^2 = 287707,664$$

$$({}_{(2)}S^2 = 2699,635$$

Druh rozptylu	Suma kvadr. rozptylu	Stupeň volnosti	Rozptyl
mezi skupinami	863122,9	3	287707,664
uvnitř skupin	4308617,462	1196	2699,635
celkem	5171740,452	1199	

$$F = \frac{{}_{(1)}S^2}{{}_{(2)}S^2} = 106,572 > F(99\%, 3, 1196) = 8,53$$

$$\text{Mezní difference } GD = t(99\%, 798) \sqrt{\frac{2 \cdot 2699,635}{399}} = 9,49$$

Rozdíly mezi středními hodnotami

$$\left. \begin{array}{l} P_1 - P_1 = 48,1 \\ P_1 - P_3 = 40,6 \\ P_1 - P_4 = 62,6 \end{array} \right\} > 9,49$$

$$\left. \begin{array}{l} P_2 - P_3 = 7,5 < 9,49 \\ P_2 - P_4 = 14,5 \\ P_3 - P_4 = 22 \end{array} \right\} > 9,49$$

Stanovení rozsahu spolehlivosti
pro rozdíly středních hodnot (zákl. soubor)

Příze 1. 4.

$$\begin{array}{rcl} F & = & 1,2913 > F(95\%, 399, 399) = 1,2 \\ t & = & 12,659 > t(99\%, 781) = 2,583 \end{array}$$

$$(\mu_{x_1} - \mu_{x_2})_0 = 71,6 \text{ p}$$

$$(\mu_{x_1} - \mu_{x_2})_{0.05} = 53,6 \text{ p}$$

Příze 2. 4

$$\begin{array}{rcl} F & = & 1,38648 > F(95\%, 399, 399) = 1,2 \\ t & = & 4,06328 > t(99\%, 775) = 2,582 \end{array}$$

$$(\mu_{x_1} - \mu_{x_2})_0 = 32,7 \text{ p}$$

$$(\mu_{x_1} - \mu_{x_2})_{0.05} = 5,3 \text{ p}$$

Příze 3. 4

$$\begin{array}{rcl} F & = & 1,38646 > F(99\%, 399, 399) = 1,2 \\ t & = & 6,17157 > t(99\%, 775) = 2,58 \end{array}$$

$$(\mu_{x_1} - \mu_{x_2})_0 = 31,2 \text{ p}$$

$$(\mu_{x_1} - \mu_{x_2})_{0.05} = 12,8 \text{ p}$$

Statistická analýza pevnosti příze

	příze 6	příze 7	příze 8	příze 9
P	368	392	396	370,5
s	38,7	48,6	61,2	52,8
v	10,45	12,4	15,45	14,27
$s \cdot \frac{t_s}{n}$	3,8	4,79	6,02	5,19
μ_{p_0}	371,8	396,79	402,02	375,09
μ_{p_m}	364,2	387,21	389,98	365,31

Stanovení rozptylové analýzy

$$\bar{P} = 381,6$$

$$\mu_1 S^2 = 93334,67$$

$$\mu_2 S^2 = 2598,23$$

Druh rozptylu	Suma kvadr. rozptylu	Stupeň volnosti	Rozptyl
mezi skupinami	280004	3	93334,67
uvnitř skupin	4146779,07	1196	2598,23
celkem	4396254,07	1199	

$$F = \frac{\mu_1 S^2}{\mu_2 S^2} = 35,92237 > F(99\%; 3,1196) = 8,53$$

$$\text{mezní difference GD} = 9,3$$

Rozdíly mezi středními hodnotami

$$\begin{array}{lcl}
 P_6 - P_7 = 24 & \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} > 9,3 & P_7 - P_8 = 4 < 9,3 \\
 P_6 - P_8 = 28 & & P_7 - P_9 = 21,5 \\
 P_6 - P_9 = 2,5 < 9,3 & & P_8 - P_9 = 25,5 \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} > 9,3
 \end{array}$$

Státní rozsebu spolehlivosti
pro rozdíly středních hodnot (zákl. soubor)

Příze 6.7

$$F = 1,577 > F(95\%, 399, 399) \approx 1,2$$

$$t = 7,726 > t(99\%, 798) \approx 2,583$$

$$(\mu_{\text{p}} - \mu_{\text{q}})_0 = 32 \text{ p}$$

$$(\mu_{\text{p}} - \mu_{\text{q}})_m = 16 \text{ p}$$

Příze 7.9

$$F = 1,18031 < F(95\%, 399, 399) = 1,2$$

$$t = 5,99202 > t(99\%, 798) \approx 2,582$$

$$(\mu_{\text{p}} - \mu_{\text{q}})_0 = 25 \text{ p}$$

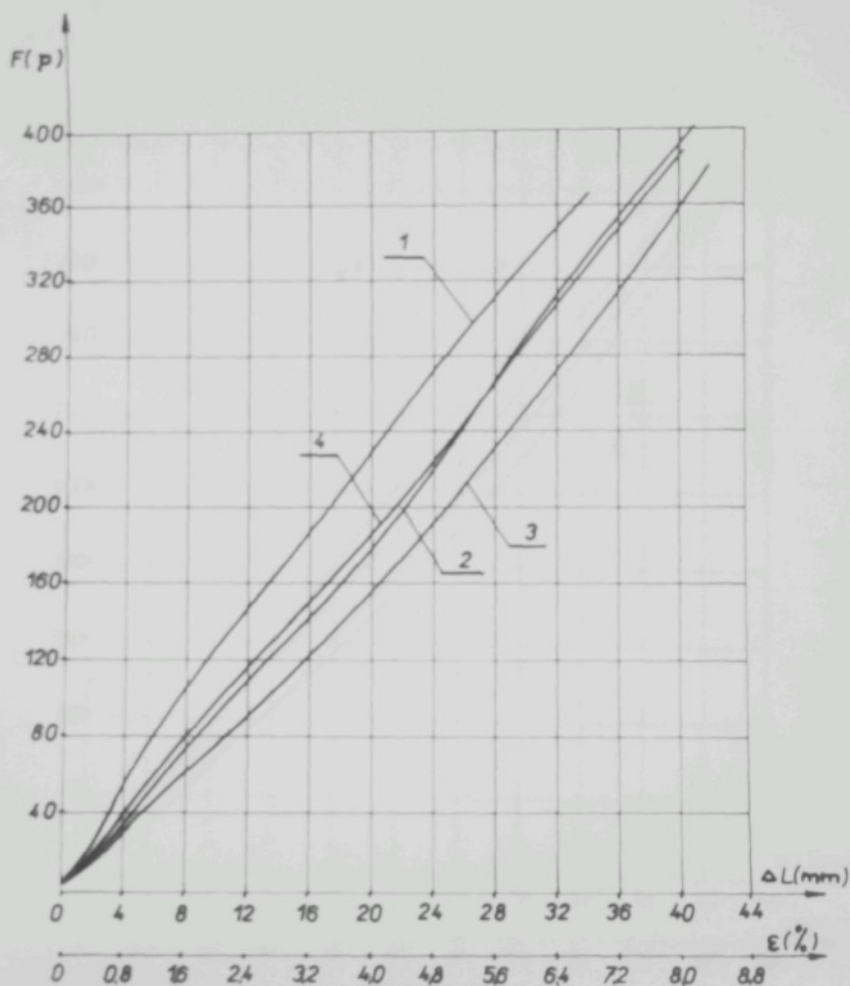
$$(\mu_{\text{p}} - \mu_{\text{q}})_m = 17,912$$

Hodnoty deformační práce A kp/cm, měřené na stolovém
trhacím přístroji. Počet měření 50, upínací délka 500 mm.

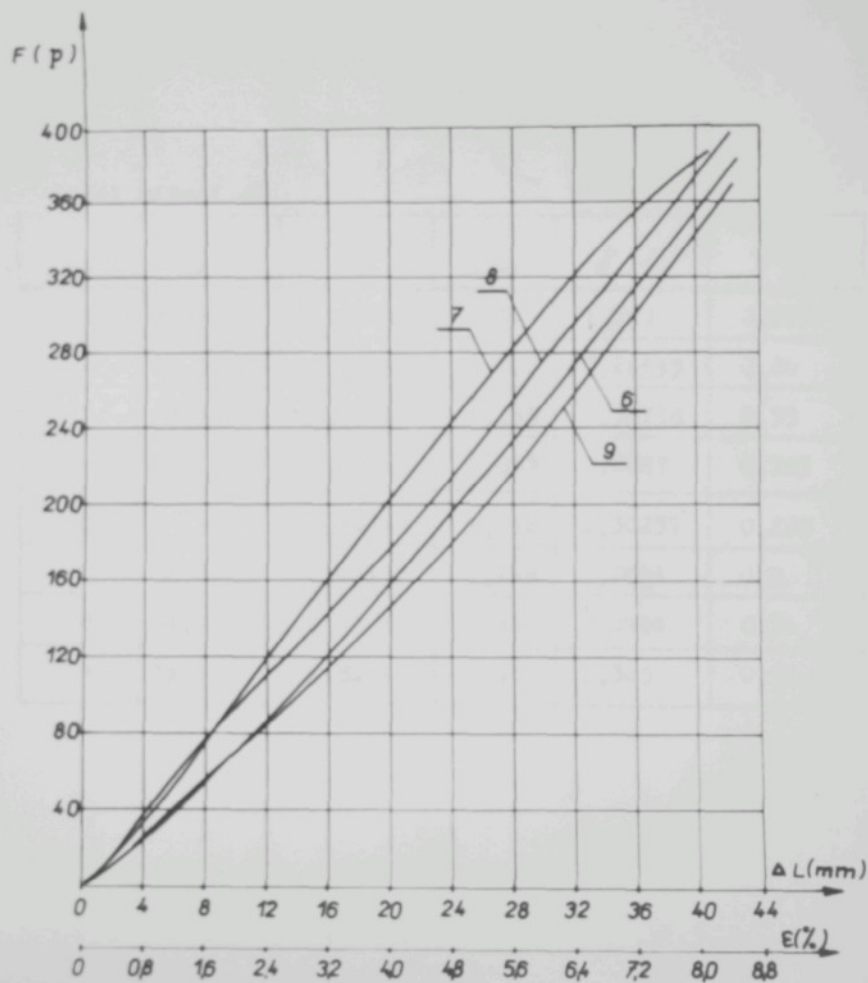
Vzorek č.	1	2	3	4
A	0,5194	0,61035	0,63554	0,62334
s	0,07396	0,06075	0,06753	0,08762
v	14,24	9,95	10,63	13,58
δ	4,04	2,83	3,02	3,86

Vzorek č.	6	7	8	9
A	0,5888	0,58453	0,59399	0,6360
s	0,0774	0,06519	0,06686	0,6488
v	13,15	11,15	11,26	10,20
δ	3,7	3,18	3,2	2,9

Pracovní křivka



Pracovní křivky



Zjištění Čm podle ČSN 80 0702

Počet měření 20

vz.č.	Čm	s	v/%	σ /‰	$-\frac{t-s}{n}$
1	34,945	1,16681	3,34	1,557	0,538
2	33,09685	0,56859	1,718	0,26553	0,20
3	33,58216	0,72286	2,153	0,33758	0,33
4	33,18798	0,61821	1,863	0,2887	0,285
6	33,8688	0,64748	1,912	0,30237	0,298
7	34,06218	0,44198	1,298	0,2004	0,2
8	34,14803	0,73756	2,16	0,3444	0,34
9	33,506	0,82441	2,46	0,385	0,38

Zjištění zákrutu podle ČSN 80 2010

Počet měření 25

vz.č.	z/l/m/	s/l/m/	v/%/	σ /%/	$\frac{t-s}{n}$
1	631,52	51,537	8,16	3,3688	21,54
2	635,28	51,68133	8,14	3,35813	21,6
3	636,56	45,00563	7,07	2,9185	16,61
4	595,12	27,1138	4,556	1,88072	11,33
6	575,52	42,108	7,317	3,02046	17,6
7	611,92	28,68496	4,638	1,93521	11,99
8	665,2	57,93676	8,71	3,59549	24,2
9	698,8	50,37857	7,209	2,97588	21

Index nestejnoměrnosti

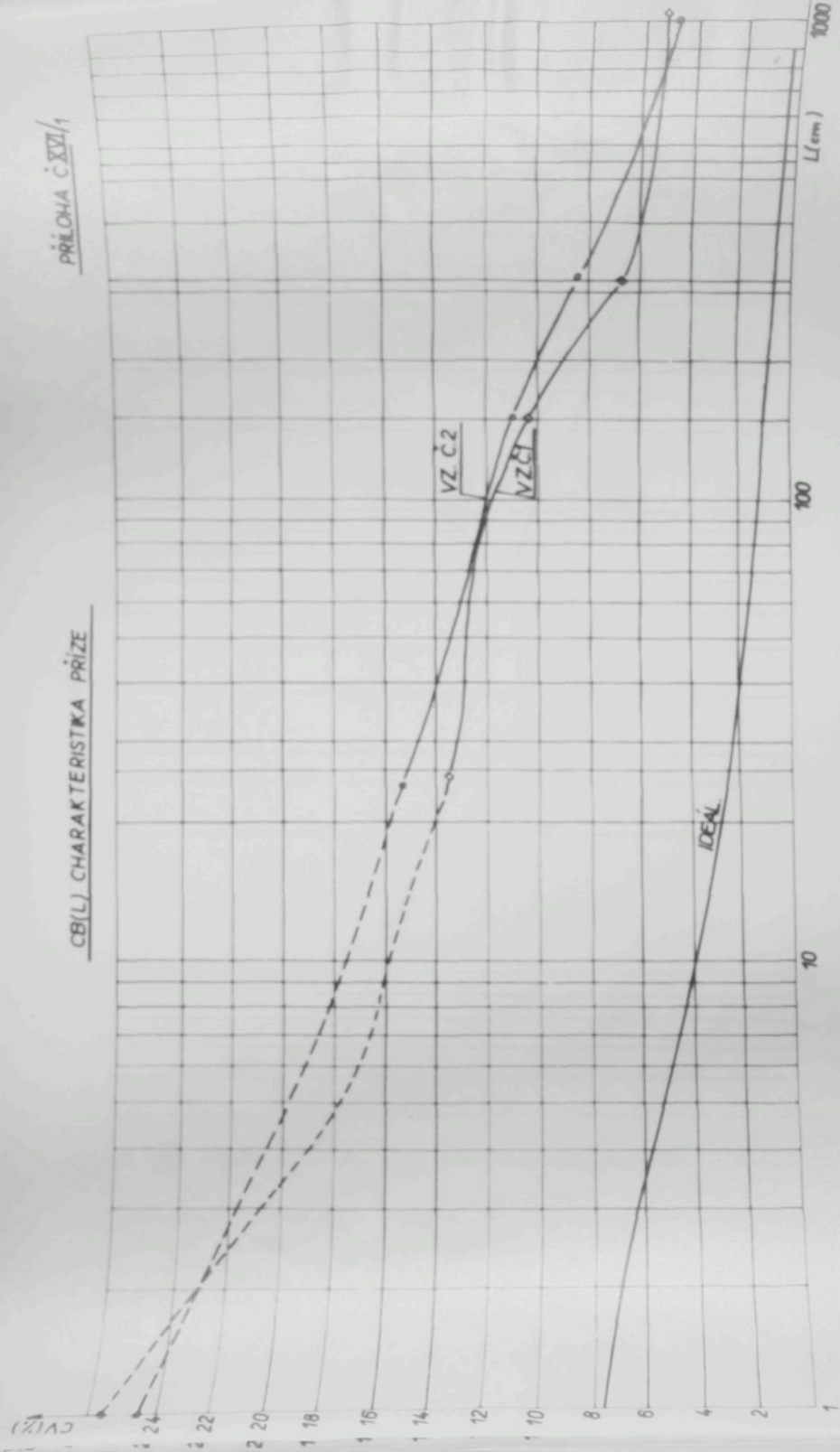
vz.č.	1	2	3	4	5
CV %	26,362	24,937	25,487	20,875	25,96
k	3,2	3,0	3,1	2,5	3,15

vz.č.	6	7	8	9	10
CV %	22,787	21,5	25,8	25,937	26,02
k	2,7	2,6	3,1	3	3,1

USTER - standardní hodnoty
pro přízi čm 34

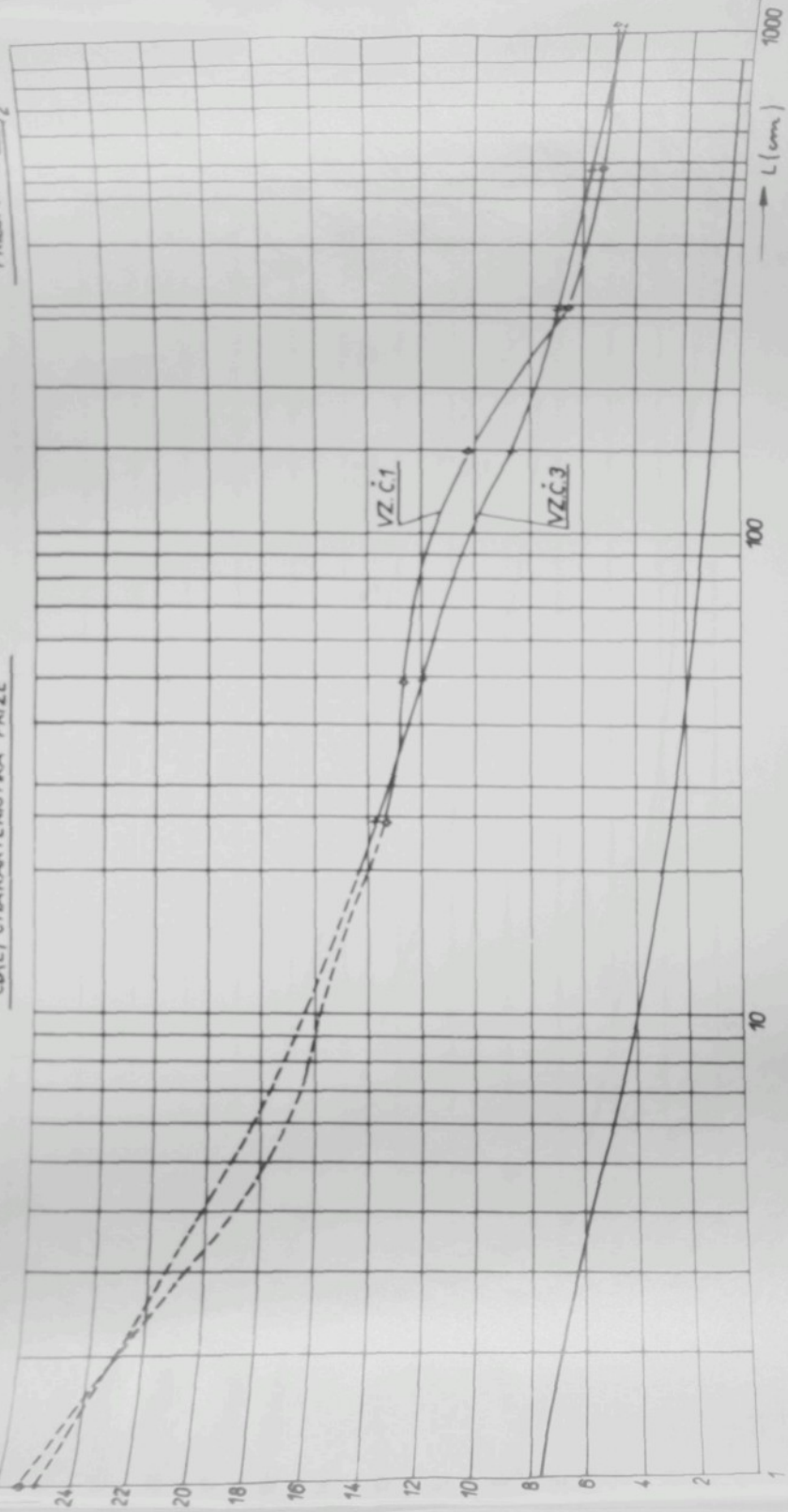
	stejněměrné	střední	nestejněměrné
CV %	16,2	20,6	25
k	2,2	2,8	3,4

CB(L) CHARAKTERISTIKA PŘÍZE



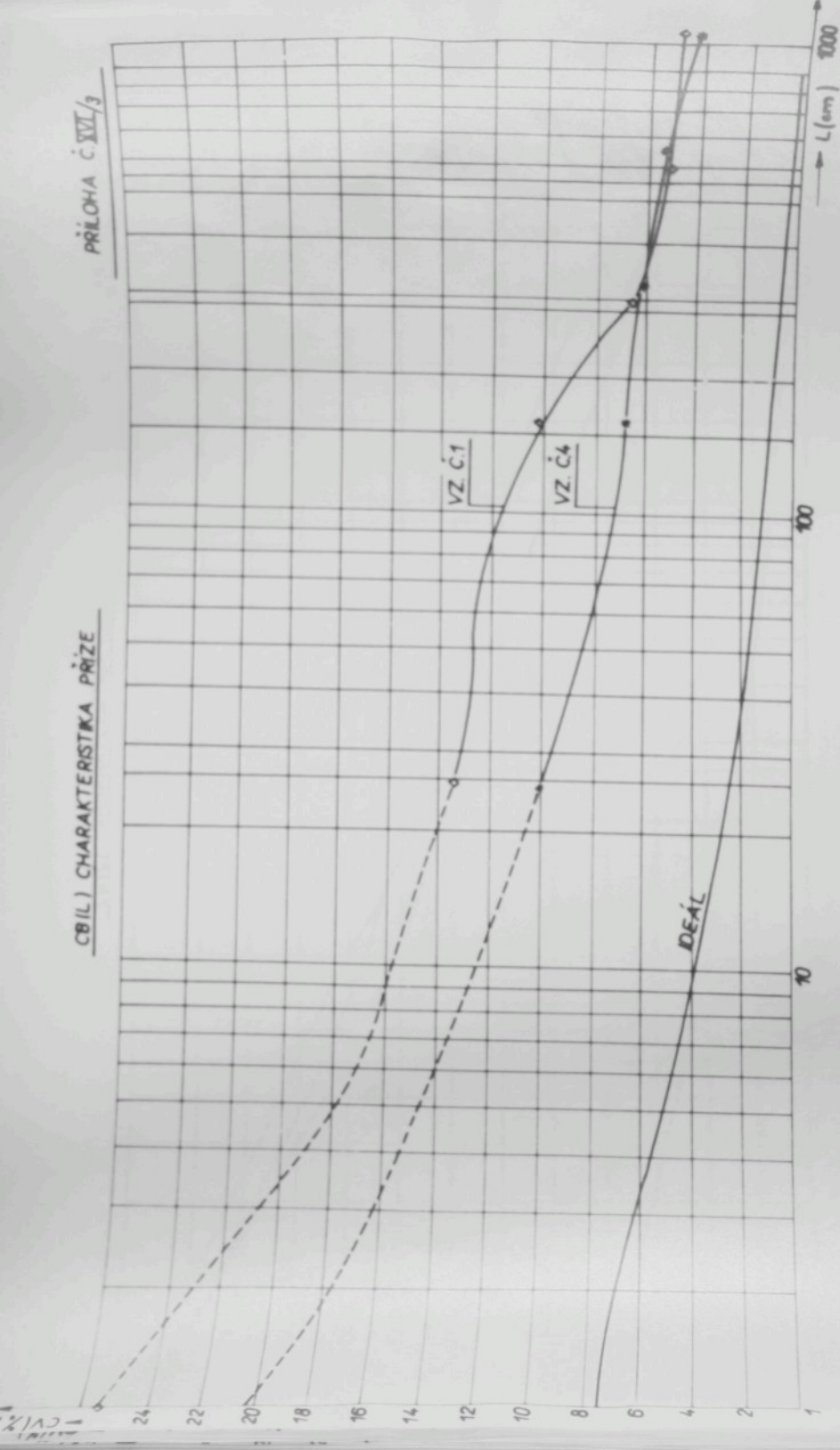
OBIL) CHARAKTERISTIKA PŘÍZE

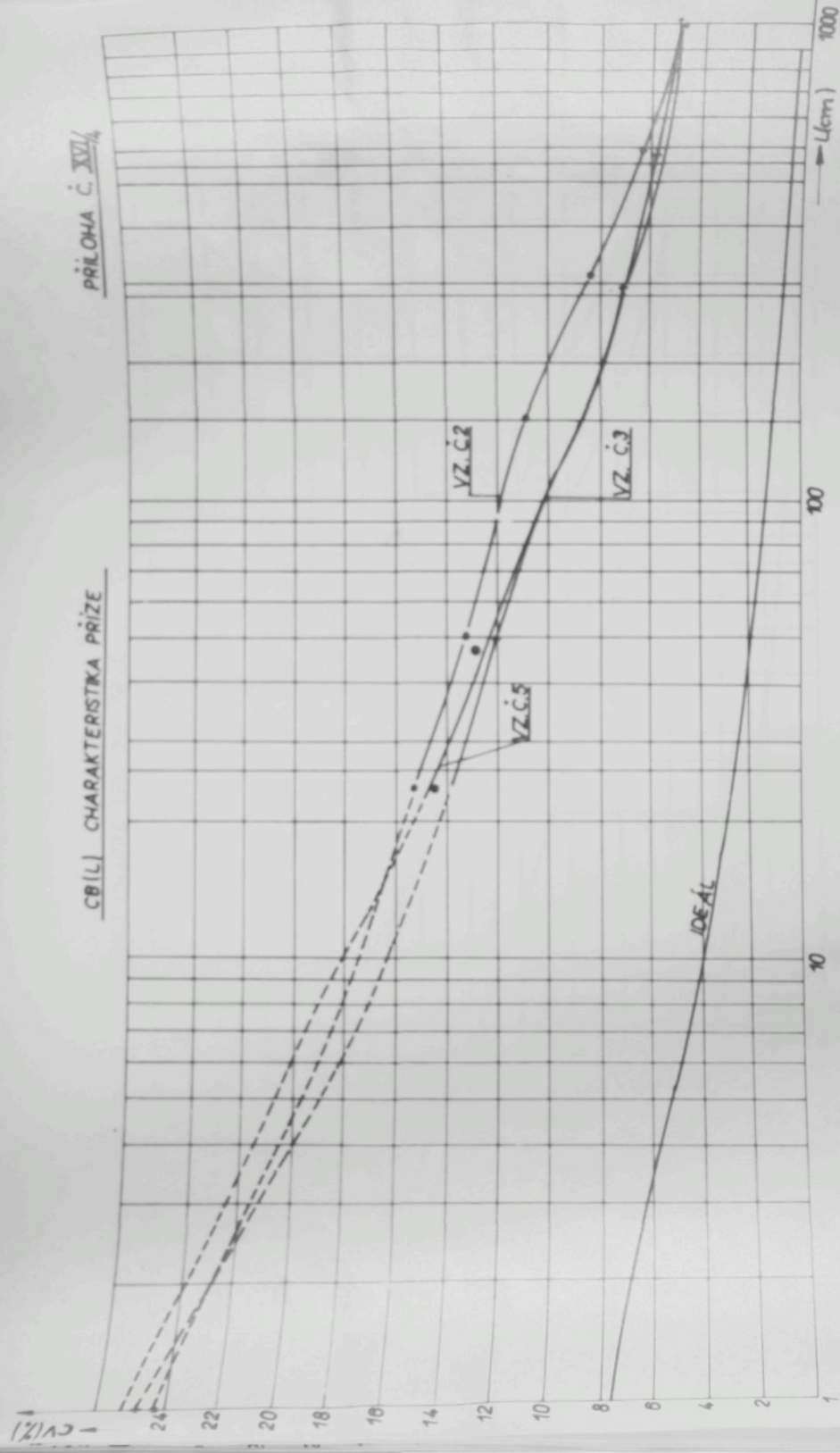
PŘÍLOHA č. XVII/2



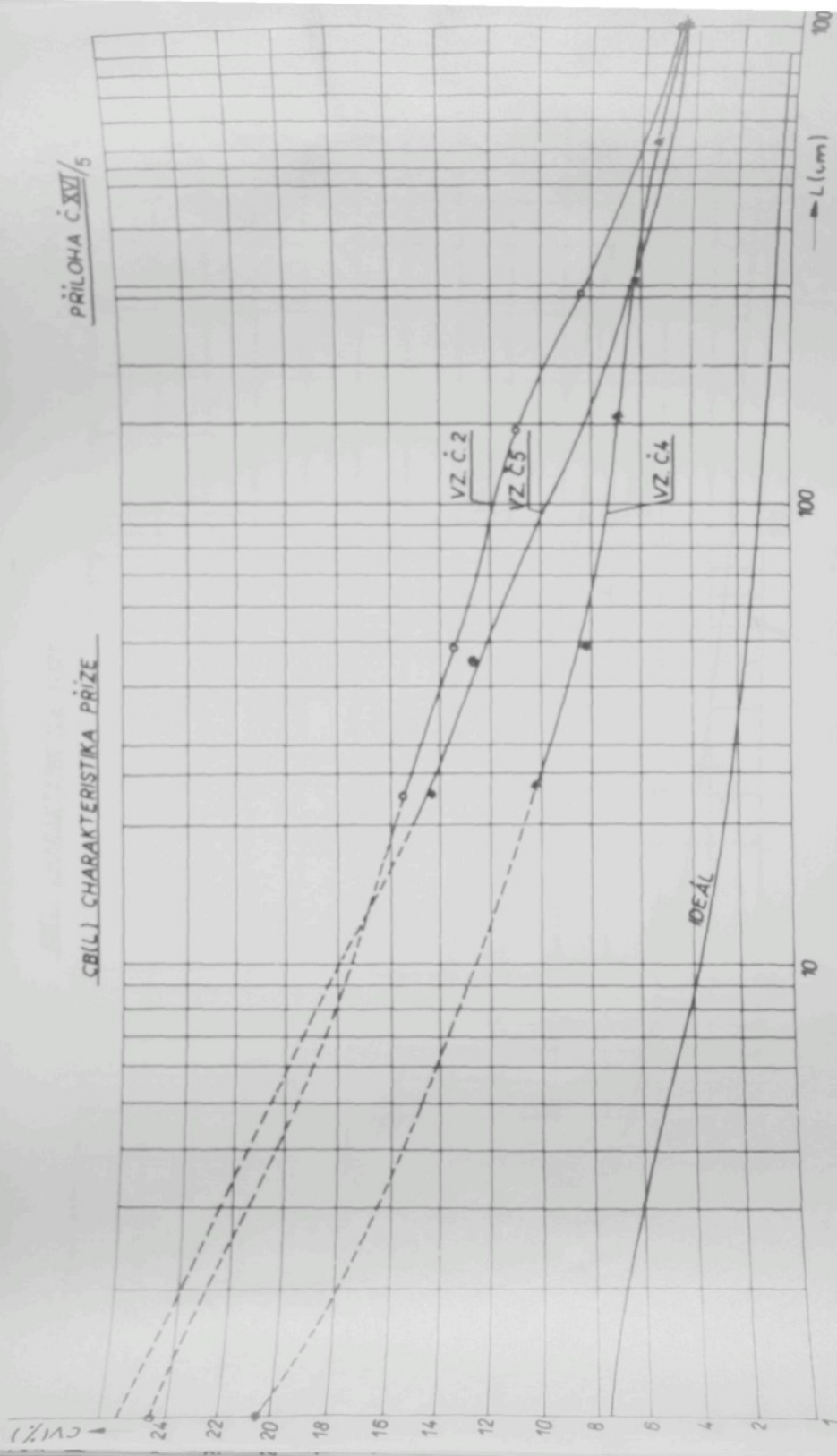
CBIL) CHARAKTERISTIKA PŘÍZE

PŘÍLOHA Č. XVI/3

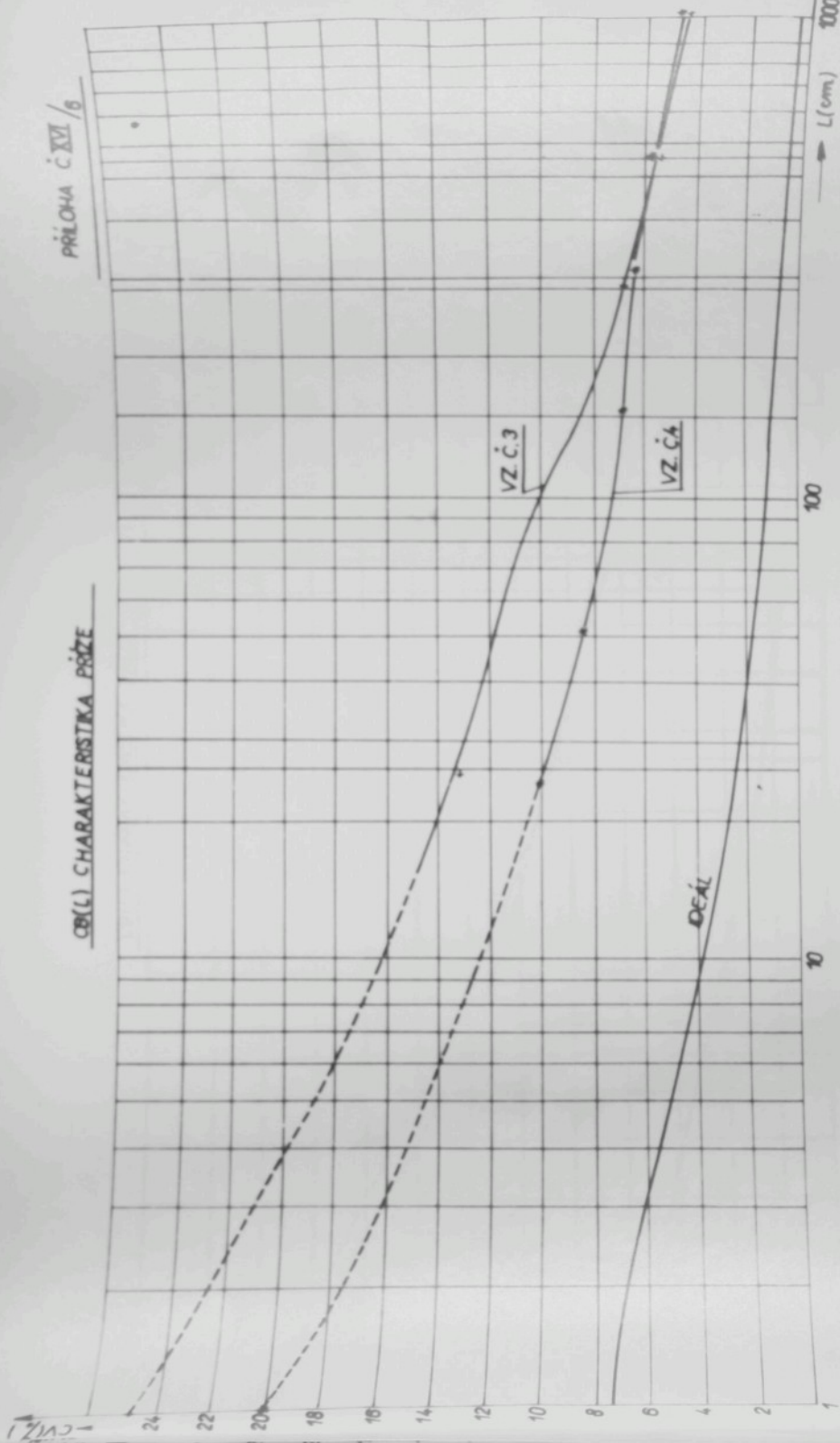




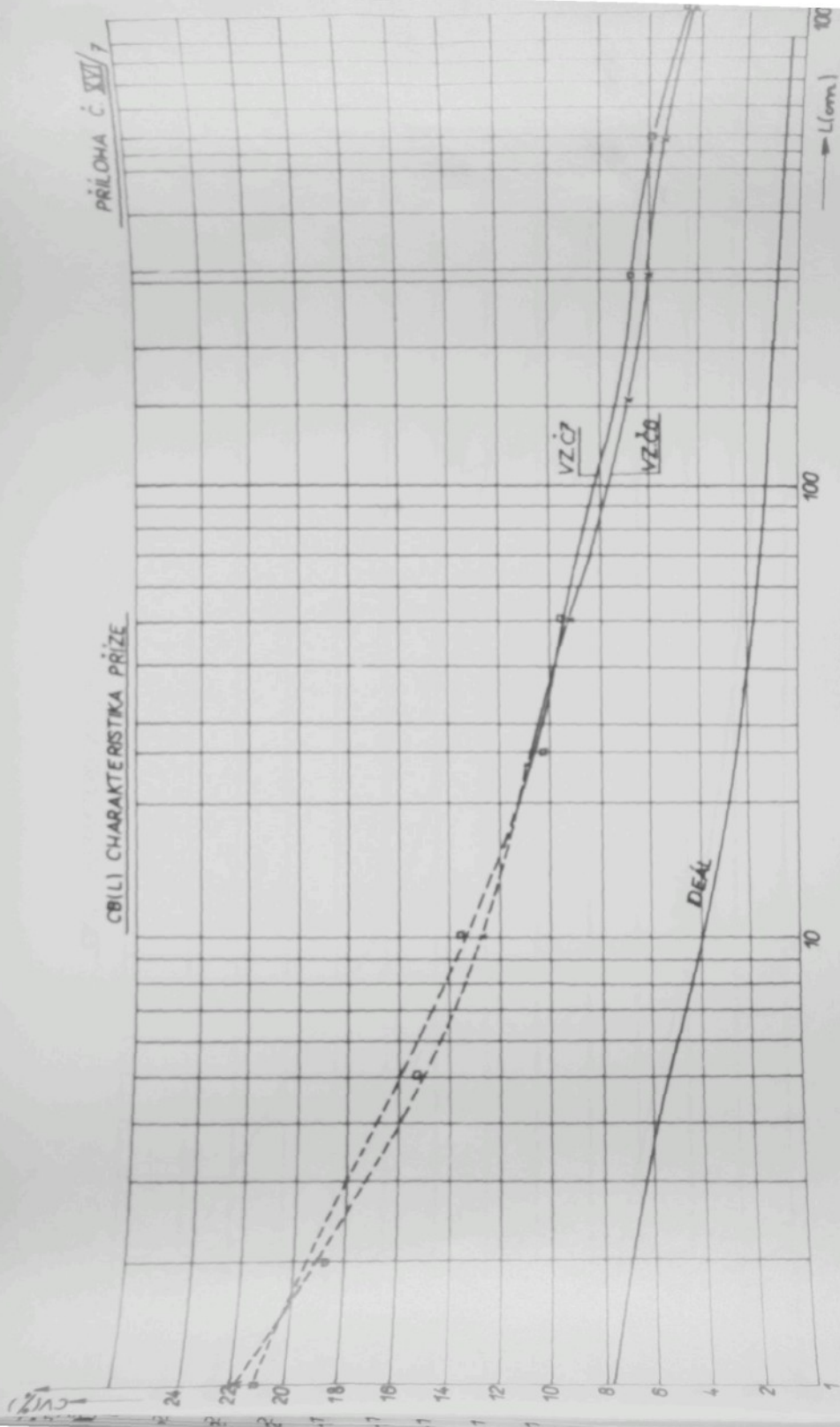
CBILL CHARAKTERISTIKA PRÍZE



OB(L) CHARAKTERISTIKA PRŮŽE

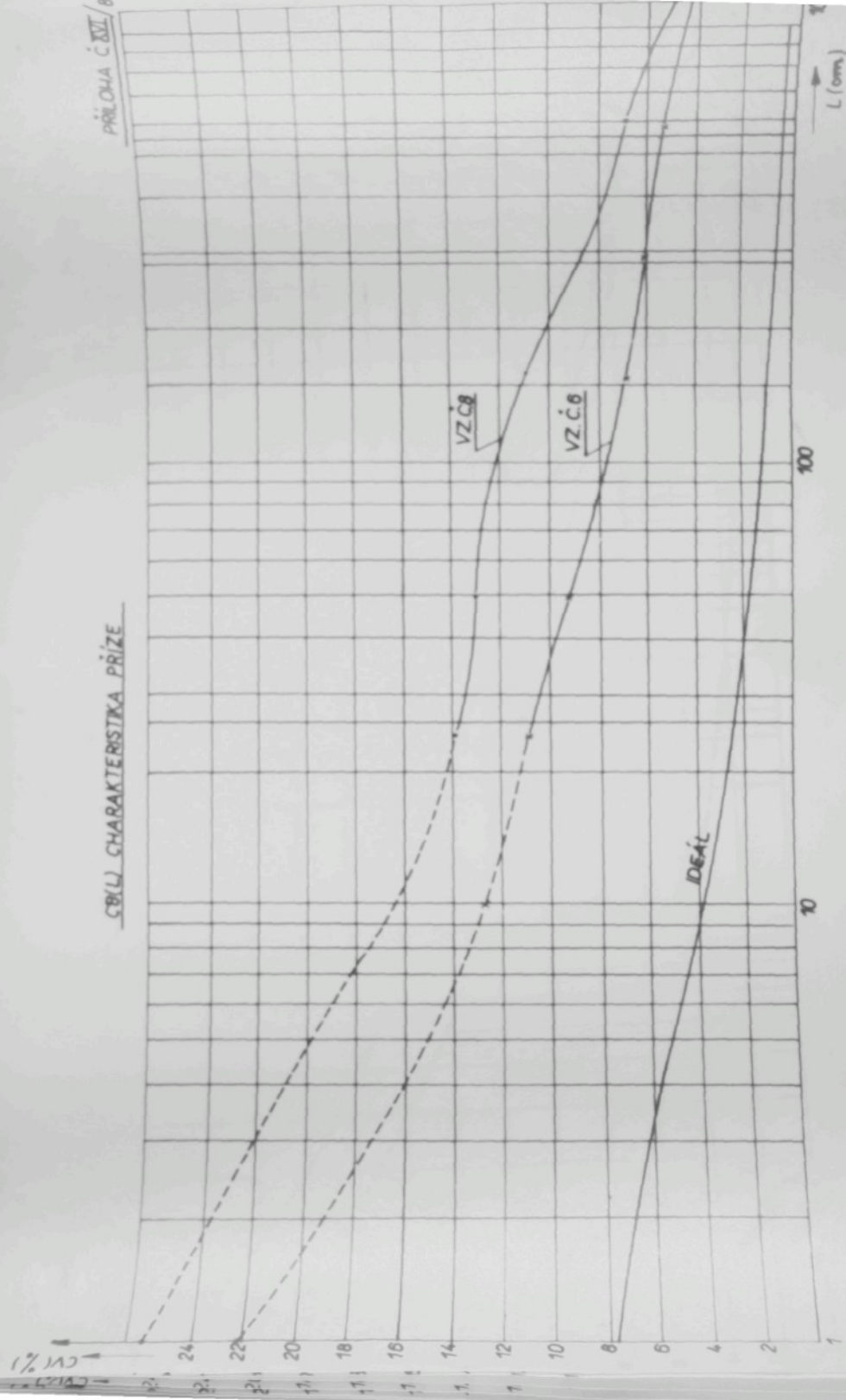


ČB(1) CHARAKTERISTIKA PŘÍZE



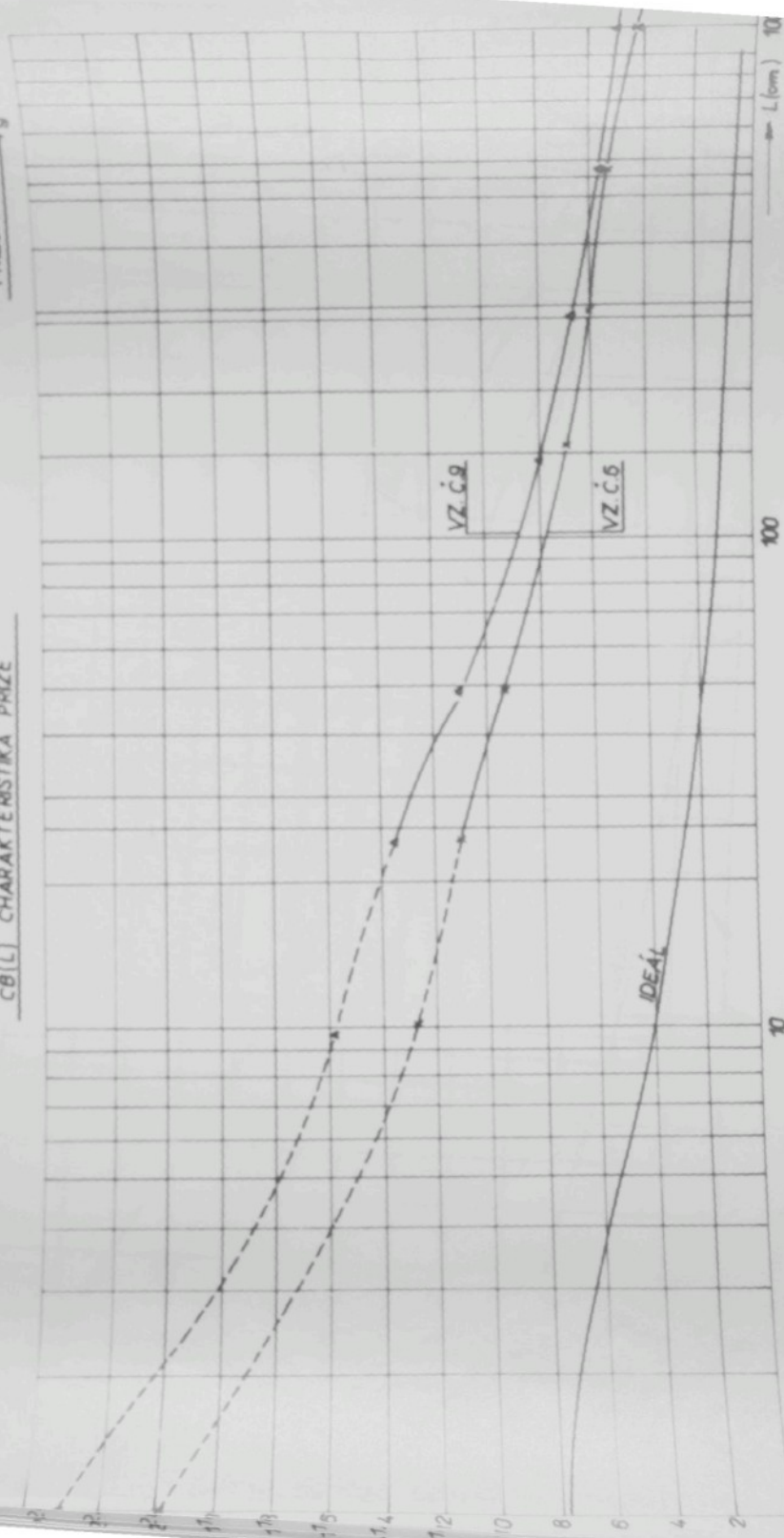
CB(L) CHARAKTERISTIKA PRÍZE

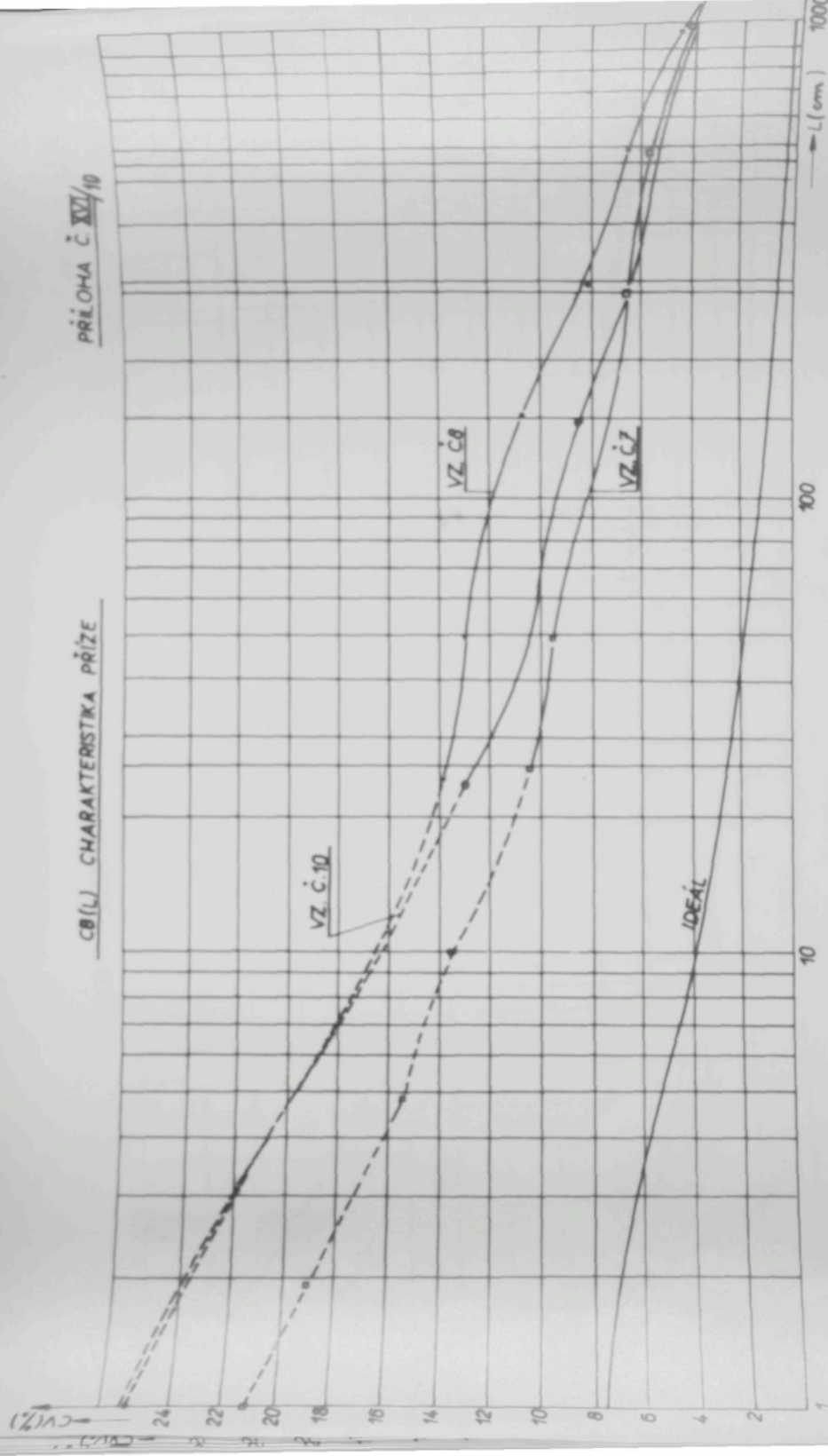
PRILOHA Č. XVII / 8

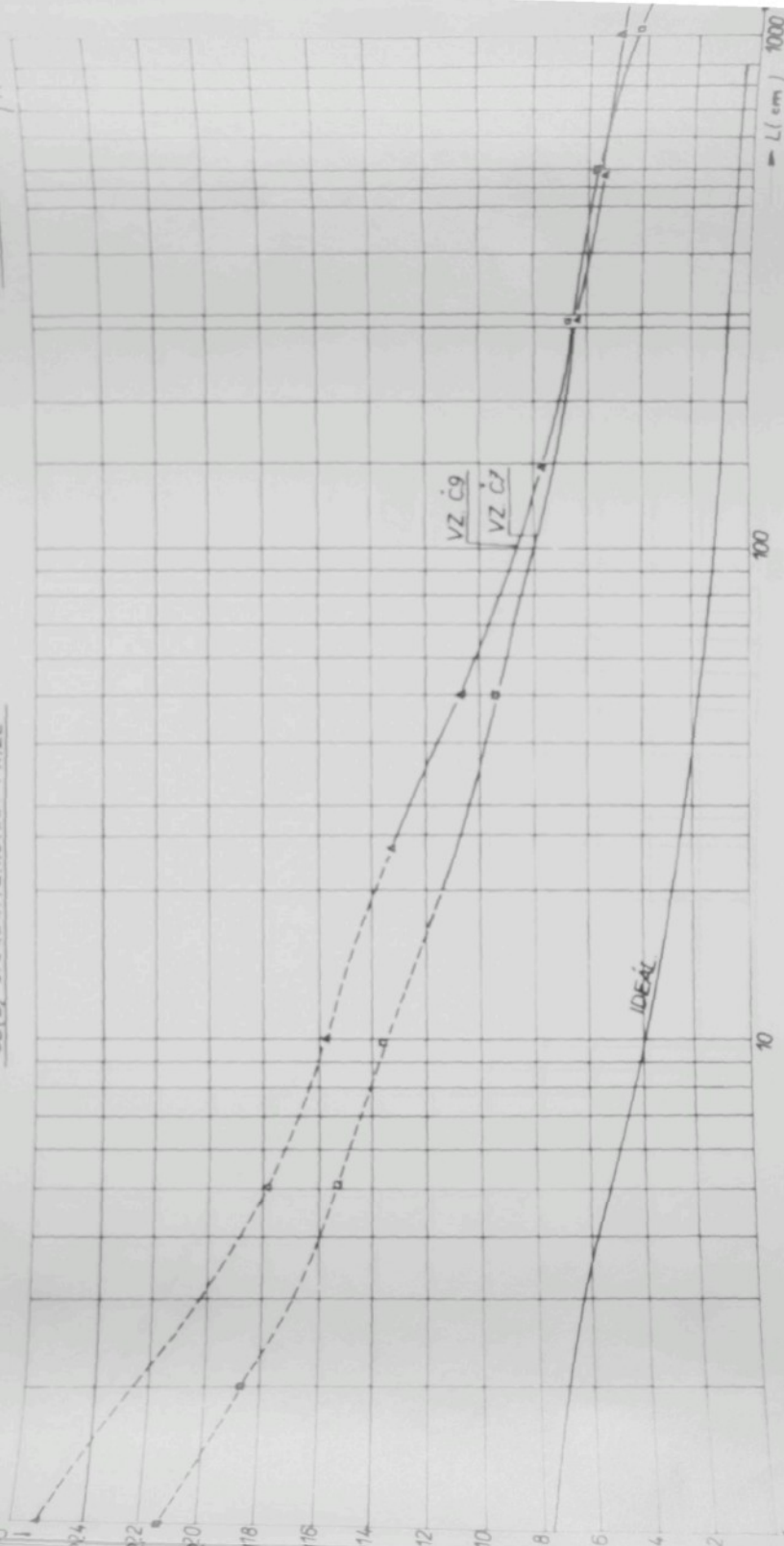


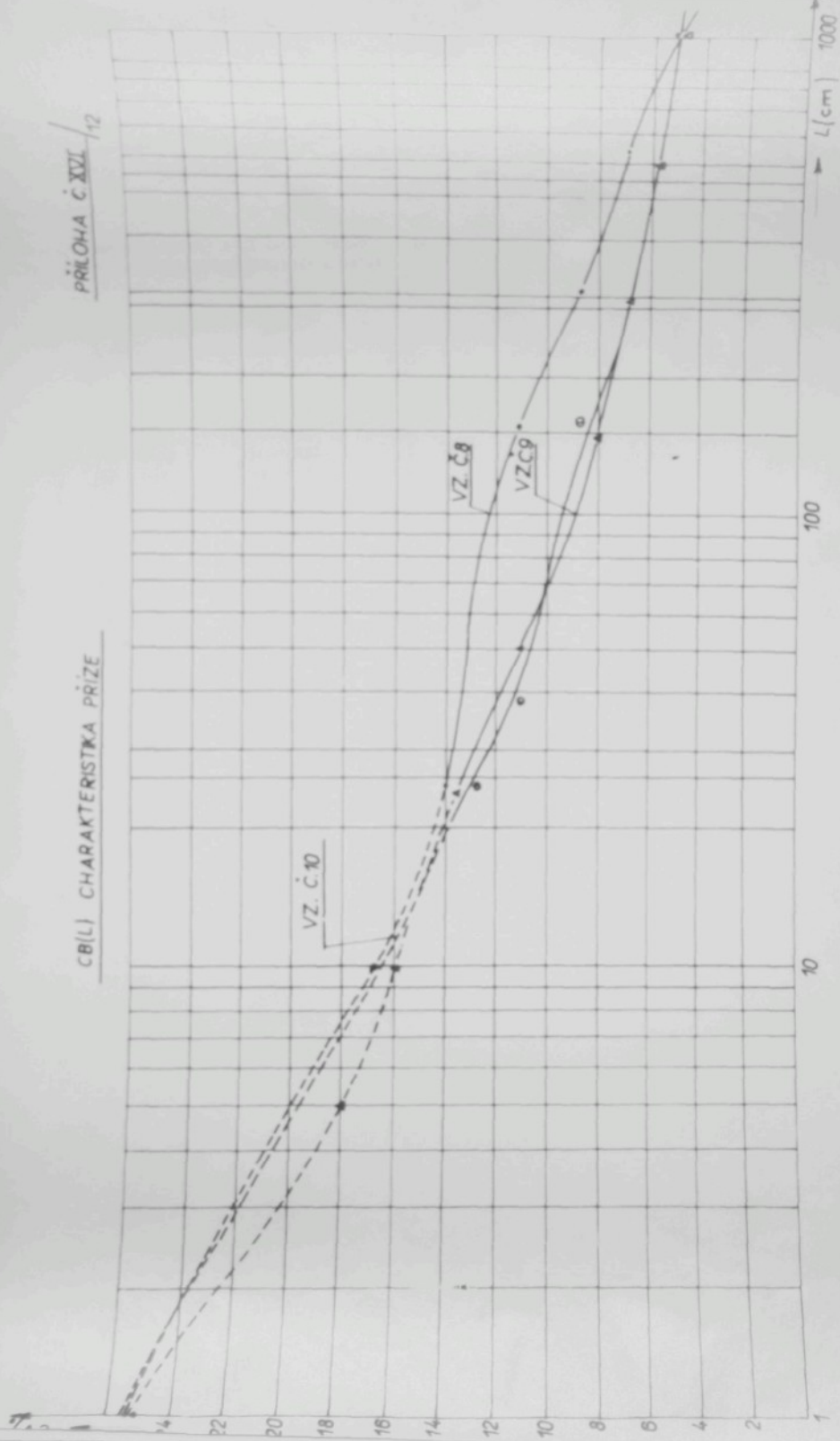
PŘÍLOHA č. XIII/9

CB(L) CHARAKTERISTIKA PŘÍZE









WYPOCET VARIACNI KRYVKY UBERLAGENDE METODOU J
 XX

P.C.	CH(L)XX2/CH(D)XX2	SQRT	LI
0	999559020	999779486	0,0
1	937551862	968375891	4,0
2	907008039	952769695	6,0
3	876432481	936178727	8,0
4	846177930	919852125	10,0
5	816176071	903424608	12,0
6	786667486	886931499	14,0
7	757607253	870403501	16,0
8	729097446	853872033	18,0
9	701193674	837373051	20,0
10	673962506	820952194	22,0
11	647493147	804669591	24,0
12	621881389	788594567	26,0
13	597230204	772806707	28,0
14	573639929	757390207	30,0
15	551190501	742422050	32,0
16	529930403	727963188	34,0
17	509870663	714052783	36,0
18	490988990	700706067	38,0
19	473239864	687924388	40,0
20	399265238	631874385	50,0
21	344206184	586690878	60,0
22	307065595	549604946	70,0
23	268921968	518576869	80,0
24	242232069	492170771	90,0
25	220305889	469367542	100,0
26	115371263	339589846	200,0
27	878029357	279337352	300,0
28	058957712	242801794	400,0
29	047368901	217543979	500,0
30	023891183	154567730	1000,0
31	011997275	109532073	2000,0
32	004811314	069363636	5000,0
33	002407724	049068567	10000,0

JEDNOTLIVÁ VLÁKNA PÁZO OTÍN
 VÝPOČET VARIACE KŘIVKY POMOCÍ INTEGRALU J
 XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

KONSTANTA MATERIÁLU = 21,548540

P.C.	W	CH(L)X12/CH(U)X2	SQRT	LI
1	,006666073	,007179045	,052458477	4,0
2	,014780061	,007158834	,044392777	6,0
3	,023795770	,067092635	,031178197	8,0
4	,035095296	,039675056	,016337850	10,0
5	,049284550	,011405047	,000780745	12,0
6	,066963723	,070967384	,004851619	14,0
7	,088529180	,054672127	,008718671	16,0
8	,114548166	,076773256	,052480649	18,0
9	,145781605	,099249541	,036211422	20,0
10	,183475035	,077366687	,019970688	22,0
11	,229367202	,046187493	,003857883	24,0
12	,084748684	,070874792	,067824358	26,0
13	,049657106	,096390548	,072263264	28,0
14	,025957645	,072988101	,056959775	30,0
15	,011663457	,050699168	,042091380	32,0
16	,004492552	,029573395	,027717939	34,0
17	,001467439	,009624415	,013879832	36,0
18	,000326943	,000633720	,000595262	38,0
19	,000000000	,073159497	,087865900	40,0
20	,000000000	,094040677	,031984713	50,0
21	,000000000	,044435608	,086886367	60,0
22	,000000000	,002331569	,048846860	70,0
23	,000000000	,068200184	,018845051	80,0
24	,000000000	,042510822	,092453879	90,0
25	,000000000	,020579418	,069658830	100,0
26	,000000000	,015508979	,039866119	200,0
27	,000000000	,078165824	,079581516	300,0
28	,000000000	,059059308	,043021208	400,0
29	,000000000	,047456217	,017844477	500,0
30	,000000000	,023936879	,054715478	1000,0
31	,000000000	,012020632	,009638543	2000,0
32	,000000000	,004820779	,069431831	5000,0
33	,000000000	,002412477	,049116976	10000,0

WPOCET VARIACNI KRIVKY UBERLAGENDE METODOU T
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

P.C.	CB(L)XX2/CB(0)XX2	SWHT	LI
0	,999927310	,999463513	0,0
1	,937382975	,968185403	4,0
2	,906985709	,952357971	6,0
3	,876845519	,936398163	8,0
4	,847029363	,920341998	10,0
5	,817619536	,904219742	12,0
6	,788630178	,888053590	14,0
7	,760154455	,871868371	16,0
8	,732194668	,855683743	18,0
9	,704802796	,839525341	20,0
10	,678027856	,823424467	22,0
11	,651931497	,807427748	24,0
12	,626595988	,791578164	26,0
13	,602127820	,775968956	28,0
14	,578639513	,760683584	30,0
15	,556277299	,745806476	32,0
16	,534957697	,731408023	34,0
17	,514857494	,717535710	36,0
18	,495915332	,704212564	38,0
19	,478092661	,691442450	40,0
20	,461367232	,6791352125	50,0
21	,348170378	,590059641	60,0
22	,305642023	,552849009	70,0
23	,272168511	,521697720	80,0
24	,245198893	,495175620	90,0
25	,223034358	,472265136	100,0
26	,116816729	,341784623	200,0
27	,079055496	,261168094	300,0
28	,050733252	,244403868	400,0
29	,047998584	,219085788	500,0
30	,024211274	,155599722	1000,0
31	,017158632	,110266187	2000,0
32	,004876172	,069829592	5000,0
33	,002440706	,049398439	10000,0

JEDNOTLIVÁ VLAKNA PŘI TAVĚ
VÝPOČET VARIACNÍ KŘIVKY POMOCÍ INTEGRALU T
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

KONSTANTA MATERIÁLU = 21,6021496

P.C.	WF	CH(L)X2/CH(R)X2	SQRT	LI
1	,998027316	,907409653	,952580520	4,0
2	,815891987	,892275893	,944603565	6,0
3	,776519694	,867853194	,931586387	8,0
4	,639715799	,840869104	,916989153	10,0
5	,555865469	,813089117	,901714542	12,0
6	,475361520	,785167697	,886096898	14,0
7	,398468446	,757407947	,870291873	16,0
8	,325455750	,729878352	,854387706	18,0
9	,257083730	,702992191	,838446295	20,0
10	,194017150	,676541301	,822521308	22,0
11	,137482443	,650715237	,806669226	24,0
12	,089453685	,625614687	,790958082	26,0
13	,052393512	,601353603	,775469923	28,0
14	,026430719	,578046473	,760293677	30,0
15	,011398009	,555790603	,745513650	32,0
16	,007948991	,534652456	,731199327	34,0
17	,001155292	,514660432	,717398378	36,0
18	,000249123	,495806720	,704135441	38,0
19	,000000000	,478056496	,691416296	40,0
20	,000000000	,4603847125	,6791489675	50,0
21	,000000000	,348429232	,590278944	60,0
22	,000000000	,305933198	,553112283	70,0
23	,000000000	,272468763	,521985405	80,0
24	,000000000	,245497223	,495475764	90,0
25	,000000000	,223325493	,472573268	100,0
26	,000000000	,117013227	,342071965	200,0
27	,000000000	,079197817	,281421065	300,0
28	,000000000	,059844236	,244630816	400,0
29	,000000000	,048089408	,219292971	500,0
30	,000000000	,024258723	,155752119	1000,0
31	,000000000	,012182866	,110376021	2000,0
32	,000000000	,004885988	,069899841	5000,0
33	,000000000	,002445134	,049448297	10000,0

KONSTANTA MATERIÁLU - 22,0658677
 VÝPOČET VARIÁCNÍ KŘIVKY POMOCÍ INTEGRÁLU

T
 1

P.C.	HF	CH(1)XX2/CH(0)XX2	SQRT	L1
1	,9990135	,9093700	,9536089	4,000000
2	,8187765	,8942799	,9457959	6,000000
3	,7318921	,8705679	,9330423	8,000000
4	,6465453	,8440804	,9187385	10,000000
5	,5647788	,8168023	,9037712	12,000000
6	,4848974	,7893710	,8884655	14,000000
7	,4088274	,7620777	,8729706	16,000000
8	,3364561	,7350840	,8573704	18,000000
9	,2683413	,7084970	,8417226	20,000000
10	,2048755	,6824005	,8260753	22,000000
11	,1474446	,6568745	,8104779	24,000000
12	,0975577	,6320107	,7949910	26,000000
13	,0567547	,6079184	,7796912	28,000000
14	,0305744	,5847141	,7646660	30,000000
15	,0135733	,5625023	,7500016	32,000000
16	,0049799	,5413597	,7357715	34,000000
17	,0014473	,5213252	,7220285	36,000000
18	,0003166	,5024012	,7088027	38,000000
19	,0000000	,4845611	,6961843	40,000000
20	,0000000	,467801	,68401407	50,000000
21	,0000000	,4537785	,67497928	60,000000
22	,0000000	,4410763	,6674642	70,000000
23	,0000000	,4286605	,661754	80,000000
24	,0000000	,4165136	,65695133	90,000000
25	,0000000	,40470212	,6526674	100,0000
26	,0000000	,3930434	,6480267	200,0000
27	,0000000	,3805918	,6438869	300,0000
28	,0000000	,3680949	,6407892	400,0000
29	,0000000	,35689452	,6377357	500,0000
30	,0000000	,3466939	,63471430	1000,000
31	,0000000	,3374023	,63173656	2000,000
32	,0000000	,3289742	,62875780	5000,000
33	,0000000	,3214893	,6258930	10000,00

VÝHODNOCENÍ ÚDAJŮ NAMĚŘENÝCH NA FIBROGRAPHU

T₁

VSTUPNÍ HODNOTY		PŘEPČET DLE MERITKA 1,18838846		APROXIMOVANÁ KŘIVKA		VARIACNÍ KŘIVKA		REL. DIF.
L*	WF*	L**	WF**	LI	WF	CR(L)X2/CR(0)X2	SQRT	
1,810000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000			
4,838700	95,00000	1,810000	8414757	4,000000	8337047	9168523	9575241	-0,0041056
5,880400	80,00000	4,838700	7994019	6,000000	7519720	9030730	9503015	-0,0047638
6,819900	65,00000	5,880400	7573281	8,000000	6674934	8806547	9384321	-0,0057766
7,866700	50,00000	6,819900	7157543	10,00000	5661712	8551844	9247672	-0,0065620
8,724900	35,00000	7,866700	6731805	12,00000	4704503	8278996	9098899	-0,0067702
9,550400	20,00000	8,724900	6311067	14,00000	3760791	7993977	8940905	-0,0063311
10,09650	5,000000	9,550400	5890330	16,00000	2875891	7701827	8776005	-0,0053036
11,27760	0,000000	10,09650	5461264	18,00000	2057485	7406345	8606012	-0,0037683
13,04790	0,000000	11,27760	5048854	20,00000	1400662	7111067	8432715	-0,0018401
14,84630	0,000000	13,04790	4207378	22,00000	0884274	6819596	8258084	0,0003231
16,82750	0,000000	14,84630	3365901	24,00000	0531287	6535317	8084130	0,0025477
17,86990	0,000000	16,82750	2524427	26,00000	0271735	6261002	7912650	0,0046869
19,06270	0,000000	17,86990	2103689	28,00000	0131125	5998654	7745097	0,0066455
20,45970	0,000000	19,06270	1682951	30,00000	0059447	5749598	7582610	0,0083761
22,17470	0,000000	20,45970	1262213	32,00000	0028600	5514540	7425995	0,0098694
24,65070	0,000000	22,17470	0841476	34,00000	0009936	5293593	7275708	0,0111457
26,17470	0,000000	24,65070	0420738	36,00000	0000000	5086415	7131911	0,0122397
27,70340	0,000000	26,17470	0257442	38,00000	0000000	4892393	6994564	0,0131859
29,00680	0,000000	27,70340	0168295	40,00000	0000000	4710773	6863507	0,0140116
30,48000	0,000000	29,00680	0084148	42,00000	0000000	3960137	6292952	0,0169408
31,45790	0,000000	30,48000	0050489	44,00000	0000000	3406513	5836534	0,0187283
34,16300	0,000000	31,45790	0033659	46,00000	0000000	2985010	5463525	0,0199326
0,000000	0,000000	34,16300	0008415	48,00000	0000000	2654634	5152314	0,0207992
		0,000000	0000000	50,00000	0000000	2388730	4887975	0,0214526
				52,00000	0000000	2171587	4660029	0,0219629
				54,00000	0000000	1933673	4367006	0,0241317
				56,00000	0000000	1768432	4088115	0,0248115
				58,00000	0000000	1588306	3805839	0,0251439
				60,00000	0000000	1464360	3556294	0,0253410
				62,00000	0000000	1334395	3309997	0,0257299
				64,00000	0000000	117676	3084788	0,0259219
				66,00000	0000000	0047185	2868917	0,0260362
				68,00000	0000000	0023612	2685971	0,0260742

KONSTANTA MATERIÁLU = 71,4379999

VÝPOČET VARIÁČNÍ KŘIVKY POMOCÍ INTEGRÁLU T_2

P.C.	WF	CH(L)XK2/CH(O)XK7	SQRT	L1
1	,9984140	,9067077	,9522120	4,000000
2	,8150014	,8915840	,9442373	5,000000
3	,7261871	,8672276	,9312506	6,000000
4	,6405448	,8403918	,9167289	7,000000
5	,5582610	,8178388	,9015758	8,000000
6	,4794791	,7857121	,8861770	9,000000
7	,4044687	,7578045	,8705197	10,000000
8	,3334766	,7307709	,8548514	11,000000
9	,2663961	,7047035	,8391684	12,000000
10	,2037037	,6781686	,8235099	13,000000
11	,1464689	,6527303	,8078173	14,000000
12	,0967907	,6279694	,7924452	15,000000
13	,0577479	,6039884	,7771669	16,000000
14	,0301801	,5808988	,7621677	17,000000
15	,0131076	,5588018	,7475305	18,000000
16	,0046646	,5377722	,7333796	19,000000
17	,0013061	,5178483	,7196168	20,000000
18	,0007337	,4990316	,7064217	21,000000
19	,0000000	,4812951	,6937544	22,000000
20	,0000000	,4669707	,6819422	23,000000
21	,0000000	,4513274	,6727288	24,000000
22	,0000000	,4385984	,6655163	25,000000
23	,0000000	,4249186	,6592328	26,000000
24	,0000000	,4177579	,6537528	27,000000
25	,0000000	,41254197	,6478833	28,000000
26	,0000000	,41181931	,6437923	29,000000
27	,0000000	,4000140	,638674	30,000000
28	,0000000	,4004674	,6359013	31,000000
29	,0000000	,4085933	,6304389	32,000000
30	,0000000	,4045160	,6265758	33,000000
31	,0000000	,40123128	,62109637	34,000000
32	,0000000	,40049383	,6202730	35,000000
33	,0000000	,40074713	,6197176	36,000000

VÝHODNOCENÍ ÚDAJŮ NAMĚŘENÝCH NA FIBROGRAFW T₂

VSTUPNÍ HODNOTY		PŘEPČET DLE MERITKA		APROXIMOVANÁ KŘIVKA		VARIACNÍ KŘIVKA		REL. DIF.	
L1*	HF*	L1**	HF**	L1	HF	CH(L)XX2/CH(0)XX2	SQRT		
		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000				
1,810000	1,000000	3,810000	844887	4,000000	8387130	9183565	9588308	-0,0069510	
5,118100	9500000	5,118100	8076067	6,000000	7691919	9065338	9521207	-0,0083490	
6,733000	9000000	6,733000	7603639	8,000000	6807547	8855693	9410469	-0,0105196	
7,213600	8500000	7,213600	7181214	10,000000	5750837	8617922	9280583	-0,0123585	
8,102600	8000000	8,102600	6758789	12,000000	4747405	8346689	9136027	-0,0133393	
8,802700	7500000	8,802700	6336365	14,000000	3741001	8063814	8979674	-0,0133903	
9,702800	7000000	9,702800	5913941	16,000000	2815158	7770199	8814873	-0,0155990	
10,210800	6670000	10,210800	5635141	18,000000	2001699	7470928	8643453	-0,0111059	
11,366500	6000000	11,366500	5069092	20,000000	1360678	7170871	8468100	-0,0091067	
13,004800	5000000	13,004800	4274243	22,000000	0853349	6874523	8291275	-0,0048214	
14,744700	4000000	14,744700	3378395	24,000000	0517969	6585696	8115230	-0,0044630	
16,674300	3000000	16,674300	2534546	26,000000	0269474	6307352	7941884	-0,0021997	
17,691100	2500000	17,691100	2112127	28,000000	0129807	6041521	7772772	-0,0013555	
18,877900	2000000	18,877900	1688697	30,000000	0056510	5789451	7608844	0,016831	
20,320000	1500000	20,320000	1267273	32,000000	0028965	5551761	7451014	0,032495	
22,034500	1000000	22,034500	0844849	34,000000	0017561	5328516	7299668	0,045856	
24,574500	0500000	24,574500	0472424	36,000000	0000000	5119331	7154950	0,057277	
26,148300	0300000	26,148300	0253455	38,000000	0000000	4923531	7016787	0,067140	
27,583800	0250000	27,583800	0211217	40,000000	0000000	4740314	6884994	0,075747	
28,728800	0200000	28,728800	0168970	50,000000	0000000	3983650	6311616	0,106288	
28,897500	0100000	28,897500	0084485	60,000000	0000000	3426041	5853239	0,124929	
29,400500	0080000	29,400500	0067588	70,000000	0000000	3001708	5478785	0,137491	
30,314900	0060000	30,314900	0050691	80,000000	0000000	2669218	5166447	0,146531	
31,153100	0040000	31,153100	0033794	90,000000	0000000	2402175	4901199	0,153349	
35,588100	0010000	35,588100	0008448	100,0000	0000000	2183274	4672498	0,158673	
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	200,0000	0000000	1139467	3375591	0,181306	
				300,0000	0000000	0770274	2775382	0,188401	
				400,0000	0000000	0581693	2411832	0,191871	
				500,0000	0000000	0467269	2161640	0,193928	
				1000,000	0000000	0235548	1534758	0,197988	
				2000,000	0000000	0118253	1087440	0,199991	
				5000,000	0000000	0047416	0688592	0,201185	
				10000,00	0000000	0023727	0487105	0,201582	

KONSTANTA MATERIALU - 21,0551723

VÝPOČET VARIACNÍ KŘIVKY POMOCI INTEGRALU

T₃

P.C.	HF	CR(L)XX2/CR(0)XX2	SQRT	L1
1	9989706	9050115	9513209	4,000000
2	8110524	8894738	9431192	6,000000
3	7182925	8644059	9297343	8,000000
4	6303870	8367274	9147280	10,000000
5	5448505	8087624	8990341	12,000000
6	4630574	7796886	8829998	14,000000
7	3851013	7513197	8667870	16,000000
8	3115905	7233352	8504911	18,000000
9	2436480	6958610	8341828	20,000000
10	1816481	6689992	8179237	22,000000
11	1267606	6428455	8017764	24,000000
12	8009040	6175039	7858141	26,000000
13	0465584	5930889	7701227	28,000000
14	0237237	5697097	7547911	30,000000
15	0089200	5474506	7398991	32,000000
16	0033223	5263626	7255085	34,000000
17	0009359	5064595	7116597	36,000000
18	0001404	4877219	6983709	38,000000
19	0000000	4701060	6856427	40,000000
20	0000000	3966660	6798143	50,000000
21	0000000	3418891	5847983	60,000000
22	0000000	3001339	5478448	70,000000
23	0000000	2672112	5169246	80,000000
24	0000000	2406972	4906090	90,000000
25	0000000	2189143	4678828	100,0000
26	0000000	1946025	3385299	200,0000
27	0000000	0775451	2784691	300,0000
28	0000000	0585876	2420487	400,0000
29	0000000	0470759	2169697	500,0000
30	0000000	0237437	1540901	1000,000
31	0000000	0119233	1091940	2000,000
32	0000000	0047817	0691497	5000,000
33	0000000	0023929	0489173	10000,00

VÝHODNOCENÍ ÚDAJŮ NAMĚŘENÝCH NA FIBROGRAPHU

T₃

VSTUPNÍ HODNOTY		PŘEPČET DLE MERITKA		APROXIMOVANÁ KŘIVKA		VARIACNÍ KŘIVKA		REL. DIF.	
LI*	KF*	LI**	KF**	LI	KF	CB(L)XX2/CB(0)XX2	SUR1	REL. DIF.	
		0,000000	1,000000	0,000000	1,000000				
3,810000	1,000000	3,810000	8359788	4,000000	8282586	9141293	9561011	-	0050248
4,838700	9500000	4,838700	7941799	6,000000	7470482	9000764	9487236	-	0059424
5,880100	9000000	5,880100	7523809	8,000000	6532528	8770414	9365049	-	0072822
6,819900	8500000	6,819900	7105820	10,00000	5543447	8507434	9223575	-	0083407
7,721600	8000000	7,721600	6687830	12,00000	4583134	8226288	9069889	-	0088481
8,470900	7500000	8,470900	6269841	14,00000	3636147	7934282	8907459	-	0087725
9,372600	7000000	9,372600	5851952	16,00000	2762276	7636283	8738583	-	0081580
9,931400	6610000	9,931400	5575979	18,00000	1993754	7336316	8565230	-	0070922
11,11250	6000000	11,11250	5015873	20,00000	1368354	7038202	8389399	-	0057027
12,82700	5000000	12,82700	4179994	22,00000	8865842	6745429	8213056	-	0041347
14,63040	4000000	14,63040	3343915	24,00000	6524041	6461012	8038042	-	0075291
16,59890	3000000	16,59890	2507936	26,00000	47257893	6187340	7865964	-	0099555
17,71650	2500000	17,71650	2089947	28,00000	3126465	5926113	7698125	-	0004027
18,84840	2000000	18,84840	1671958	30,00000	2057217	5678489	7535575	-	0016344
20,39620	1500000	20,39620	1253968	32,00000	10027984	5445064	7379068	-	0076927
22,12340	1000000	22,12340	8835979	34,00000	6012556	5225867	7229016	-	0035932
24,63800	0500000	24,63800	6417989	36,00000	3000000	5020498	7085547	-	0043631
26,06040	0300000	26,06040	4750794	38,00000	1000000	4828291	6948591	-	0050286
26,50490	0250000	26,50490	4208995	40,00000	1000000	4648463	6817964	-	0056099
27,13990	0200000	27,13990	3767186	50,00000	1000000	3905992	6248794	-	0076767
28,90520	0100000	28,90520	3083598	60,00000	1000000	3359006	5795693	-	0089416
29,60370	0080000	29,60370	2666878	70,00000	1000000	2942829	5424784	-	0097954
30,78950	0060000	30,78950	2050159	80,00000	1000000	2616766	5115433	-	0104106
31,79280	0040000	31,79280	16033439	90,00000	1000000	2354906	4852737	-	0108748
34,54400	0010000	34,54400	1008360	100,0000	1000000	2140218	4626249	-	0112376
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	200,0000	1000000	1116914	3342027	-	0127823
				300,0000	1000000	0755011	2747746	-	0132673
				400,0000	1000000	0570159	2387799	-	0135045
				500,0000	1000000	0457999	2140091	-	0136453
				1000,000	1000000	0230877	1519446	-	0139231
				2000,000	1000000	0115904	1076587	-	0140603
				5000,000	1000000	0046474	0681718	-	0141420
				10000,00	1000000	0023256	0482241	-	0141692

KONSTANTA MATERIÁLU = 72,7900000

VÝPOČET VARIACNÍ KŘIVKY POMOCI INTEGRÁLU T_4

P.C.	HF	CH(L)XX2/CH(0)XX2	SGRT	LI
1	,9992872	,9107737	,9540826	4,000000
2	,8712651	,8955286	,9463238	6,000000
3	,7338717	,8716984	,9336479	8,000000
4	,6484971	,8453091	,9194069	10,00000
5	,5654105	,8180724	,9044735	12,00000
6	,4853297	,7904291	,8891733	14,00000
7	,4086137	,7632809	,8736595	16,00000
8	,3353073	,7361957	,8580182	18,00000
9	,2641783	,7094834	,8423084	20,00000
10	,2018394	,6832388	,8265826	22,00000
11	,1442351	,6575582	,8108996	24,00000
12	,0955585	,6325516	,7953311	26,00000
13	,0573351	,6083373	,7799598	28,00000
14	,0299237	,5850314	,7648734	30,00000
15	,0178757	,5627347	,7501564	32,00000
16	,0044863	,5415214	,7358814	34,00000
17	,0013459	,5214282	,7221005	36,00000
18	,0003140	,5024582	,7088428	38,00000
19	,0000000	,4845798	,6961176	40,00000
20	,0000000	,4696871	,6840068	50,00000
21	,0000000	,4536430	,6746773	60,00000
22	,0000000	,4366118	,6673256	70,00000
23	,0000000	,4197012	,6610240	80,00000
24	,0000000	,4030553	,6553549	90,00000
25	,0000000	,3866668	,6503054	100,0000
26	,0000000	,3705392	,6458757	200,0000
27	,0000000	,3545163	,6420740	300,0000
28	,0000000	,3386461	,6388700	400,0000
29	,0000000	,3228897	,6361769	500,0000
30	,0000000	,3072688	,6339930	1000,000
31	,0000000	,2917894	,6323079	2000,000
32	,0000000	,2764690	,6311311	5000,000
33	,0000000	,2612867	,6303668	10000,00

VÝHODNOCENÍ ÚDAJŮ NAMĚŘENÝCH NA FIBROGRAPH T₄

VSTUPNÍ HODNOTY		PŘEPČET DLE MERITKA		APROXIMOVANÁ KŘIVKA		VARIACNÍ KŘIVKA		REL. DIF.
L1*	HF*	L1**	HF**	L1	HF	CH(L)XX2/CH(0)XX2	SQRT	
		1,20442958						
		0,000000	1,000000	0,000000	1,000000			
		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,8222027	0,9111013	0,9545163
3,810000	1,000000	3,810000	8,302685	4,000000	0,000000	0,7376287	0,8965252	0,9468501
4,787900	0,950000	4,787900	7,887551	6,000000	0,000000	0,6412037	0,8726487	0,9341567
5,791200	0,900000	5,791200	7,472416	8,000000	0,000000	0,5432672	0,8455073	0,9195147
6,827900	0,850000	6,827900	7,057282	10,0000	0,0000	0,4475624	0,8166844	0,9037059
7,556500	0,800000	7,556500	6,642148	12,0000	0,0000	0,3527971	0,7869272	0,8870864
8,256600	0,750000	8,256600	6,2277014	14,0000	0,0000	0,2654458	0,7566725	0,8698692
9,707500	0,700000	9,707500	5,811879	16,0000	0,0000	0,1899467	0,7263174	0,8522425
9,779000	0,6670000	9,779000	5,537891	18,0000	0,0000	0,1295775	0,6962382	0,8344090
10,94740	0,600000	10,94740	4,981611	20,0000	0,0000	0,0804772	0,6667830	0,8165678
12,67460	0,500000	12,67460	4,151342	22,0000	0,0000	0,0477895	0,6382418	0,7989004
14,43990	0,400000	14,43990	3,321074	24,0000	0,0000	0,0245714	0,6108474	0,7815673
16,38300	0,300000	16,38300	2,490805	26,0000	0,0000	0,0125237	0,5847670	0,7647005
17,48790	0,250000	17,48790	2,075671	28,0000	0,0000	0,0082726	0,5601030	0,7484003
18,69440	0,200000	18,69440	1,660537	30,0000	0,0000	0,0079617	0,5368968	0,7327324
20,18030	0,150000	20,18030	1,245403	32,0000	0,0000	0,012556	0,5151367	0,7177302
21,84400	0,100000	21,84400	0,8830268	34,0000	0,0000	0,0012556	0,4947721	0,7034004
24,38430	0,050000	24,38430	0,415134	36,0000	0,0000	0,0000000	0,4757297	0,6897316
25,95880	0,030000	25,95880	0,249081	38,0000	0,0000	0,0000000	0,4579268	0,6767029
26,46680	0,025000	26,46680	0,207567	40,0000	0,0000	0,0000000	0,4395314	0,6620159
27,05100	0,020000	27,05100	0,166054	50,0000	0,0000	0,0000000	0,3305483	0,5749333
28,98140	0,010000	28,98140	0,083027	60,0000	0,0000	0,0000000	0,2895142	0,5380652
29,47670	0,008000	29,47670	0,066421	70,0000	0,0000	0,0000000	0,2573852	0,5073314
30,54350	0,006000	30,54350	0,049816	80,0000	0,0000	0,0000000	0,2315939	0,4812421
31,67380	0,004000	31,67380	0,033211	90,0000	0,0000	0,0000000	0,2104556	0,4587544
33,93440	0,010000	33,93440	0,008303	100,0000	0,0000	0,0000000	0,1097753	0,3313236
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	200,0000	0,0000	0,0000000	0,0741941	0,2723859
				300,0000	0,0000	0,0000000	0,0560245	0,2366950
				400,0000	0,0000	0,0000000	0,0450015	0,2121356
				500,0000	0,0000	0,0000000	0,0226827	0,1506076
				1000,0000	0,0000	0,0000000	0,0113868	0,1067090
				2000,0000	0,0000	0,0000000	0,0045656	0,0675695
				5000,0000	0,0000	0,0000000	0,0027846	0,0477979
				10000,0000	0,0000	0,0000000		0,0414892

KONSTANTA MATERIÁLU = 21,5464684

VÝPOČET VARIACNÍ KŘIVKY POMOČI INTEGRÁLU T₅

P.C.	WF	CH(L)XX2/CH(O)XX2	SORT	LI
1	,9990947	,9071773	,9524586	4,000000
2	,8157605	,8919729	,9444432	6,000000
3	,7254141	,8674247	,9313564	8,000000
4	,6378968	,8407757	,9166652	10,00000
5	,5578813	,8172861	,9017692	12,00000
6	,4710145	,7841157	,885031	14,00000
7	,3929865	,7560797	,8695785	16,00000
8	,3191425	,7283607	,8534402	18,00000
9	,2500000	,7010809	,8373057	20,00000
10	,1865511	,6743456	,8211855	22,00000
11	,1305710	,6482587	,8051451	24,00000
12	,0838078	,6229339	,7892616	26,00000
13	,0481798	,5984925	,7736230	28,00000
14	,0240683	,5750507	,7583210	30,00000
15	,0100069	,5527079	,7434399	32,00000
16	,0032781	,5315094	,7290469	34,00000
17	,0009058	,5114913	,7151862	36,00000
18	,0007588	,4926339	,7018789	38,00000
19	,0000000	,4748966	,6891274	40,00000
20	,0000000	,4008762	,6331479	50,00000
21	,0000000	,3457073	,5879688	60,00000
22	,0000000	,3034495	,5508625	70,00000
23	,0000000	,2701966	,5198044	80,00000
24	,0000000	,2434092	,4933651	90,00000
25	,0000000	,2213970	,4705284	100,0000
26	,0000000	,1159382	,3404970	200,0000
27	,0000000	,0784565	,2801009	300,0000
28	,0000000	,0592790	,2434729	400,0000
29	,0000000	,0476328	,2182495	500,0000
30	,0000000	,0240260	,1550032	1000,000
31	,0000000	,0120654	,1098476	2000,000
32	,0000000	,0048387	,8695610	5000,000
33	,0000000	,0024215	,0492084	10000,00

VÝHODNOSTI ÚDAJŮ NAKRESLENÝCH NA FIBROGRAPHU

15

VSTUPNÍ HODNOTY		PŘEPČET DLE KERITKA		APROXIMOVANÁ KŘIVKA		VARIACNÍ KŘIVKA		REL. DIF.
LI*	HF*	LI**	HF**	LI	HF	CH(L)XX2/CH(0)XX2	SQRT	
		1,19731459						
3,810000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000		9557672	-,0034738
4,775700	9500000	3,810000	8352024	4,000000	8269819	9134909	9482934	-,0040768
5,816600	9000000	4,775700	7934423	6,000000	7438507	8992604	9359212	-,0049013
6,794500	8500000	5,816600	7516821	8,000000	6502735	8759485	9215893	-,0053717
7,645400	8000000	6,794500	7099720	10,00000	5480250	8493268	9059777	-,0052243
8,470900	7500000	7,645400	6681619	12,00000	4486796	8207956	8894200	-,0044234
9,296400	7000000	8,470900	6264018	14,00000	3510539	7910680	8721567	-,0030226
9,817100	6670000	9,296400	5846417	16,00000	2612992	7606572	8544105	-,0011359
10,84740	6000000	9,817100	5570800	18,00000	1855558	7300173	8364159	0,0010627
12,67380	5000000	10,84740	5011214	20,00000	1244387	6995916	8184023	0,0033893
14,35100	4000000	12,67380	4176012	22,00000	0790313	6697823	8005740	0,0056773
16,24330	3000000	14,35100	3340809	24,00000	0458172	6409188	7830978	0,0078096
17,33550	2500000	16,24330	2505607	26,00000	023235	6132421	7661041	0,0097190
18,57930	2000000	17,33550	2088006	28,00000	0115092	5869156	7496926	0,0113782
19,86440	1500000	18,57930	1670405	30,00000	0053281	5620390	7339283	0,0127941
21,72970	1000000	19,86440	1252804	32,00000	0027933	5386507	7188432	0,0139960
24,74430	0500000	21,72970	0835202	34,00000	0014602	5167356	7044423	0,0150725
25,81910	0300000	24,74430	0417601	36,00000	0000000	4962390	6907121	0,0159099
26,23870	0250000	25,81910	0250561	38,00000	0000000	4770832	6776293	0,0166850
26,94940	0200000	26,23870	0208801	40,00000	0000000	4591815	6676293	0,0194410
28,63850	0100000	26,94940	0167040	50,00000	0000000	3854408	6208388	0,0211275
29,19730	0080000	28,63850	0083570	60,00000	0000000	3312538	5755465	0,022658
30,18790	0060000	29,19730	0066816	70,00000	0000000	2900868	5385971	0,0230859
31,17850	0040000	30,18790	0050112	80,00000	0000000	2578652	5078043	0,0237048
34,93770	0010000	31,17850	0033408	90,00000	0000000	2320060	4816700	0,0241885
0,000000	0,000000	34,93770	0008357	100,0000	0000000	2108160	4591471	0,0262475
		0,000000	0,000000	200,0000	0000000	1099319	3315598	0,0268940
				300,0000	0000000	0742933	2725679	0,0272103
				400,0000	0000000	0560969	2368479	0,0273979
				500,0000	0000000	0450585	2122699	0,0277683
				1000,000	0000000	0277102	1506991	0,0279511
				2000,000	0000000	0114003	1067724	0,0280600
				5000,000	0000000	0045710	0676091	0,0280962
				10000,00	0000000	0022873	0478258	

KONSTANTA MATERIÁLU = 71,7415459

VÝPOČET VARIACNÍ KŘIVKY POMOCI INTEGRÁLU T_6

P.C.	WF	CH(L)XXZ/CH(D)XXZ	SOFT	LI
1	,9988165	,9058441	,9517584	4,000000
2	,8128716	,8904775	,9436512	6,000000
3	,7227189	,8656846	,9304217	8,000000
4	,6341589	,8383017	,9155882	10,00000
5	,5493284	,8101299	,9000721	12,00000
6	,4687737	,7818389	,8842165	14,00000
7	,3907704	,7537316	,8681771	16,00000
8	,3168519	,7258729	,8520404	18,00000
9	,2481733	,6986811	,8358715	20,00000
10	,1855352	,6719573	,8197300	22,00000
11	,1296335	,6458963	,8036767	24,00000
12	,0827376	,6206009	,7877823	26,00000
13	,0463950	,5961881	,7721322	28,00000
14	,0276061	,5727754	,7568193	30,00000
15	,0090060	,5504606	,7419303	32,00000
16	,0030474	,5293059	,7275341	34,00000
17	,0010006	,5093319	,7136750	36,00000
18	,0002774	,4905219	,7003727	38,00000
19	,0000000	,4728335	,6876789	40,00000
20	,0000000	,4590532	,6757066	50,00000
21	,0000000	,4440974	,6655939	60,00000
22	,0000000	,4302066	,6495512	70,00000
23	,0000000	,4168895	,6185514	80,00000
24	,0000000	,4027261	,4921647	90,00000
25	,0000000	,3870313	,4693752	100,0000
26	,0000000	,3715351	,3396368	200,0000
27	,0000000	,0780569	,2793866	300,0000
28	,0000000	,0589757	,2428492	400,0000
29	,0000000	,0473884	,2176889	500,0000
30	,0000000	,0239021	,1546030	1000,000
31	,0000000	,0170030	,1095582	2000,000
32	,0000000	,0048137	,0693807	5000,000
33	,0000000	,0024089	,0490807	10000,00

VÝHODNOCENÍ VODÁJU KAMERENTÝCH NA FIBROGRAPHU T₆

VSTUPNÍ HODNOTY		PŘEPČET DLE MERITKA		APROXIMOVANÁ KŘIVKA		VARIACNÍ KŘIVKA	
		1,15572366					
L1*	HF*	L1**	HF**	L1	HF	C8(L)X2/C9(0)X2	SQRT REL. DIF.
		0,000000	1,000000	0,000000	1,000000		
1,810000	1,000000	3,810000	,8656337	4,000000	,8584385	,9292193	-,0128203
4,853000	,9500000	4,853000	,8723516	6,000000	,7988404	,9180195	-,0153469
6,845300	,9000000	6,845300	,7790699	8,000000	,7173559	,8996109	-,0194068
7,556500	,8500000	7,556500	,7357882	10,00000	,6251109	,8781795	-,0235086
8,597900	,8000000	8,597900	,6925066	12,00000	,5299439	,8545545	-,0270523
9,383300	,7500000	9,383300	,6492749	14,00000	,4388352	,8292929	-,0299007
10,49070	,7000000	10,49070	,6059433	16,00000	,3463460	,8028707	-,0320826
11,13790	,6670000	11,13790	,5773774	18,00000	,2575033	,7756372	-,0336395
12,19700	,6000000	12,19700	,5193799	20,00000	,2176556	,7480650	-,0347375
14,13510	,5000000	14,13510	,4378166	22,00000	,1178709	,7205515	-,0355276
16,00700	,4000000	16,00700	,3462533	24,00000	,0731770	,6932483	-,0360078
17,89430	,3000000	17,89430	,2596900	26,00000	,0387381	,6663920	-,0362360
19,98650	,2500000	19,98650	,2164083	28,00000	,0177604	,6402906	-,0363273
20,14720	,2000000	20,14720	,1731266	30,00000	,0083097	,6151776	-,0363538
21,57050	,1500000	21,57050	,1298450	32,00000	,0040451	,5912194	-,0363613
23,25370	,1000000	23,25370	,0865633	34,00000	,0025197	,5685081	-,0363702
25,66670	,0500000	25,66670	,0432817	36,00000	,0013239	,5470701	-,0363847
26,93670	,0300000	26,93670	,0259690	38,00000	,0000000	,5268841	-,0364022
27,41930	,0250000	27,41930	,0216408	40,00000	,0000000	,5079007	-,0364188
28,06700	,0200000	28,06700	,0173127	50,00000	,0000000	,4286973	-,0364778
29,94660	,0100000	29,94660	,0086563	60,00000	,0000000	,3696794	-,0365138
30,21330	,0080000	30,21330	,0069251	70,00000	,0000000	,3244782	-,0365380
31,16580	,0060000	31,16580	,0051938	80,00000	,0000000	,2889141	-,0365555
32,42310	,0040000	32,42310	,0034625	90,00000	,0000000	,2602657	-,0365687
36,76650	,0010000	36,76650	,0008656	100,0000	,0000000	,2367255	-,0365790
,0000000	,0000000	,0000000	,0000000	200,0000	,0000000	,1239569	-,0366227
				300,0000	,0000000	,0838811	-,0366364
				400,0000	,0000000	,0633770	-,0366431
				500,0000	,0000000	,0509254	-,0366471
				1000,000	,0000000	,0256865	-,0366550
				2000,000	,0000000	,0128992	-,0366588
				5000,000	,0000000	,0051731	-,0366612
				10000,00	,0000000	,0025888	-,0366619

KONSTANTA MATERIÁLU 21,4255744

VÝPOČET VARIACNÍ KŘIVKY POMOCI INTEGRÁLU J_1

P.C.	HF	CH(L)XX2/CH(0)XX2	SOIT	LI
1	,9997666	,9066534	,9521835	4,000000
2	,9135402	,8911967	,9440321	6,000000
3	,7215460	,8661917	,9306942	8,000000
4	,6316500	,8384789	,9156849	10,000000
5	,5443651	,8098716	,899286	12,000000
6	,4606738	,7810614	,8837768	14,000000
7	,3808457	,7523814	,8673992	16,000000
8	,3052174	,7240247	,8508964	18,000000
9	,2350911	,6961317	,8343451	20,000000
10	,1717222	,6686277	,8178189	22,000000
11	,1169860	,6422391	,8013982	24,000000
12	,0728307	,6165007	,7851753	26,000000
13	,0410314	,5917472	,7692510	28,000000
14	,0207022	,5680979	,7537227	30,000000
15	,0089057	,5456344	,7386707	32,000000
16	,0037240	,5243974	,7241529	34,000000
17	,0009375	,5043886	,7102032	36,000000
18	,0007331	,4855780	,6968343	38,000000
19	,0000000	,4679138	,6840423	40,000000
20	,0000000	,3944398	,6720444	50,000000
21	,0000000	,3398713	,5829849	60,000000
22	,0000000	,2981580	,5460385	70,000000
23	,0000000	,2653768	,5151474	80,000000
24	,0000000	,2389937	,4888698	90,000000
25	,0000000	,2173286	,4661852	100,0000
26	,0000000	,1136915	,3371817	200,0000
27	,0000000	,0769115	,2773292	300,0000
28	,0000000	,0581025	,2410447	400,0000
29	,0000000	,0466831	,2160628	500,0000
30	,0000000	,0235426	,1534361	1000,000
31	,0000000	,0118216	,1087272	2000,000
32	,0000000	,0047407	,0688528	5000,000
33	,0000000	,0023774	,0487069	10000,00

VÝHODNĚNÍ ÚDAJŮ SAKTENTY NA FIBROGRAPHU

J1

VSTUPNÍ HODNOTY		PŘEPČET DLE MERITKA		APROXIMOVANÁ KŘIVKA		VARIACNÍ KŘIVKA		REL. DIF.
LI*	WF*	LI**	WF**	LI	WF	CH(L)XX2/CH(0)XX2	SUMI	
		1,20195266						
1,810000	1,000000	1,810000	1,000000	1,000000	1,000000			
4,711700	9500000	4,711700	7007005	5,000000	7330801	9116070	9547811	-,0027281
5,626100	9100000	5,626100	7487815	8,000000	6422354	8725865	9341234	-,0036845
6,616700	8500000	6,616700	7071826	10,00000	5448834	8453192	9194124	-,0040708
7,543800	8000000	7,543800	6655836	12,00000	4488548	8165279	9036194	-,0041011
8,356600	7500000	8,356600	6239846	14,00000	3574896	7868790	8870620	-,0037173
9,245600	7000000	9,245600	5823857	16,00000	2712888	7568235	8699560	-,0029476
9,791700	6670000	9,791700	5549303	18,00000	1982928	7267347	8524874	-,0018698
10,94740	6000000	10,94740	4991877	20,00000	1379101	6969721	8348486	-,0006034
12,68730	5000000	12,68730	4159888	22,00000	0916600	6678661	8172307	-,0007191
14,55420	4000000	14,55420	3327918	24,00000	0597613	6397006	7998128	-,0019782
16,51000	3000000	16,51000	2495939	26,00000	0347532	6126919	7827464	-,0030934
17,70380	2500000	17,70380	2079949	28,00000	0188143	5869746	7661427	-,0040408
18,97380	2000000	18,97380	1663959	30,00000	0114365	5626268	7500845	-,0048269
20,47240	1500000	20,47240	1247969	32,00000	0065883	5396842	7346320	-,0054675
22,39010	1000000	22,39010	0831980	34,00000	0047279	5181383	7198183	-,0059858
25,74760	0500000	25,74760	0415990	36,00000	0029676	4979453	7056524	-,0064078
27,07640	0300000	27,07640	0249594	38,00000	0013299	4790377	6921255	-,0067574
27,66060	0250000	27,66060	0207995	40,00000	0000000	4613343	6792160	-,0070556
28,37180	0200000	28,37180	0166396	50,00000	0000000	3880683	6229513	-,0081095
30,97530	0100000	30,97530	0083198	60,00000	0000000	3339462	5778808	-,0087550
31,92780	0080000	31,92780	0066558	70,00000	0000000	2927025	5410199	-,0091909
33,70580	0060000	33,70580	0049919	80,00000	0000000	2603559	5102509	-,0095050
35,56000	0040000	35,56000	0033279	90,00000	0000000	2343597	4841072	-,0097422
38,60800	0010000	38,60800	0008320	100,0000	0000000	2130350	4615571	-,0099275
0000000	0000000	0000000	0000000	200,0000	0000000	1112677	3335681	-,0107170
				300,0000	0000000	0752341	2742883	-,0109650
				400,0000	0000000	0568214	2383724	-,0110863
				500,0000	0000000	0456471	2136519	-,0111583
				1000,000	0000000	0230136	1517922	-,0113004
				2000,000	0000000	0115543	1074909	-,0113706
				5000,000	0000000	0046331	0680670	-,0114124
				10000,00	0000000	0023185	0481504	-,0114263

KONSTANTA MATERIÁLU = 27,6856315
 VÝPOČET VARIACNÍ KŘIVKY POMOCÍ INTEGRÁLU

J₂

N.C.	HF	CH(L)XX2/CH(0)XX2	SOFT	LI
1	,9998300	,9118385	,9549074	4,000000
2	,8738470	,8972111	,9472123	6,000000
3	,7365357	,8735256	,9346259	8,000000
4	,6510096	,8477451	,9204592	10,000000
5	,5678640	,8200809	,9055832	12,000000
6	,4873864	,7926739	,8903274	14,000000
7	,4091854	,7653252	,8748287	16,000000
8	,3359830	,7387050	,8591886	18,000000
9	,2660574	,7114745	,8434658	20,000000
10	,2019478	,6851265	,8277237	22,000000
11	,1459724	,6593987	,8120333	24,000000
12	,0984059	,6343679	,7964721	26,000000
13	,0609284	,6101575	,7811226	28,000000
14	,0337088	,5868613	,7660687	30,000000
15	,0161105	,5645863	,7513896	32,000000
16	,0088863	,5432931	,7371570	34,000000
17	,0025080	,5233127	,7234036	36,000000
18	,0005101	,5043429	,7101710	38,000000
19	,0000000	,4864563	,6974642	40,000000
20	,0000000	,4114499	,6414436	50,000000
21	,0000000	,3552554	,5960330	60,000000
22	,0000000	,3120845	,5586452	70,000000
23	,0000000	,2780482	,5273028	80,000000
24	,0000000	,2505930	,5005926	90,000000
25	,0000000	,2280098	,4775037	100,000000
26	,0000000	,1195761	,3457978	200,000000
27	,0000000	,0809554	,2845267	300,000000
28	,0000000	,0611808	,2473476	400,000000
29	,0000000	,0491675	,2217375	500,000000
30	,0000000	,0248066	,1575011	1000,000000
31	,0000000	,0124590	,1116200	2000,000000
32	,0000000	,0049970	,0706893	5000,000000
33	,0000000	,0025007	,0500072	10000,000000

VÝHODNOCENÍ ÚDAJŮ NÁMERENTŮ NA FIBROGRAPHU

J₂

VSTUPNÍ HODNOTY		PŘEPČET DLE MERITKA		APROXIMOVANÁ KŘIVKA		VARIACNÍ KŘIVKA		
1,17125654								
LI*	WF*	LI**	WF**	LI	WF	CH(L)X2/CH(0)X2	SQRT	REL. DIF.
		0,000000	1,000000	0,000000	1,000000			
3,810000	1,800000	3,810000	,8537839	4,000000	,8473328	,9236664	,9610757	-,0054648
5,067300	,9500000	5,067300	,8110947	6,000000	,7780933	,9113383	,9546404	-,0078421
6,273800	,9000000	6,273800	,7684055	8,000000	,6976756	,8912513	,9440611	-,0100951
7,366000	,8500000	7,366000	,7257163	10,00000	,6064261	,8683173	,9318354	-,0123593
8,331200	,8000000	8,331200	,6830271	12,00000	,5123438	,8435355	,9184419	-,0141994
9,283700	,7500000	9,283700	,6403379	14,00000	,4154812	,8173455	,9040716	-,0154430
10,18540	,7000000	10,18540	,5976487	16,00000	,3237445	,7900955	,8888732	-,0160540
10,83310	,6670000	10,83310	,5694739	18,00000	,2381050	,7621339	,8730028	-,0160742
12,00150	,6000000	12,00150	,5122704	20,00000	,1666291	,7338287	,8566380	-,0156168
13,75410	,5000000	13,75410	,4268920	22,00000	,1113822	,7055725	,8399836	-,0148117
15,59560	,4000000	15,59560	,3415136	24,00000	,0709213	,6777489	,8232551	-,0138193
17,53870	,3000000	17,53870	,2561352	26,00000	,0398771	,6506743	,8066439	-,0127710
18,63090	,2500000	18,63090	,2134460	28,00000	,0215314	,6245826	,7903054	-,0117559
19,86280	,2000000	19,86280	,1707568	30,00000	,0109592	,5996416	,7743653	-,0108301
21,78570	,1500000	21,78570	,1280676	32,00000	,0057836	,5759567	,7589181	-,0100194
23,11400	,1000000	23,11400	,0853784	34,00000	,0027257	,5535729	,7440248	-,0093234
25,73070	,0500000	25,73070	,0426892	36,00000	,0015717	,5324888	,7297183	-,0087292
27,36850	,0300000	27,36850	,0256135	38,00000	,0013299	,5126696	,7160095	-,0082211
28,02890	,0250000	28,02890	,0213446	40,00000	,0000000	,4940579	,7028925	-,0077829
28,49880	,0200000	28,49880	,0170757	50,00000	,0000000	,4165978	,6454439	-,0062364
30,59430	,0100000	30,59430	,0085378	60,00000	,0000000	,3590268	,5991885	-,0052941
31,72930	,0080000	31,72930	,0068303	70,00000	,0000000	,3149997	,5612484	-,0046598
32,08070	,0060000	32,08070	,0051227	80,00000	,0000000	,2803907	,5295193	-,0042036
32,85490	,0040000	32,85490	,0034151	90,00000	,0000000	,2525312	,5025248	-,0038598
33,10940	,0010000	33,10940	,0008538	100,0000	,0000000	,2296505	,4792186	-,0035914
9000000	,0000000	,0000000	,0000000	200,0000	,0000000	,1201631	,3466455	-,0024516
				300,0000	,0000000	,0812949	,2851227	-,0020946
				400,0000	,0000000	,0614160	,2478226	-,0019202
				500,0000	,0000000	,0493463	,2221404	-,0018168
				1000,000	,0000000	,0248867	,1577551	-,0016127
				2000,000	,0000000	,0124967	,1117887	-,0015120
				5000,000	,0000000	,0050115	,0707919	-,0014520
				10000,00	,0000000	,0025079	,0500788	-,0014320

KONSTANTNÍ MATERIÁL: 27,194807

VÝPOČET VARIACE KŘIVKY POMOCÍ INTEGRÁLU

J₃

P.C.	HF	CH(L)XXX7/CH(h)XXX	SQRT	LI
1	,9995970	,9098890	,9538870	4,000000
2	,8701810	,8949924	,9460404	6,000000
3	,7114593	,8708923	,9332161	8,000000
4	,6448106	,8441877	,9187969	10,000000
5	,5609997	,8166280	,9036747	12,000000
6	,4801595	,7888709	,8881841	14,000000
7	,4029918	,7612297	,8724848	16,000000
8	,3291654	,7338110	,8566895	18,000000
9	,2607479	,7069454	,8408005	20,000000
10	,1977796	,6805306	,8249428	22,000000
11	,1426460	,6547440	,8091625	24,000000
12	,0954855	,6296905	,7935304	26,000000
13	,0576406	,6054742	,7781272	28,000000
14	,0305894	,5821980	,7630190	30,000000
15	,0139287	,5599536	,7483005	32,000000
16	,0054640	,5388064	,7340343	34,000000
17	,0018383	,5187862	,7202681	36,000000
18	,0004031	,4998885	,7070279	38,000000
19	,0000000	,4820824	,6943215	40,000000
20	,0000000	,4651844	,6821717	50,000000
21	,0000000	,3517389	,5930758	60,000000
22	,0000000	,3089233	,5558087	70,000000
23	,0000000	,2751857	,5245815	80,000000
24	,0000000	,2479818	,4979777	90,000000
25	,0000000	,2256117	,4749860	100,000000
26	,0000000	,1182690	,3439026	200,000000
27	,0000000	,0800600	,2829488	300,000000
28	,0000000	,0605003	,2459690	400,000000
29	,0000000	,0486187	,2204966	500,000000
30	,0000000	,0245279	,1556138	1000,000000
31	,0000000	,0123186	,1109891	2000,000000
32	,0000000	,0049405	,0702990	5000,000000
33	,0000000	,0024725	,0497238	10000,000000

VÝHODNOSTI UDÁJÍ NAMĚŘENÝCH NA FIBROGRAPHU

J₃

VSTUPNÍ HOUDNOSTI		PŘEPČET DLE MERITKA		APROXIMOVANÁ KŘIVKA		VARIACNÍ KŘIVKA		REL. DIF.
LI*	HF*	LI**	HF**	LI	HF	CH(L)XX2/CB(O)XX2	SQRT	
		0,000000	1,000000	0,000000	1,000000			
3,410000	1,000000	3,410000	4,351668	4,000000	8,277295	9138647	9559627	-,0021823
4,876800	9500000	4,876800	7934084	6,000000	7462496	8997675	9485608	-,0026641
5,880100	9000000	5,880100	7516501	8,000000	6561658	8767846	9363678	-,0033772
6,807200	8500000	6,807200	7098917	10,00000	5680795	8509012	9224430	-,0039684
7,734300	8000000	7,734300	6681334	12,00000	4811219	8237008	9075796	-,0043712
8,661400	7500000	8,661400	6263751	14,00000	3924343	7958226	8920889	-,0043964
9,624600	7000000	9,624600	5846167	16,00000	3043961	7675403	8760939	-,0041364
10,74890	6470000	10,74890	5570562	18,00000	2244761	7390457	8596777	-,0035126
11,54430	6000000	11,54430	5011007	20,00000	1592283	7105911	8429657	-,0025752
13,44930	5000000	13,44930	4175834	22,00000	1087184	6824905	8261298	-,0014390
15,77810	4000000	15,77810	3340667	24,00000	8702229	6550488	8093509	-,0002328
17,31010	3000000	17,31010	2505500	26,00000	6405783	6285064	7927840	0,0009407
18,41500	2500000	18,41500	2087917	28,00000	5223438	6030357	7765537	0,0020167
19,71040	2000000	19,71040	1670334	30,00000	4119491	5787601	7607628	0,0029569
21,25980	1500000	21,25980	1252750	32,00000	3063330	5557552	7454899	0,0037560
23,12670	1000000	23,12670	8835167	34,00000	2034537	5340473	7307854	0,0044261
25,86990	0500000	25,86990	6417583	36,00000	1074377	5136730	7166749	0,0049887
27,11140	0300000	27,11140	4250550	38,00000	6014938	4944403	7031645	0,0054643
28,15590	0250000	28,15590	3208792	40,00000	3900000	4764369	6902441	0,0058726
28,77820	0200000	28,77820	2167033	50,00000	0000000	4015800	6337034	0,0073128
30,87450	0100000	30,87450	1083517	60,00000	0000000	3460003	5882179	0,0081911
31,78810	0080000	31,78810	6066813	70,00000	0000000	3035208	5509273	0,0087827
33,80410	0060000	32,80410	4050110	80,00000	0000000	2701411	5197510	0,0092082
34,08680	0040000	34,08680	2033407	90,00000	0000000	2432783	4932325	0,0095290
39,39540	0010000	39,39540	1008352	100,0000	0000000	2212205	4703409	0,0097795
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	200,0000	0,000000	1157179	3401733	0,008439
				300,0000	0,000000	0782803	2797862	0,011774
				400,0000	0,000000	0591359	2431786	0,0113404
				500,0000	0,000000	0475130	2179747	0,0114371
				1000,000	0,000000	0239608	1547928	0,016278
				2000,000	0,000000	0120315	1096881	0,0117219
				5000,000	0,000000	0048248	0694611	0,0117780
				10000,00	0,000000	0024145	0491372	0,0117966

KONSTANTA MATERIÁLU= 21,2860000

VÝPOČET VARIACNÍ KŘIVKY POMOCÍ INTEGRÁLU

J
4

P.C.	HY	CH(L)XX2/CH(0)XX2	SQRT	LI
1	,9992014	,9060415	,9518621	4,000000
2	,9128017	,8906271	,9437304	6,000000
3	,7217420	,8657378	,9304503	8,000000
4	,6329992	,8382167	,9155417	10,000000
5	,5471672	,8096698	,8999277	12,000000
6	,4652354	,7813050	,8839598	14,000000
7	,3876726	,7530948	,8678103	16,000000
8	,3147139	,7251874	,8515794	18,000000
9	,2467349	,6977885	,8353373	20,000000
10	,1849103	,6710015	,8191468	22,000000
11	,1307902	,6449277	,8030739	24,000000
12	,0856431	,6196713	,7871920	26,000000
13	,0508315	,5953389	,7715820	28,000000
14	,0264191	,5720313	,7563275	30,000000
15	,0126374	,5498292	,7415047	32,000000
16	,0090768	,5287809	,7271732	34,000000
17	,0056443	,5088995	,7133719	36,000000
18	,0024728	,4901675	,7001196	38,000000
19	,0000000	,4725442	,6874195	40,000000
20	,0000000	,3989661	,6316377	50,000000
21	,0000000	,3441000	,5866003	60,000000
22	,0000000	,3020621	,5496018	70,000000
23	,0000000	,2689764	,5186293	80,000000
24	,0000000	,2423202	,4922603	90,000000
25	,0000000	,2204138	,4684825	100,0000
26	,0000000	,1154396	,3397640	200,0000
27	,0000000	,0781225	,2795041	300,0000
28	,0000000	,0590260	,2429567	400,0000
29	,0000000	,0474317	,2177882	500,0000
30	,0000000	,0239251	,1546776	1000,000
31	,0000000	,0120149	,1096125	2000,000
32	,0000000	,0048185	,0694156	5000,000
33	,0000000	,0024114	,0491055	10000,00

MÄRNINGEN OMÅTTS SAMMENLYST PÅ TIDSPROFILER

J₄

VSTUPNI KOORDINATY		PŘEPOČET DLE MERITKA		APROXIMOVANÁ KŘIVKA		VARIACNÍ KŘIVKA	
		1,17181757					
LI*	WE*	LI**	WE**	LI	WE	CH(L)XX2/CH(0)XX2 SQRT	REL. DIF.
3,81000	1,00000	3,81000	1,00000	3,81000	1,00000		
5,77050	950000	5,77050	853375	5,77050	847824	923912	-0,008139
6,47700	900000	6,47700	810704	6,47700	784907	911962	-0,119069
7,46750	850000	7,46750	768037	7,46750	702436	892482	-0,153285
8,45800	800000	8,45800	725368	8,45800	609106	870049	-0,189112
9,34770	750000	9,34770	682701	9,34770	513266	845548	-0,217899
10,24890	700000	10,24890	640034	10,24890	417758	819438	-0,240606
11,15070	650000	11,15070	597362	11,15070	317609	792051	-0,255601
12,05690	600000	12,05690	554695	12,05690	233029	763877	-0,263362
13,01600	550000	13,01600	512025	13,01600	160232	735282	-0,265153
14,05590	500000	14,05590	469358	14,05590	103833	706697	-0,262545
15,11170	450000	15,11170	426691	15,11170	679116	678549	-0,257317
16,18790	400000	16,18790	384025	16,18790	438435	651181	-0,251093
17,28990	350000	17,28990	341358	17,28990	299511	624857	-0,244868
18,42190	300000	18,42190	298691	18,42190	196747	599709	-0,239067
19,59000	250000	19,59000	256025	19,59000	131288	575847	-0,233844
20,80000	200000	20,80000	213358	20,80000	81367	553305	-0,229272
21,05000	150000	21,05000	170691	21,05000	430923	532092	-0,225333
22,34000	100000	22,34000	128025	22,34000	244621	512645	-0,221920
23,67000	50000	23,67000	85358	23,67000	143421	493462	-0,218936
25,04000	0	25,04000	0	25,04000	857634	474792	-0,216340
26,45000	0	26,45000	0	26,45000	358132	458419	-0,214168
27,90000	0	27,90000	0	27,90000	314116	444566	-0,212504
29,39000	0	29,39000	0	29,39000	279538	432095	-0,211462
31,92000	0	31,92000	0	31,92000	251712	421113	-0,210993
34,50000	0	34,50000	0	34,50000	228675	411409	-0,210142
37,13000	0	37,13000	0	37,13000	209862	403569	-0,209820
40,81000	0	40,81000	0	40,81000	195571	396529	-0,209601
44,54000	0	44,54000	0	44,54000	184552	390295	-0,209493
48,32000	0	48,32000	0	48,32000	176134	384770	-0,209464
52,15000	0	52,15000	0	52,15000	169100	379871	-0,209464
56,03000	0	56,03000	0	56,03000	163440	375440	-0,209464
60,00000	0	60,00000	0	60,00000	158990	371440	-0,209464
64,00000	0	64,00000	0	64,00000	154966	367840	-0,209464

KONSTANTA MATERIÁLU 00,0155201

TYPYČET VARIACE KŘIVKY HODOCI INTEGRÁLU

J₅

P.C.	WF	GR(L)XX2/CO(0)XY2	SQRT	LI
1	0000000	0043772	0509875	4,000000
2	0000000	0006436	0426789	6,000000
3	0000000	0032453	0291059	8,000000
4	0250158	0350041	0130041	10,00000
5	0000000	0063174	0079518	12,00000
6	0563216	0773481	0016735	14,00000
7	0779353	0486137	0052247	16,00000
8	0049972	0203151	0487138	18,00000
9	0301176	0079025	0322714	20,00000
10	0777193	0655569	0158167	22,00000
11	0252583	030015	0095671	24,00000
12	0017961	0139298	0635431	26,00000
13	0674358	0007486	0078207	28,00000
14	0241405	0667230	0524779	30,00000
15	0101916	0440348	0375872	32,00000
16	0036433	0230777	0232065	34,00000
17	0011741	0032105	0097734	36,00000
18	0007818	0045505	0061038	38,00000
19	0000000	0670315	0033970	40,00000
20	0000000	0070001	0276863	50,00000
21	0000000	0296390	0027855	50,00000
22	0000000	0960460	0450359	70,00000
23	0000000	0653360	0151077	80,00000
24	0000000	0309968	0000731	90,00000
25	0000000	0173600	0462188	100,0000
26	0000000	0137187	0372999	200,0000
27	0000000	0060789	0771507	300,0000
28	0000000	0081584	0411606	400,0000
29	0000000	0457304	0161721	500,0000
30	0000000	0235687	0535215	1000,000
31	0000000	0118353	0067003	2000,000
32	0000000	0047164	0688938	5000,000
33	0000000	0073752	0487362	10000,00

VÝCHOĐNICEK ÚDAJŇ KANENKTYCH NA FIBROGRAPHU

J₅

VSTUPNÉ KOORDINÁTY		PREPOČET DLE MERITKA		APROXIMOVANÁ KRIVKA		VARIACNÉ KRIVKA		
1,71476280								
LI*	HF*	LI**	HF**	LI	HF	CB(L)X2/CB(0)X2	SORT	REL. DIF.
		0,000000	1,000000	0,000000	1,000000			
1,810000	1,800000	3,810000	8,235446	4,000000	8,137665	9068832	9523042	-0013846
4,610100	4,600000	4,610100	7,823676	6,000000	7,131258	8909458	9438993	-0012945
5,549900	5,540000	5,549900	7,411804	8,000000	6,298835	8652776	9307030	-0011765
6,718300	6,710000	6,718300	7,000131	10,000000	5,348268	8369693	9148602	-0010687
7,368000	7,360000	7,366000	6,588359	12,000000	4,418425	8076309	8986829	-0009841
8,267700	8,260000	8,267700	6,176587	14,000000	3,589432	7777534	8819033	-0008267
9,156700	9,150000	9,156700	5,764814	16,000000	2,640566	7476409	8646623	-0006500
9,990100	9,980000	9,990100	5,493044	18,000000	1,984153	7175661	8470927	-0019101
10,87120	10,870000	10,87120	4,941269	20,000000	1,314111	6878484	8293663	-0034300
12,64920	12,640000	12,64920	4,117724	22,000000	0,853769	6588110	8116717	-0050007
14,47800	14,470000	14,47800	3,294179	24,000000	0,541146	6308731	7941871	-0067286
16,39570	16,390000	16,39570	2,470435	26,000000	0,300013	6038272	7770632	-0082700
17,51330	17,510000	17,51330	2,058862	28,000000	0,152635	5782782	7604132	-0096474
18,80870	18,800000	18,80870	1,647090	30,000000	0,073706	5548116	7443195	-0108420
20,78190	20,780000	20,78190	1,235317	32,000000	0,033668	5312077	7288399	-0118592
22,13610	22,130000	22,13610	0,823545	34,000000	0,020288	5098055	7140066	-0127210
24,85390	24,850000	24,85390	0,411772	36,000000	0,000000	4897596	6998283	-0134557
26,54300	26,540000	26,54300	0,247063	38,000000	0,000000	4710013	6862954	-0140905
27,05830	27,050000	27,05830	0,205866	40,000000	0,000000	4534521	6733885	-0146453
27,71140	27,710000	27,71140	0,164709	50,000000	0,000000	3810041	6172553	-0166182
28,67990	28,670000	28,67990	0,082354	60,000000	0,000000	3276382	5723969	-0178259
30,78950	30,780000	30,78950	0,065884	70,000000	0,000000	2870376	5357589	-0186412
31,07690	31,070000	31,07690	0,049413	80,000000	0,000000	2552799	5052029	-0192287
32,84210	32,840000	32,84210	0,032947	90,000000	0,000000	2296862	4792559	-0196722
35,86480	35,860000	35,86480	0,008235	100,000000	0,000000	2087446	4568857	-0208188
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	200,000000	0,000000	1089379	3308499	-0214945
				300,000000	0,000000	0736354	2713584	-0219579
				400,000000	0,000000	0556066	2358105	-0221846
				500,000000	0,000000	0446677	2113474	-0223191
				1000,000000	0,000000	0225163	1580543	-0225846
				2000,000000	0,000000	0113037	1063191	-0227157
				5000,000000	0,000000	0045374	0673234	-0227938
				10000,000000	0,000000	0027690	0476240	-0228198

KONSTANTA MATERIÁLU- 20,7715931

VÝPOČET VARIACE KŘIVKY POMOCÍ INTEGRÁLU J_6

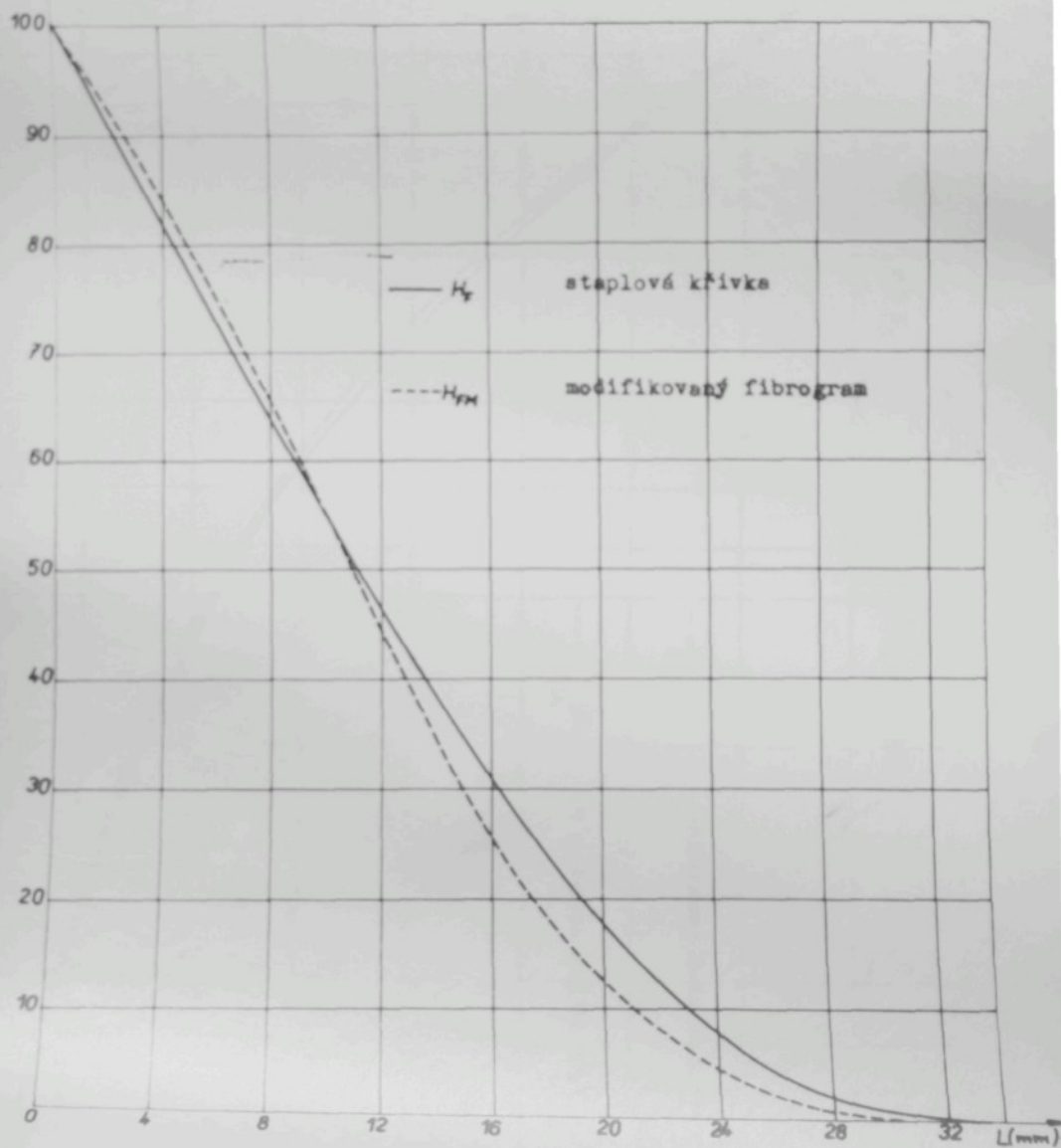
P.C.	HF	CR(L)X2/CR(0)X2	SOFT	LI
1	,9994928	,9837148	,9506392	4,000000
2	,8879377	,8178397	,9422522	6,000000
3	,7137314	,8621821	,7285430	8,000000
4	,6222511	,8338294	,9131426	10,00000
5	,5348511	,8046214	,8978069	12,00000
6	,4485835	,7752694	,8804839	14,00000
7	,3691555	,7461094	,8637763	16,00000
8	,2940307	,7173488	,8469640	18,00000
9	,2255591	,6891417	,8301456	20,00000
10	,1644336	,6616245	,8134030	22,00000
11	,1124099	,6349214	,7968196	24,00000
12	,8781811	,6091515	,7804816	26,00000
13	,8388561	,5844280	,7644789	28,00000
14	,8188043	,5608500	,7488992	30,00000
15	,8077158	,5384883	,7338176	32,00000
16	,8025411	,5173753	,7192881	34,00000
17	,8006004	,4975057	,7053488	36,00000
18	,8000524	,4788438	,6919854	38,00000
19	,8000000	,4613335	,6792154	40,00000
20	,8000000	,3886288	,6233939	50,00000
21	,8000000	,3347128	,5785437	60,00000
22	,8000000	,2935474	,5418882	70,00000
23	,8000000	,2612185	,5118954	80,00000
24	,8000000	,2352117	,4849863	90,00000
25	,8000000	,2138631	,4624534	100,0000
26	,8000003	,1118198	,3343947	200,0000
27	,8000008	,0756328	,2750143	300,0000
28	,8000000	,0571320	,2390230	400,0000
29	,8000000	,0459011	,2142455	500,0000
30	,8000000	,0231461	,1521384	1000,000
31	,8000000	,0116219	,1078050	2000,000
32	,8000000	,0046685	,0682679	5000,000
33	,8000000	,0023322	,0482929	10000,00

VÝPOČETNÍ ÚDAJE KAPITULY NA FIRMOPAPÍRU

J₀

VSTUPNÍ HODNOTY		PŘEPOČET DLE MERITKA		APROXIMOVANÁ KŘIVKA		VARIACNÍ KŘIVKA	
		1,17633491					
LI*	HF*	LI**	HF**	LI	HF CR(L)XX7/C6(0)XX2	SQRT	REL. DIF.
3,410000	1,000000	3,410000	1,000000	3,410000	1,000000	1,000000	
5,410700	5,000000	5,410700	5,000000	5,410700	5,000000	5,000000	
6,527800	9,000000	6,527800	9,000000	6,527800	9,000000	9,000000	
7,531100	15,000000	7,531100	15,000000	7,531100	15,000000	15,000000	
8,394700	20,000000	8,394700	20,000000	8,394700	20,000000	20,000000	
8,194800	25,000000	8,194800	25,000000	8,194800	25,000000	25,000000	
10,02030	30,000000	10,02030	30,000000	10,02030	30,000000	30,000000	
10,57910	35,000000	10,57910	35,000000	10,57910	35,000000	35,000000	
11,67130	40,000000	11,67130	40,000000	11,67130	40,000000	40,000000	
13,32230	50,000000	13,32230	50,000000	13,32230	50,000000	50,000000	
15,10030	60,000000	15,10030	60,000000	15,10030	60,000000	60,000000	
16,97990	70,000000	16,97990	70,000000	16,97990	70,000000	70,000000	
18,89480	80,000000	18,89480	80,000000	18,89480	80,000000	80,000000	
19,32940	90,000000	19,32940	90,000000	19,32940	90,000000	90,000000	
20,76450	100,000000	20,76450	100,000000	20,76450	100,000000	100,000000	
22,60600	110,000000	22,60600	110,000000	22,60600	110,000000	110,000000	
25,33650	120,000000	25,33650	120,000000	25,33650	120,000000	120,000000	
27,16530	130,000000	27,16530	130,000000	27,16530	130,000000	130,000000	
27,57090	140,000000	27,57090	140,000000	27,57090	140,000000	140,000000	
28,10510	150,000000	28,10510	150,000000	28,10510	150,000000	150,000000	
30,37840	160,000000	30,37840	160,000000	30,37840	160,000000	160,000000	
30,92450	170,000000	30,92450	170,000000	30,92450	170,000000	170,000000	
32,08020	180,000000	32,08020	180,000000	32,08020	180,000000	180,000000	
32,80410	190,000000	32,80410	190,000000	32,80410	190,000000	190,000000	
34,56990	200,000000	34,56990	200,000000	34,56990	200,000000	200,000000	
36,00000	210,000000	36,00000	210,000000	36,00000	210,000000	210,000000	
38,00000	220,000000	38,00000	220,000000	38,00000	220,000000	220,000000	
40,00000	230,000000	40,00000	230,000000	40,00000	230,000000	230,000000	
42,00000	240,000000	42,00000	240,000000	42,00000	240,000000	240,000000	
44,00000	250,000000	44,00000	250,000000	44,00000	250,000000	250,000000	
46,00000	260,000000	46,00000	260,000000	46,00000	260,000000	260,000000	
48,00000	270,000000	48,00000	270,000000	48,00000	270,000000	270,000000	
50,00000	280,000000	50,00000	280,000000	50,00000	280,000000	280,000000	
52,00000	290,000000	52,00000	290,000000	52,00000	290,000000	290,000000	
54,00000	300,000000	54,00000	300,000000	54,00000	300,000000	300,000000	
56,00000	310,000000	56,00000	310,000000	56,00000	310,000000	310,000000	
58,00000	320,000000	58,00000	320,000000	58,00000	320,000000	320,000000	
60,00000	330,000000	60,00000	330,000000	60,00000	330,000000	330,000000	
62,00000	340,000000	62,00000	340,000000	62,00000	340,000000	340,000000	
64,00000	350,000000	64,00000	350,000000	64,00000	350,000000	350,000000	
66,00000	360,000000	66,00000	360,000000	66,00000	360,000000	360,000000	
68,00000	370,000000	68,00000	370,000000	68,00000	370,000000	370,000000	
70,00000	380,000000	70,00000	380,000000	70,00000	380,000000	380,000000	
72,00000	390,000000	72,00000	390,000000	72,00000	390,000000	390,000000	
74,00000	400,000000	74,00000	400,000000	74,00000	400,000000	400,000000	
76,00000	410,000000	76,00000	410,000000	76,00000	410,000000	410,000000	
78,00000	420,000000	78,00000	420,000000	78,00000	420,000000	420,000000	
80,00000	430,000000	80,00000	430,000000	80,00000	430,000000	430,000000	
82,00000	440,000000	82,00000	440,000000	82,00000	440,000000	440,000000	
84,00000	450,000000	84,00000	450,000000	84,00000	450,000000	450,000000	
86,00000	460,000000	86,00000	460,000000	86,00000	460,000000	460,000000	
88,00000	470,000000	88,00000	470,000000	88,00000	470,000000	470,000000	
90,00000	480,000000	90,00000	480,000000	90,00000	480,000000	480,000000	
92,00000	490,000000	92,00000	490,000000	92,00000	490,000000	490,000000	
94,00000	500,000000	94,00000	500,000000	94,00000	500,000000	500,000000	
96,00000	510,000000	96,00000	510,000000	96,00000	510,000000	510,000000	
98,00000	520,000000	98,00000	520,000000	98,00000	520,000000	520,000000	
100,00000	530,000000	100,00000	530,000000	100,00000	530,000000	530,000000	

$H_F(\%)$ $H_{FM}(\%)$



VZ S₅

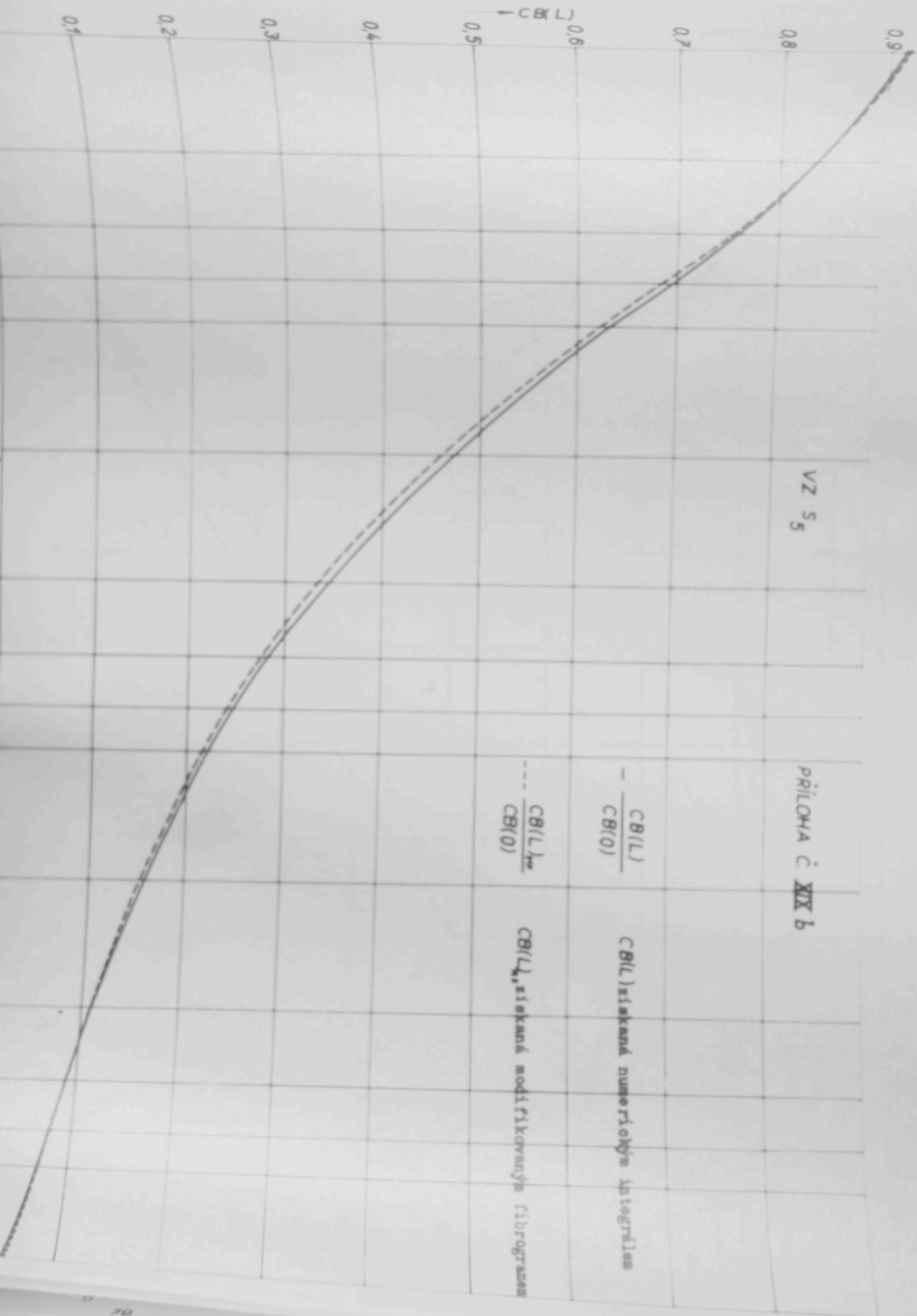
PŘÍLOHA č. XIX b

$$-\frac{CB(L)}{CB(0)}$$

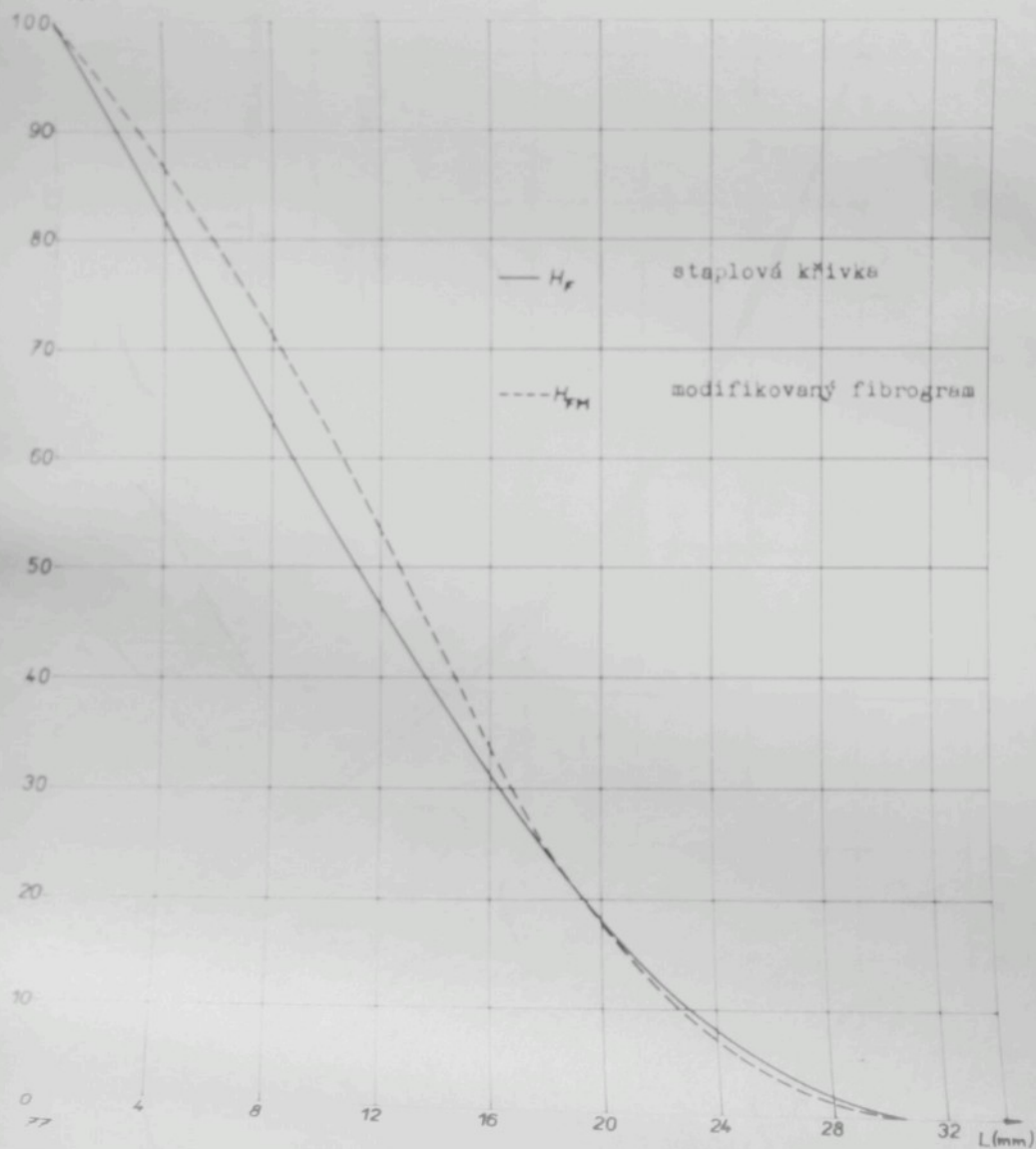
CB(L) získaná numerickým integrováním

$$---\frac{CB(L)_m}{CB(0)}$$

CB(L)_m získaná modifikovaným fibrogramem

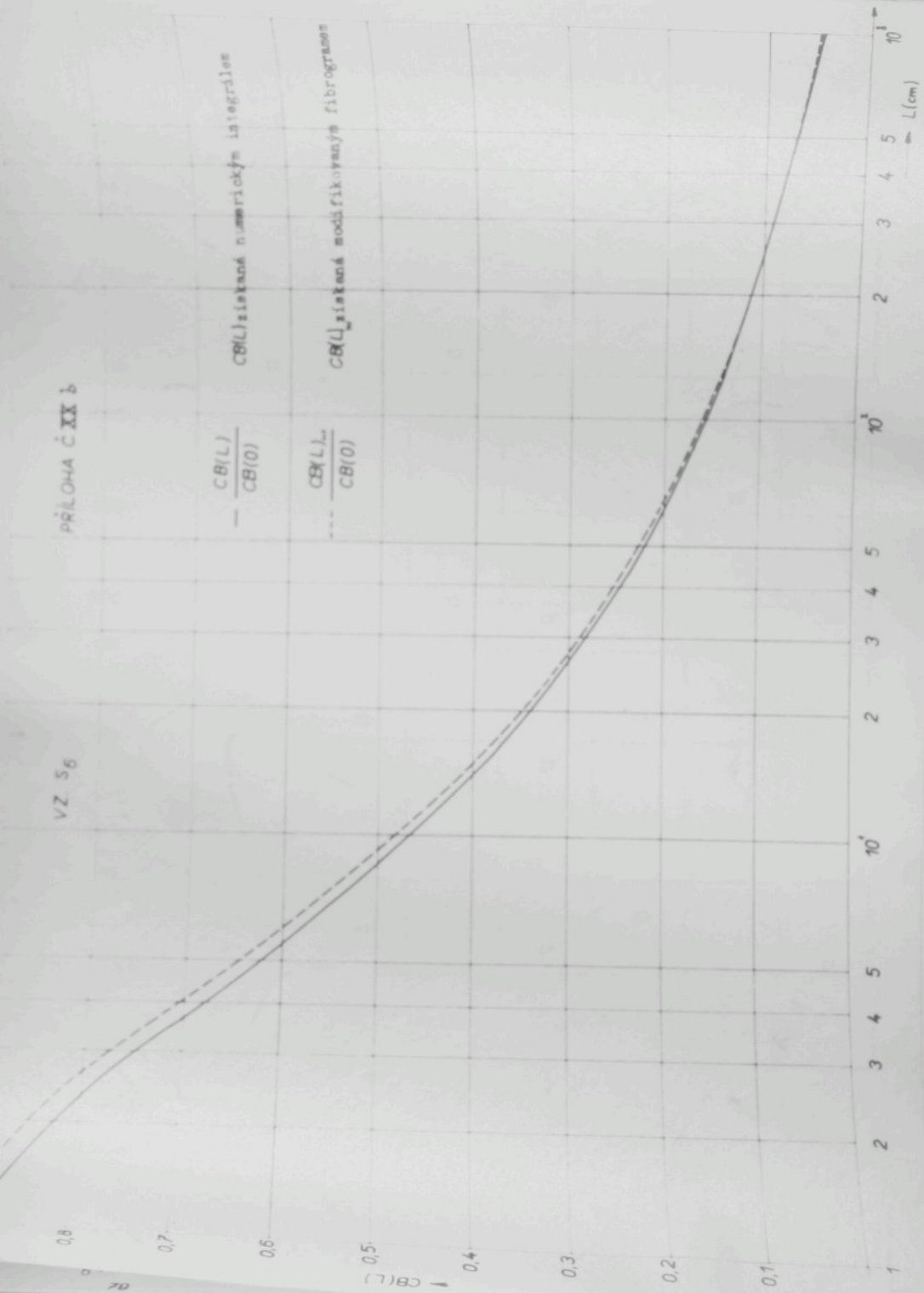


$H_F(\%)$ $H_{FM}(\%)$



VZ 56

PŘÍLOHA ČXX b



SOUHRN UKAZATELŮ VLASTNOSTI PŘÍZE

Příloha XXI

SORTIMENT JITKA

SORTIMENT SEBA

VZČ (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)

