

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta textilní

Obor 31-12-8
technologie textilu a oděvnictví

zaměření

předání-textilní materiály

Katedra přádelnictví a ekonomiky

N Á Z E V D I P L O M O V É P R Á C E

Tahové křivky přízí

Jméno a příjmení autora: Kožnarová Miloslava
Vedoucí práce: ing.Bohumil Neckář CSc /SVÚT/Liberec
Konzultant: ing.Bohumil Neckář CSc /SVÚT/Liberec

Rozsah práce a příloh

Počet stran:	53
Počet příloh a tabulek:	10+14
Počet obrázků:	9
Počet výkresů:	-
Počet modelů nebo jiných příloh:	-

KPE/TH-PR

KPE-PR-008

V Liberci 7.6.1981

Vysoká škola strojní
a textilní v Liberci

Vysoká škola:

Katedra: přádelnictví a ekonomiky

Fakulta: textilní

Školní rok: 1980/81

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro

Miloslavu K o ŝ m a r o v o u

obor 31-12-8 technologie textilu a oděvnictví

Protože jste splnil^a požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnice ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Tahové křivky přízí

Pokyny pro vypracování:

Nalezněte a porovnejte průběh tahových křivek jednoduchých staplových přízí z jednotného materiálu vyrobených různými technologickými postupy.

- 1) Použijte experimentální vzorky přízí ze 100% VSs ba - typ z SVÚT Liberec.
- 2) Vyhodnoťte statistickými metodami průběh tahových křivek u jednotlivých typů.
- 3) Podle možnosti využijte dynamometr Instron s převodem bodů tahové křivky do děrné pásky.
- 4) Navrhněte postup vyhodnocení a vzájemného porovnání získaných výsledků a pokuste se objasnit technologické příčiny zjištěných rozdílů.

Autorské právo se řídí směnicemi
MŠK pro státní záv. zkoušky, č.j. 31
757/02-11/2 ze dne 11. srpence
1952 Věstník MŠK XV, část 24 ze
dne 31.8.1962 § 19 odst. 2 č. 115/23 Sb.

V 223/1981 T
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

Rozsah grafických laboratorních prací:

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury: /1/ HEARLE, J.W.S; GROSBERG, P; BAKER, S:
Structural Mechanics of Fiber, Yarns and
Fabrics. Wiley - Interscience, New York, 1969
/2/ Podklady SVÚT Liberec

Vedoucí diplomové práce: Ing. Bohuslav Neckář, CSc., SVÚT Liberec

Konsultanti: Ing. Bohuslav Neckář, CSc., SVÚT Liberec

Datum zahájení diplomové práce: 15.9.1980

Datum odevzdání diplomové práce: 12.6.1981



Mej
doc. Ing. Jáchym Novák, CSc.
Vedoucí katedry

Mej
doc. Ing. Jáchym Novák, CSc.
Děkan

" Místo přísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury."

V Liberci dne 7.6.1981

Miloslava Kožnarová

Seznam použitých zkratek:

μ_p	zaplnění příze	$[l]$
T	jemnost příze	$[M \text{ tex}]$
d	průměr příze	$[m]$
ρ_v	měrná hmotnost vláken	$[kg \cdot m^{-3}]$
r	obecný poloměr příze	$[m]$
μ	zaplnění příze na obecném položeru	$[l]$
β	úhel sklonu tečny křivky vlákna	
h	stoupání šroubovice vlákna	$[m]$
Z	počet zákrutů příze	$[m^{-1}]$
ρ	měrná hmotnost příze	$[kg \cdot m^{-3}]$
S	plocha příčného řezu příze	$[m^2]$
G	napětí	$[N \cdot tex^{-1}]$ $[p \cdot tex^{-1}]$
F	síla	$[N]$ $[p]$
l_v	délka ovinu vlákna	$[m]$
r_v	poloměr šroubovice vlákna	$[m]$
Z_v	počet zákrutů šroubovice vlákna na jednt. délky	$[m^{-1}]$
ϵ_v	relativní prodloužení vlákna	$[\%]$
ϵ_p	relativní prodloužení příze	$[\%]$
S_v	plocha příčného řezu vlákna	$[m^2]$
E_v	modul vlákna	
G_v	síla na prodloužení příze	$[N]$
dV	objem diferenciální vrstvy	$[m^3]$
dn	počet vláken v příčném řezu dif. vrstvy	
dG_v	síla v difer. vrstvě	$[N]$

R poloměr příze $[m]$

S_v sumární plocha vláken v přízi $[m^2]$

F_{px} hodnoty tahové křivky příze $[N.tex']$ $[p.tex']$

F_v hodnoty tahové křivky vláken $[N.tex']$ $[p.tex']$

O b s a h

úvod dipl. práce	str. 1
zadání dipl. práce	str. 2
místopřísežné prohl.	str. 3
seznam použitých skratek	str. 4
obsah	str. 6
úvod	str. 7
struktura příze a její tahová křivka	
2.1. základní poznatky	str. 8
2.2. tahová křivka	str. 14
použitá metoda měření a vyhodnocení tah.kř.	
3.1. měření tahové křivky	str. 24
3.2. vyhodnocení tahové křivky	str. 27
provedené experimenty a zjištěné výsledky	
4.1, experimentální materiál	str. 30
4.2. provedené experimenty	str. 32
tabulky	str. 34
graf č. 2	str. 44
porovnání průměrných tahových křivek - závěry	
5.1. porovnání σ tahových křivek	str. 45
5.2. závěry vypl. z poměru σ tah. kř.	str. 49
graf č. 2	str. 47
graf č. 3	str. 48
seznam použité literatury	str. 53
přílohy	

1 Ú V O D

Rozvoj průmyslu a růst životní úrovně v posledních letech je nejlépe patrný v socialistických státech. Plánovitě hospodaření, zvyšování kvality i rozšiřování sortimentů produkce vedou k růstu životní úrovně v ČSSR.

Také neustále stoupá spotřeba textilních výrobků, které by měli plně uspokojovat hmotné potřeby obyvatelstva na domácím i zahraničním trhu. Od textilních výrobků se vyžaduje trvalá a konstantní kvalita. Těchto požadavků se přímo dotýká záměr inovačního procesu ve všech národních podnicích. V nové koncepci jsou zahrnuty požadavky na novou konstrukci, orientace na suroviny, které by byly našemu národnímu hospodářství dostupnější, to znamená využívání syntetických materiálů. Je třeba zavádět výsledky vědy a techniky do praxe, uplatňovat nové progresivnější technologie.

Od strojního zařízení se vyžaduje, aby se na něm dala ekonomicky zpracovávat široká paleta vláken s možností rychlé výměny sortimentu při vysoké kvalitě a snadné obsluze.

Vývoj v přádelnách jde cestou úplné automatizace a tím dochází ke snižování počtu obsluhy. Úspora spotřeby elektrické energie nesmí vést ke zhoršení pracovních podmínek, ale ke zlepšení životní úrovně v pracovním procesu.

Na našem socialistickém trhu stoupají den ode dne nároky na technickou úroveň, užitnou hodnotu a kvalitu.

Je tedy třeba plně aplikovat výsledky moderní vědy, nacházet nová efektivnější řešení k uskutečňování výrobního procesu. Pro lepší z hospodárnění musíme postupně omezovat zbytečný dovoz surovin, na který především doplácela ekonomika našeho státu.

Jedním s prvořadých úkolů šestnáctého sjezdu KSČ je lepší a úspornější hospodaření s domácími surovinami a zvýšení produktivity práce v textilním průmyslu.

Celosvětovým trendem je inovace v textilním průmyslu, která by se měla také u nás projevit především při výrobě příze. K tomu by mělo přispět zkrácení výrobního procesu v přádelnách a přípravných.

2. 1. Struktura příze - základní poznatky

Vnitřní stavba, tedy uspořádání vláken v dané přízi je závislá na způsobu výroby / spřádací technologie, dopřádací systém.../. Odlišná struktura příze vede k odlišným vlastnostem, i když vlákenná surovina je tatáž. Je zřejmé, že příze mykaná a příze bezvřetenová mají různé vlastnosti i v případě, že použitá vlákenná surovina je v obou případech stejná. Tato skutečnost je způsobena odlišnostmi ve struktuře příze, jež jsou dány odlišným použitým dopřádacím systémem.

Je zřejmé, že zákonitosti struktury příze jsou závažné. Struktura přízi se vyznačuje velkou složitostí a dosud je znám jen omezený rozsah zákonitostí. Mimořádně důležitou stránkou je pak hledání a objevování vazeb mezi strukturálními faktory a vlastnostmi přízi.

Struktura příze je chápána jako samostatná teoretická disciplína, která v širším pojetí zahrnuje teoretický rozbor procesu tvorby příze a její geometrické stavby, rozbor geometrických a mechanických zákonitostí v procesu kroucení svazku vláken, vzájemné souvislosti mezi geometrickou stavbou, vlastnostmi svazku vláken a vlastnostmi příze. Struktura příze v užším slova smyslu pak bude uvažovat geometrické uspořádání základních elementů - vláken v tělese příze.

Základní poznatky o uspořádání vláken v přízi

Vývoj názorů na uspořádání vláken v tělese příze vychází z nejstarší představy, tzv. š r o u b o v i c o v é h o modelu. Tento model vycházel ze zřejmého pohledu na krutný proces, který probíhá při konečném formování příze. Přetváření vlákenného svazku krutným momentem, který působí na probíhající vlákenný svazek, bylo právě považováno za dominující faktor mechanicko-fyzikálního působení a odtud pak logicky vyplynul názor, že jednotlivá vlákna v tělese příze jsou uložena ve tvaru šroubovice na válcové vrstvě.

Tato představa ve své podstatě zanechala některé důležité mechanické faktory, které druhotně při kroucení vláknenného svazku vznikají, jakož i vliv původního uspořádání vláknenného svazku.

V přízi jsou vlákna uložena v křivkách na různých poloměrech a vyznačují se různými nepravidelnostmi /zahnuté začátky a konce vláken, smyčky i vystupující z vlastního jádra příze/.

Představa o struktuře příze ze šroubovicových vláken bývá řešena zavedením následujících skutečností, zjednodušujících předpokladů

- 1/ o s y š r o u b o v i c všech vláken leží v ose příze
- 2/ z á k r u t Z šroubovic všech vláken je stejný / a je roven zákrutu udělenému strojem/
- 3/ z a p l n ě n í μ je pro všechny poloměry konstantní /a je rovno celkovému zaplnění příze μ_p /

Zaplnění příze můžeme vyjádřit ze základních pojmů definujících přízi:

$$\mu_p = \frac{4 T}{\pi d^2 \rho_v} \quad /1/$$

kde μ_p poměr objemu vláken v úseku příze jednotkové délky ku celkovému objemu tohoto úseku. / $0 \leq \mu_p \leq 1$ /

T jemnost příze [Mtex] [kg . m⁻¹]

ρ_v měrná hmotnost vláken [kg . m⁻³]

d průměr příze [m]

Vláknenný materiál není však v řezu příze rozložen stejně hustě. Zaplnění μ_p , zavedené vstahem /1/ je jen průměrnou hodnotou ze všech míst řezu přízi. Protože příze je útvar v podstatě osově symetrický,

můžeme předpokládat, že zaplnění / podíl prostoru vyplněný vlákny / závisí na poloměru sledovaného místa. Zaplnění na obecném poloměru r označíme μ . Mezi zaplněním μ_p příze jako celku a radiální funkcí zaplnění μ platí vztah

$$\mu_p = \frac{8}{d^2} \int_0^{\frac{d}{2}} \mu \cdot r \cdot dr \quad /2/$$

kde r obecný poloměr příze $[m]$

μ zaplnění příze na obecném poloměru $[1]$

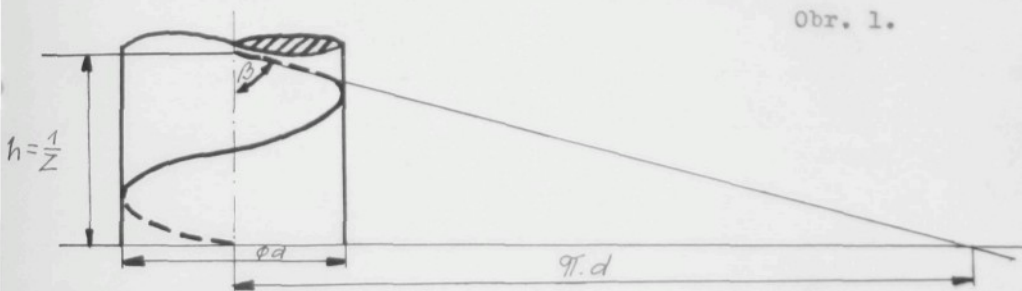
d průměr příze $[m]$

Poznámka: Bylo zjištěno, že hodnota zaplnění $\mu = 0,907$ je limitní hodnotou struktury řezu a hodnota zaplnění $\mu \leq 0,227$ je hodnotou u volné struktury řezu.

$[1]$

Schéma uložení vlákna v tělese příze podle šroubovicového modelu

Obr. 1.



podle tohoto obrázku je zřejmé, že $\tan \beta$ úhlu sklonu tečny křivky vlákna v ose příze bude:

$$\tan \beta = \frac{\pi \cdot d}{h} = \pi \cdot d \cdot Z \quad /3/$$

kde β úhel sklonu tečny křivky vlákna k ose příze

d průměr příze $[m]$

h stoupání šroubovice vlákna na $[m]$

Z počet zákrutů $[m^{-1}]$

Výsledky získané studiem šroubovicového modelu se však neomezují jen na závislost počtu zákrutů na jemnosti, šroubovicový model je též aplikován na problematiku mechaniky příze a to na nejzávažnější problémy z oblasti tahového namáhání vláken:

- deformace vláken příze při krutu
- deformace vláken příze při tahovém namáhání příze

Zaměříme se především na deformace vláken příze při tahovém namáhání. Přízové těleso pozůstává z elementů - vláken, jež jsou při zakrucování a tahové deformaci příze velmi nerovnoměrně deformovány. Je také zřejmé, že tahové síly ve vláknech po průřezu příze jsou značně nerovnoměrné v důsledku toho je využití mechanických vlastností vláken /pevnost/ v přízi jako celku velmi nedokonalé. Z toho vyplývá, že dochází pouze k částečnému využití pevnosti vláken.

Výsledky zjištěné teoreticky s použitím šroubovicového modelu je nezbytné ověřovat experimentálně, poněvadž míra shody teorie a experimentu kolísá. Zdokonalené způsoby experimentálního výzkumu struktury příze prokázaly odchylky reality od ideálního šroubovicového modelu.

Předpoklad ideálního šroubovicového modelu, že vlákno se nachází ve tvaru šroubovice ve válcové vrstvě se však experimentálně nepotvrdil. Naopak charakteristickým jevem ve struktuře příze je tzv.

m i g r a c e.

Migrací rozumíme změny vzdáleností elementů vlákna od osy příze

Existencí migrace byla tedy zřejmě vyvrácena hypotéza o šroubovicové a vrstvovité struktuře vlákna v přízi. Fyzikální vysvětlení migrace navrhl W. E. Morton. V důsledku rozdílné napjatosti vláken jsou málo napjatá vlákna vytlačována k povrchu a povrchová vlákna vtlačována dovnitř příze.

Podle J.W. S. Hearle je migrace vlákna v přízi výsledkem dvou působení. Jedno působení vyplývá ze smíšené rozdílnosti napětí ve vláknech a druhé závisí na počátečním zákrutu přástu. [27]

Model ideální migrace

Experimentálně prokázané „cestování“ křivky vlákna z osově oblasti příze do jejího okraje a zpět vedlo Treloara [3] k nové představě o tvaru vláken v přízi. Tvar vláken se odvozuje na základě těchto předpokladů:

- 1/ Uvažuje se nit vytvořená z nekonečných vláken
- 2/ Každé nekonečné vlákno prochází postupně od osy příze všemi poloměry až na povrch příze, kde se obrací a vrací zpět do osy, tak se to pravidelně a periodicky opakuje
- 3/ Všechny elementy všech vláken mají na jednom obecném poloměru r stejnou hodnotu úhlu β
- 4/ Zaplnění μ každé diferenciální vrstvy je stejné a rovno μ_p
- 5/ Zákrut Z je konstantní pro všechny elementy všech vláken

Vedle mechanických předpokladů existují ve zvláštním případě i geometrické předpoklady pro vznik migrace vláken ve struktuře příze. Při sledování jednotlivých vláken ve struktuře příze bylo zjištěno, že pevnost příze souvisí s její vnitřní strukturou. V přízi dochází k jevu, kdy část vláken je zapředená a část je volná - nezapředená. Lze tedy předpokládat, že na fyzikálně - mechanické vlastnosti/především pevnost/ bude mít vliv mírazapředení vlákna. Jak bylo experimentálně zjištěno poměrná pevnost $[N_{\text{tex}}]$ je u třech přízí stejné jemnosti vyrobené různými technologiemi různá.

Největší poměrnou pevnost bude mít příze česaná, kde je největší počet paralelně uložených vláken, potom příze mykaná a nejmenší poměrná pevnost je u příze bezvřetenové.

Základní představy o uspořádání vláken v přízi jsou však značně zjednodušené, přesto některé zákonitosti, které teoreticky vyplynuly z těchto zjednodušených představ o uspořádání vláken v přízi, se dosud prakticky aplikují ve své původní nebo modifikované podobě.

Výzkumná praxe ukazuje, že poznatky z oblasti struktury příze jsou důležité pro vědomé ovlivňování funkce dílčích pochodů neortodoxních dopravních systémů a cílem dosažení požadovaných užitných vlastností výsledné příze k tomu účelu prozatím nejsou zdaleka objasněny všechny zákonitosti struktury přízí a vztahy strukturálních faktorů vlastností přízí.

Složitost struktury odráží také tahová křivka přízí, která je náplní této diplomové práce.

2.2. T A H O V Á křivka příze

2.2.1. Není správné posuzovat deformace a napětí otázkou síly, protože jak je známo hrubší příze přenese více napětí než příze jemnější. Jemnost příze je dána vstahem:

$$T = \frac{G}{l} = \frac{S \cdot l \cdot \varphi}{l} \quad /4/$$

$$T = S \cdot \varphi$$

kde T jemnost příze [Mtex]

φ měrná hmotnost příze [kg.m³]
vlákny v

S plocha příčného řezu příze [m²]

l délka příze [m]

Napětí proto můžeme posuzovat jako:

$$\sigma = \frac{F}{t} \cdot \varphi = \frac{F}{S \cdot \varphi} \cdot \varphi = \frac{F}{S} \quad /5/$$

kde F síla [N]

V textilní praxi je však vžitější vztah pro napětí

$$\sigma = \frac{F}{T} \quad /6/$$

Chybí tedy vynásobení měrnou hmotností φ . To by nebylo správné např. porovnáváme-li napětí pro VS a POP, kde je měrná hmotnost značně rozdílná, Protože náplň této diplomové práce se dotýká pouze VS příze, takže při vyhodnocení je tato jednotka konstantou, omezíme se na vstah /6/.

$$\sigma = \frac{F}{T}$$

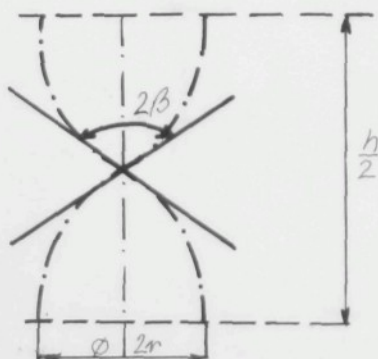
Co se děje při tahové deformaci ve struktuře příze?

Při namáhání příze tahovou silou dochází k přibližování vláken a tím ke zmenšování mezivláknových prostorů. Mění se zaplnění příze na obecném poloměru. Porovnáme nyní strukturu příčného řezu příze šroubovicové a strukturu reálného příčného řezu.

U šroubovicové příze se uvažuje v celém průřezu stejné zaplnění, vlákna tedy mají lineární závislost mezi napětím a prodloužením.

U reálné příze tomu tak nemůže být, neboť je známá proměnlivost zaplnění s poloměrem příze. Ve vnitřní polovině příze nalezneme vlákna více stěsnaná - větší hodnoty zaplnění, ve vnější polovině jsou vlákna uspořádána vlnněji až v okrajové části přecházejí do sféry ohlupatosti. V práci [4] jsou publikována měření vedoucí k závěru, že v osově části příze se zaplnění směrem k ose příze snižuje. Osa příze tedy není maximum zaplnění, ale naopak, v malém prostoru kolem ní, je sféra nižších hodnot zaplnění. To se také odráží v závislosti napětí a prodloužení jak ukazuje tahová křivka přízí.

2.2.2. Na strukturu příze má také velký vliv sklon vláken, jak vyplývá z deformace vláken při tahovém namáhání příze.



Obr 2. Osy vláken a osa příze

Podle zobrazení na obrázku 2. vyjádříme postupně závislost mezi relativním prodloužením příze $\mathcal{E}$ p daným příslušným tahovým namáháním a relativním prodloužením vlákna $\mathcal{E}v$.

Vztah pro délku ovinu vlákna l_v v nezatíženém / l_{v1} / a zatíženém stavu / l_{v2} /

$$\begin{aligned} l_{v1}^2 &= h_1^2 + 4\eta^2 r_v^2 \\ l_{v2}^2 &= h_2^2 + 4\eta^2 r_v^2 \end{aligned} \quad /7/$$

kde h_1, h_2 stoupání šroubovice vlákna v nezatíženém a zatíženém stavu [m]

r_v poloměr šroubovice vlákna [m]

Předpokládáme malé deformace to znamená, že r = konstanta v celém průběhu deformace.

Dále odvodíme:

$$\begin{aligned} \frac{l_{v2}^2}{l_{v1}^2} &= \frac{\frac{h_2^2}{h_1^2} + 4\eta^2 r_v^2 z_v^2}{1 + 4\eta^2 r_v^2 z_v^2} \\ / 1 + \varepsilon_v /^2 &= \frac{1 + \varepsilon_p /^2 + 4\eta^2 r_v^2 z_v^2}{1 + 4\eta^2 r_v^2 z_v^2} \end{aligned}$$

kde z_v počet zákrutů šroubovice vlákna na jednotku $[m^{-1}]$

ε_v je relativní prodloužení vláken [%]

ε_p relativní prodloužení příze [%]

Provedeme další úpravy:

$$/ 1 - \varepsilon_v /^2 = [1 + \varepsilon_p /^2 + \operatorname{tg}^2 \beta] \cdot \cos^2 \beta \quad /8/$$

$$\varepsilon_v = \cos \beta \sqrt{1 + \varepsilon_p^2 + \operatorname{tg}^2 \beta} - 1 \quad /9/$$

kde β úhel sklonu tečny křivky vlákna v ose
příze / $\operatorname{tg} \beta = 2\sqrt{r_2} /$

Upravíme rovnici /8/

$$\begin{aligned} 1 + 2\varepsilon_v + \varepsilon_v^2 &= [1 + 2\varepsilon_p + \varepsilon_p^2 + \operatorname{tg}^2 \beta] \cdot \cos^2 \beta = \\ &= \left[\frac{1}{\cos^2 \beta} + 2\varepsilon_p + \varepsilon_p^2 \right] \cdot \cos^2 \beta = \\ &= 1 + [2\varepsilon_p + \varepsilon_p^2] \cdot \cos^2 \beta \end{aligned}$$

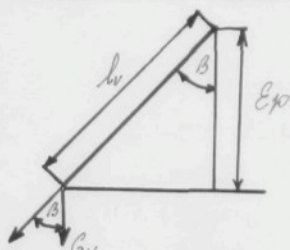
Čili $2\varepsilon_v + \varepsilon_v^2 = [2\varepsilon_p + \varepsilon_p^2] \cos^2 \beta$

$$\varepsilon_v + \frac{\varepsilon_v^2}{2} = \varepsilon_p \cdot \cos^2 \beta + \frac{\varepsilon_p^2}{2} \cdot \cos^2 \beta \quad /10/$$

Pro malé ε_p je též ε_v malé a lze zanedbat kvadratické členy, takže přibližně platí:

$$\varepsilon_v = \varepsilon_p \cdot \cos^2 \beta \quad /11/$$

Deformace příze při tahovém namáhání



Obr 3. F_v G_v

Podle obrázku 2 vyjádříme postupně závislost napětí v přízi a napětí ve vláknech při relativním prodloužení příze ε_p .

Vztah pro napětí ve vlákne.

$$\sigma_v = E_v \cdot \epsilon_v \quad /12/$$

kde E_v je modul vlákna

Vynásobíme-li napětí ve vlákne plochou příčného řezu dostaneme vztah pro sílu.

$$F_v = \sigma_v \cdot s = E_v \cdot \epsilon_v \cdot s \quad /13/$$

kde s plocha příčného řezu vlákna $[m^2]$

σ_v napětí ve vlákne $[N \cdot tex^{-1}]$

Protože za ϵ_v můžeme dosadit ve vztahu $\epsilon_p \cdot \cos^2 \beta$ platí.

$$F_v = s \cdot E_v \cdot \epsilon_p \cdot \cos^2 \beta \quad /14/$$

Chceme-li dosáhnout relativního prodloužení příze musíme vynaložit sílu G_v o velikosti:

$$\begin{aligned} G_v &= F_v \cdot \cos \beta = s \cdot E_v \cdot \epsilon_p \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos \beta = \\ &= s \cdot E_v \cdot \epsilon_p \cdot \cos^3 \beta \end{aligned} \quad /15/$$

Nyní budeme uvažovat diferenciální vrstvu, tedy prostor mezi dvěma válci výšky $1/Z$ s poloměry r , $r + dr$.



Plocha mezikruží je $2\pi \cdot r \cdot dr$

Obr 4.

Je-li její zaplnění μ , potom se v ní nachází objem $dV = \frac{1}{2} \pi r dr \mu$ vláken. Jedno vlákno s plochou příčného řezu s má na jednom ovínu objem $s \cdot l$. Podíl $dn = \frac{dV}{s \cdot l}$ vyjadřuje pak svým významem počet vláken v příčném řezu diferenciální vrstvou a platí: Pro délku l ovínu vlákna $l = l / \cos \beta$, takže

$$dn = \frac{2\pi r \cdot \mu \cdot dr}{s \cos \beta} \quad /16/$$

Protože nejde o plochu řezu rovnou, ale o plochu řezu šikmého vlákna počítáme se zvětšením $\frac{1}{\cos \beta}$ jak je uvedeno ve vztahu /16/.



obr. 5.

Takže po úpravě platí, že počet vláken v diferenciální vrstvě je

$$dn = \frac{2\pi \cdot r \cdot \mu \cdot \cos \beta}{s} \cdot dr$$

Toto platí pro případ, že podle šroubovicového modelu mají všechna vlákna v této diferenciální vrstvě stejný úhel β a zaplnění μ

$$\mu = \mu_p.$$

Sílu G_v v diferenciální vrstvě potom vyjádříme jako

$$\begin{aligned} dG_v &= G_v \cdot dn = s \cdot E_v \cdot \varepsilon_p \cdot \cos^3 \beta \cdot \frac{2\pi \cdot r \cdot \mu \cos \beta}{s} \cdot dr = \\ &= E_v \cdot \varepsilon_p \cdot 2\pi \cdot r \cdot \mu \cdot \cos^4 \beta \cdot dr \end{aligned} \quad /17/$$

Zjistíme kolik síly potřebujeme k tomu, abychom zvětšili prodloužení příze pro všechna vlákna skloněná pod úhlem β . Celková síla na přízi je :

$$G = \int_{r=0}^{r=R} dG \quad /18/$$

kde

R poloměr příze [m]

Pro dosazení do vzorce dG použijeme střední zaplnění μ_s a to tak, že μ_s není funkcí radiusu.

$$G = E_v \cdot \epsilon_p \cdot 2\pi \mu_s \int_0^R r \cdot \cos^4 \beta \cdot dr$$

Nás bude však spíše zajímat napětí v přízi, tedy σ_p , což bude síla na jednotku plochy

$$\sigma_p = \frac{G}{S_v} = \frac{G}{\pi R^2} = -\frac{1}{R^2} \cdot E_v \cdot \epsilon_p \cdot 2 \int_0^R r \cos^4 \beta \cdot dr \quad /19/$$

kde S_v sumární plocha vláken v přízi [m]

Provedeme substituci $J = \int_0^R r \cos^4 \beta dr$

Za $\cos^2 \beta$ můžeme podle známého vzorce dosadit $\frac{1}{1 + \tan^2 \beta}$ a za $\tan \beta = 2\pi r Z$ takže platí, že :

$$J = \int_0^R \frac{r dr}{1 + \tan^2 \beta} = \frac{1}{2\pi Z} \cdot \int_0^R \frac{2\pi r Z dr}{1 + 2\pi r Z / 2}$$

Provedeme další substituci.

$$2\pi r Z = t \quad \text{a} \quad 2\pi Z dr = dt$$

z toho vyjádříme:

$$dr = \frac{dt}{2\pi Z}$$

dosazením zpět do J dostaneme

$$J = \frac{1}{2\pi Z} \cdot \int_0^{2\pi R Z} \frac{t dt}{1 + t/2}$$

Po vyřešení integrálu dosadíme a získáme vztah pro J

$$J = \frac{1}{2\pi Z} \cdot \left[-\frac{1}{2} \frac{1}{1 + 2\pi R Z / 2} + \frac{1}{2} \right] = \frac{1}{2\pi R Z} \cdot \left[\frac{1 + 2\pi R Z / 2 - 1}{1 + 2\pi R Z / 2} \right]$$

kde $/2\pi RZ/2^2 \dots \dots$ je $\tan \beta$ na povrchu

Vynásobíme-li čitatele R^2 , dostaneme vztah kde $J = \cos^2 \beta_p \cdot \frac{R^2}{2}$

Napětí příze potom můžeme vyjádřit jako

$$\begin{aligned} \sigma_p &= \frac{1}{R^2} \cdot E_p \cdot E_v \cdot 2 \cdot \frac{R^2}{2} \cdot \cos^2 \beta_p = \\ &= E_v \cdot E_p \cdot \cos^2 \beta \end{aligned} \quad /20/$$

Porovnáním napětí příze a napětí vlákna při konstantním relativním prodloužením příze dostaneme

$$\frac{\sigma_p / E_p}{\sigma_v / E_p} = \frac{E_v \cdot E_p \cdot \cos^2 \beta_p}{E_v \cdot E_p} = \cos^2 \beta_p \quad /21/$$

Což znamená, že je-li svazek vláken paralelní, pak tahová křivka příze je totožná s tahovou křivkou vlákna. Tahová křivka zakrouceného vlákna bude tedy menší než tahová křivka nezakrouceného vlákna protože původní vlákno se bude násobit $\cos^2 \beta_p$.

Není tedy rozumné porovnávat tahovou křivku příze tahovou křivku vlákna $\Rightarrow$ příze je měkčí z důvodů sklonu vláken, proto se přízová křivka zvětšuje o $\frac{1}{\cos^2 \beta_p}$.

Poměr tahových křivek příze a vlákna není roven 1 je menší, ale v případě, že použijeme vztah $\frac{F_p}{F_v} \dots \dots \frac{1}{\cos^2 \beta}$ měl by poměr být roven 1 nebo se alespoň 1 přibližovat.

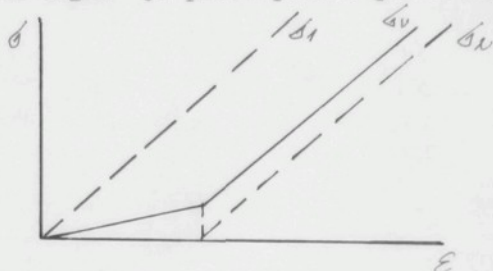
Působí-li v přízi pouze sklon vláken, poměr napětí v přízi a ve vláknech by měl být v průběhu tahové křivky:

- 1/ konstantní
- 2/ roven $\cos^2 \beta$

takže:
$$\frac{\sigma_p}{\cos^2 \beta} = \text{konstanta} = 1 \quad \text{pro všechna } E.$$

Je-li vyřazen podíl hmoty vláken pak bude poměr menší než 1. Zjistili jsme tedy, že modul příze je modul vlákna zmenšený $\cos^2 \beta$.

2.2.3. Vlákna v přízi nejsou všechna uložena paralelně, nýbrž některá z nich jsou zvlněná, jsou vytvořeny smyčky, kličky a pod. To má vliv při tahové zkoušce. Jako ideální případ si uvedeme 2 vlákna v prostoru upnutá v čelistech. Jedno vlákno je napjaté a druhé uvolněné. Při posunu dolní čelisti směrem dolů dochází k napínání prvního vlákna, kdežto druhé vlákno se pouze napřimuje a nedochází k deformaci. V okamžiku kdy je i druhé vlákno napříměno dochází tedy k deformaci obou vláken a ke zvýšení napětí. Výsledné napětí σ je potom patrné podle obrázku č. 6.



Obr. 6.

Napětí potřebné k deformaci jednoho vlákna je menší než napětí potřebné k deformaci obou vláken současně.

Napřímění vláken v přízi a jejich deformace závisí také na stupni zakroucení příze. Čím více je příze zakroucená tím méně se mohou vyrovnat nerovnoměrnosti vláken a to z tohoto důvodu. Vlákno nacházející se v přízi s menším počtem zákrutů je drženo okolními vlákny ve větších vzdálenostech, protože koeficient zaplnění je menší než je tomu u vlákna v silně zakroucené přízi.



Obr. 7.

a ... vzdálenost míst pevného držení okolními vlákny v přízi s menším počtem zákrutů

b... vzdálenost míst pevného držení okolními vlákny v přízi s velkým počtem zákrutů

Vlákno uložené v přízi je při namáhání tahovou silou napřimováno. To vlákno, které má místa pevného držení vzdálenější je drženo okolními vlákny ve větších vzdálenostech $/a/$, má tedy větší možnost

se napřímit, než vlákno, které je drženo okolními vlákny v kratších vzdálenostech /b/.

Celý strukturální model přesahuje však rozsah této diplomové práce, protože jejím cílem není zkoumání struktury příze, nýbrž objasnění vztahu mezi tahovou křivkou příze a tahovou křivkou vláken.

2.2.4. Při hodnocení příze tahovou zkouškou se tradičně vychází z pevnosti a tažnosti jediného koncového bodu tahové křivky / bod destrukce /. Pevnost a tažnost jsou velmi rozšířené při hodnocení kvality, nejsou však nejvhodnější, právě z důvodů, že bereme jediný bod a to bod destrukce. Obě tyto vlastnosti mají větší význam v oblasti zpracování než v oblasti užití. Nehodí se pro hodnocení např. hotových výrobků, textilií a pod. , kde nám nejde o to, kdy se výrobek znehodnotí, ale o jeho kvalitu při používání.

Není to zcela dokonalá náhrada informací o tahové křivce. Cílovým smyslem je zkoumání celé tahové křivky, protože ta nám vystihuje problém lépe než samotná pevnost a tažnost.

Běžně se tedy i když nesprávně, posuzuje využití substanční pevnosti. Kriterium $\frac{F_{př}}{F_{vl}}$ je však rozumné z účelového hlediska protože však příze se přetrhne při jiném poměrném prodloužení než vlákno, nevystihuje tento problém. Při vyhodnocení tahové křivky vycházíme ze vzájemného srovnávání napětí v přízi a ve vláknech na souměrném poměrném prodloužení. Vlákna v přízi jsou skosená zákrutem a proto je vzájemný poměr dán vstahem $\frac{F_{př}}{F_{vl}} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta}$, což je zprávnější posouzení.

Pro stanovení úhlu β je možno vyjít ze znalosti šroubovicového modelu, kde platí, že

$$\operatorname{tg} \beta = \pi d z$$

a ke stanovení β d příze užijeme výraz dle SVÚT Liberec ověřen pro VS

$$d = \frac{5,5531 \cdot 0,95 \cdot T^{0,6}}{a_m^{0,257} \cdot 1.000^{0,6}} \quad /25/$$

3 Použitá metoda měření a vyhodnocení tahové křivky

3. 1. Měření tahové křivky

Měření tahové křivky bylo provedeno na zařízení vyvinutém v SVÚT Liberec, které se skládá z těchto částí:

- a/ dynamometr INSTRON - s dodatečně zabudovanými čidly a vývodem elektrických signálů úměrných napětí a poměrnému prodloužení
- b/ analogově - číslicový voltmetr
- c/ elektrická centrální jednotka a děrovač osmistopé děrné pásky

DYNAMOMETR INSTRON - pro naše měření byl použit komerčně vyráběný dynamometr, který je upraven pro komunikaci s centrální jednotkou, napěťový signál, který nám charakterizuje tahovou sílu - u standardních provedení použit pro pohyb zapisovače - je paralelně vyveden do svorek a připojen analogově - číslicový voltmetr.

Jedna ze šroubových hřídelí, sloužící k pohybu mostu se spodní čelistí, je připojena na speciální čidlo měřící úhlový pohyb této hřídele. Je použito čidlo impulsní, které fotonkami registruje světelné impulsy. Čidlo rozlišuje zda čelist stoupá nahoru nebo klesá dolů. Z čidla vycházejí napěťové impulsy do centrální jednotky. Tyto impulsy jsou úměrné prodloužení. Impuls deformace jde přímo do centrální jednotky. Toto zařízení je seřízeno tak, že jeden impuls odpovídá prodloužení 0,1 mm.

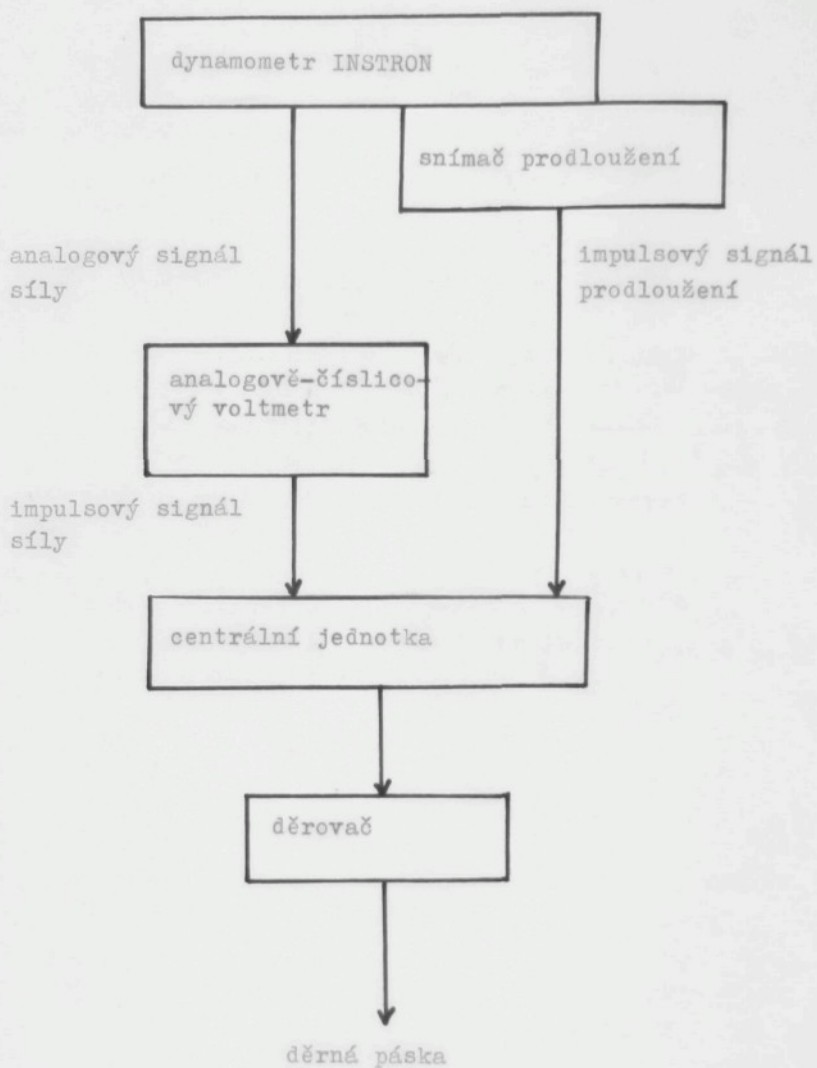
ANALOGOVĚ ČÍSLICOVÝ VOLTMETR - n. p. Metra Blansko - převádí analogový signál napětí, přivedený z dynamometru Instron do číslicové formy. Tato číselná hodnota postupuje z voltmetru do centrální jednotky a souvisí s tahovou silou, která je úměrná s konstantou stanovující se cejchováním přístroje před vlastním měřením.

CENTRALNÍ JEDNOTKA - je vyrobena v SVĚT Liberec jako universální jednotka. Centrální jednotka zpracovává vstupní signál a řídí děrování potřebných hodnot na děrovači. Na displei centrální jednotky jsou dva registry x - y, na němž je možno vizuálně sledovat snímané veličiny. Centrální jednotka je vybavena časovým generátorem, který ve zvoleném časovém kroku dává impulsy k vyděrování obou proměnných děrovačem.

Pozn. Tato jednotka slouží i k jiným měřením např. měření souřadnic bodů prostřednictvím digitalisačního rámu.

DĚROVAC - použité zařízení je vyrobeno fy. CELLATRON, děrovač je řízen centrální jednotkou a děruje měřené veličiny v tomto pořadí: nejprve děruje prodloužení a potom napětí. Veličiny jsou děrovány na osmi stopou děrnou pásku v kódu ASCII /norma děrné pásy/. Jednotlivá data na děrné pásce jsou oddělena pouze omezovačem CR /návrat/.

Za použití experimentální soustavy uvedené na obrázku č. 8 je možno získat tahovou křivku v mnoha bodech, zaznamenanou na děrné pásce která může být předložena výpočetní technice.



Obr.8. Experimentální soustava

3.2. Vyhodnocení tahové křivky

K vyhodnocení tahové křivky z děrné pásky vyděrované na předcházejícím zařízení byl použit stolní kalkulátor PACKARD 4800 A s periferními jednotkami:

- snímač děrné pásky
- magneto - pásková jednotka
- souřadnicový zapisovač

K výpočtu byly použity programy, které byly vypracovány v SVÚT Liberec a to tyto programy s názvem:

- 1- Tahová křivka - standard
- 2- Tahová křivka - časový krok

První program byl použit k vyhodnocení všech tahových křivek jednotlivých přízí a z naměřením hodnot byla vyhodnocena tahová křivka průměrná.

Druhý program byl použit pro vyhodnocení vlákna.

TAHOVÁ KŘIVKA - S T A N D A R D

Jako vstupní jednotky kalkulátoru jsou:

- zvolená velikost předpětí a přepočtové konstanty získané při cejchování přístroje. Jednotlivé body, jejichž souřadnice jsou zaznamenány na děrné páse jsou sejmuty do počítače. Pokud hodnota nedosáhne určeného předpětí pokračuje se ve čtení tak dlouho, až napětí tuto hodnotu přesáhne. Pak počítač stanoví prodloužení, při kterém bylo dosaženo určeného předpětí, toto prodloužení připočítá k upínací délce a takto vzniklou délku přepočte na výchozí nenapjatou délku. Po té následující body tahové křivky lineárně interpoluje a zjišťuje tak, hodnotu tahového napětí s předem stanoveným krokem.
- Po zpracování celého diagramu je tahová křivka vynesena graficky souřadnicovým zapisovačem. Obsluha rozhodne, zda takto zpracovanou tahovou křivku použije pro další výpočet nebo zda se do celkového hodnocení nepoužije.

Tím je dána možnost odstranit z celkového vyhodnocení tahové křivky, které byly zjištěny nekorektním měřením/ tzn. přetřh u čelisti- poznam. se na děrnou pásku - dále náhodné technické chyby při děrování a čtení děrné pásky na příslušném zařízení/. Regulerní tahová křivka je pak začleněna do vyhodnocení průměrné tahové křivky.

- hodnoty průměrné tahové křivky jsou zjišťovány pro hodnotu poměrného prodloužení rozdělenou konstantním krokem tak, že za průměrnou hodnotu napětí na daném poměrném prodloužení se považuje aritmetický průměr hodnot napětí ze všech začleněných křivek. Neuvažují se tedy křivky, které byly při výběru vyloučeny.

Kromě toho program vyhodnocuje směrodatnou odchylku napětí na každou hodnotu poměrného prodloužení. Vedle tahové křivky program zpracovává také koncové body tahové křivky tj. její pevnost a tažnost.

Vyhodnocuje se průměrná pevnost a tažnost a jejich směrodatné odchylky. Závěrečným výsledkem výpočetního zpracování jsou tabulky vypočtených hodnot. Uvedené tabulky jsou uváděny v hodnotách napětí [p . tex]

Dále se graficky zpracuje průběh průměrné tahové křivky, označí se body $\pm \delta$, bod průměrné pevnosti a tažnosti a jejich intervaly $\pm \delta$.

Program tahová křivka STANDARD-pomocí tohoto programu vyhodnocujeme prodloužení z odpovídajícími hodnotami na děrné pásce. To je možno provést všude tam, kde se pracuje s dostatečně velkou upínací délkou, tj. kde rozlišovací schopnost čidla/ prodloužení 0, 1 mm/ je dostatečně jemná. Při měření tahové křivky vlákna s upínací délkou 10 mm je však tato jednotka příliš hrubá /malá rozlišovací schopnost/, v těchto případech je možno využít faktu, že pohyb čelisti dynamometru je realizován synchroním motorem tj. je rovnoměrný a spřažený s frekvencí sítě střídavého proudu. Od téže frekvence jsou odvozovány i časové impulsy dané generátorem pro děrování. Platí tedy, že hodnoty napětí jsou děrovány s konstantním krokem poměrného prodloužení, proto je možné stanovit předběžným výpočtem příslušnou konstantu, která reprezentuje krok poměrného prodloužení mezi dvěma vyděrovanými hodnotami. Pak ovšem může být hodnota poměrného prodloužení určena jako násobek této konstanty napěťového signálu.

Tuto variantu výpočtu provádí program TAHOVÁ KŘIVKA-Č A S O V Í
K R O K, který byl použit pro vyhodnocení tahové křivky vláken.
Oba programy mohou pracovat až do poměrného prodloužení 25 krát
zvolený krok poměrného prodloužení.

4. PROVEDENÉ EXPERIMENTY A ZJIŠTĚNÉ

V Ý S L E D K Y

4.1. Experimentální materiál

V návaznosti na srovnávací výzkum různých technologií v SVÚT Liberec byly zvoleny VS příze, a které byly vyrobeny pěti různými technologiemi.

- A/ mykanou
- B/ česanou
- C/ rotorovou
- D/ technologií DREF
- E/ vlnařskou mykanou

Množství příze pro jeden vzorek bylo omezeno, protože výpřed přízí se značenými vlákny byl určen i pro jiné speciální výzkumné práce. Tato skutečnost ne dovozovala provést na těchto přízích větší množství měření náročných na spotřebu materiálu.

Použité typy přízí:

č. příze	použitá technologie	T [tex]	Z [m ¹]
1	mykaná	36,8	497
2	mykaná	19,6	669
3	česaná	40,5	400
4	česaná	20,1	645
5	rotorová	38,3	517
6	rotorová	19,2	784
7	DREF	88,5	631
8	mykaná vlnařská	101	372

Již v minulosti byly v SVÚT Liberec u těchto přízí provedeny standardní zkoušky v laboratoři. Parametry jsou uvedeny v následující tabulce.

parametry příze

měřená veličina	měrná jednotka	číslo příze							
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
jemnost	tex	36,8	19,6	40,5	20,1	38,3	19,2	88,5	101
variační koefic.									
jemnosti	%	2,1	1,6	3,4	2,7	5,8	2,6	1,9	8,2
zákrut	m ⁻¹	497	669	400	645	517	784	631	372
stupeň zákrutů	/am/	95,4	93,6	96,6	91,4	101	101	188	118
variační koefic.									
zákrutů	%	3,5	4,9	5,4	3,7	2,9	4,3	4,0	5,3
tržná síla	N	4,9	2,4	5,3	2,3	3,3	1,4	3,4	6,0
tržná síla vsta-									
žená na jemnost	N.tex.10 ⁻²	13,4	12,2	13,4	11,7	8,8	7,6	3,9	6,1
variační koefic.									
tržné síly	%	9,8	9,8	6,9	11,7	7,8	9,9	12,7	25
tažnost	%	12,4	10,6	11,8	9,8	11,3	10,6	7,8	8,4
variační koefic.									
tažnosti	%	7,3	10,3	6,5	8,3	5,3	10,1	18,9	24,6
variace kvadratické									
nestejnoměrnosti	%	13,1	16,4	11	13,4	13,3	15,7	15,8	16,3
slabá místa	1/1000m	0	38	0	10	1	34	57	170
silná místa	"	14	106	5	18	12	57	162	46
nopky	"	8	36	6	14	3	53	60	61
průměr	mm	0,259	0,179	0,27	0,17	0,298	0,218	0,53	0,594
variační koefic.									
průměru	%	11,7	14,0	13,4	14,7	18,2	22,4	17,5	15,6
chlupatost	m ⁻¹	1050	560	735	472	525	577	2205	2205

Uvedené příze byly vyrobeny z VS vláken ba-typu o těchto parametrech:

jemnost	tex	0,162
dělka	mm	39,2
mezna délka pro podíl krátkých vláken	mm	10
tržná síla	N	0,0319
variace tržné síly	%	14,8
tržná síla vstažená na jemnost	$N \cdot tex^{-1}$	0,197
střední skadeření	%	18,5
počet slepených míst	1/50g	0
počet neprodloužených vláken	1/50g	0

4.2. Provedené experimenty

Průměrné tahové křivky vláken a přízí byly vyhodnoceny na stolním kalkulátoru PACKARD 4800 A. Každá průměrná tahová křivka byla vyhodnocena z určitého počtu měření, který byl dán výběrem vhodných tahových křivek. Počet měření pro vyhodnocení průměrné tahové křivky jednotlivých přízí a průměrné tahové křivky vlákna je následující:

příze č. 1	-	53 měření
" č. 2	-	45 "
" č. 3	-	47 "
" č. 4	-	45 "
" č. 5	-	38 "
" č. 6	-	45 "
" č. 7	-	44 "
" č. 8	-	39 "
vlákna	-	38 "

Upínací délka byla zvolena následující: vlákna
příze

$l_0 = 10 \text{ mm}$
 $l_0 = 500 \text{ mm}$

Všechny materiály byly vyhodnoceny pro poměrné prodloužení od 0 do 0,125 s krokem 0,005, protože vlákno mělo tažnost na mezi ϵ vlnosti větší než 0,125 bylo vyhodnoceno ještě alternativně v rozsahu poměrného prodloužení od 0 do 0,375 s krokem 0,015. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulkách a průměrné tahové křivky vyneseny v grafech. Předpětí pro přízi bylo zvoleno $2[p \cdot \text{tex}]^{-1}$ - tato hodnota byla zvolena na základě zkušeností tvarovaného hedvábí, kde se doporučuje předpětí k vyrovnání různých obloučků a zkadeření $0,2[p \cdot \text{den}]^{-1} = 2[p \cdot \text{tex}]^{-1}$

Pozn. Protože skupnice dynamometru INSTRON a použité programy jsou zpracovány v jednotkách síly $1[p]$ jsou rovněž jak již bylo dříve uvedeno v části 3.2. tabulky uvedeny v hodnotách napětí $[p \cdot \text{tex}]^{-1}$. Na grafech je pro orientaci již uvedena stupnice $[N \cdot \text{tex}]^{-1}$.

Grafy jednotlivých průměrných tahových křivek jsou uvedeny v příloze č.1-8 pro příze, č.9-10 pro vlákna.

V grafu č.1. jsou pro orientaci uvedeny všechny průměrné tahové křivky.

Příze č. 1

$\varepsilon / \%$	$R / p \cdot \text{tex}'$	$G_F / p \cdot \text{tex}'$
0,005	1,247	0,097
0,01	2,767.	0,156
0,015	4,122	0,201
0,02	8,115	0,235
0,025	5,881	0,269
0,03	6,431	0,307
0,035	6,883	0,339
0,04	7,266	0,360
0,045	7,602	0,381
0,05	7,94	0,404
0,055	8,264	0,425
0,06	8,581	0,444
0,065	8,897	0,463
0,07	9,219	0,482
0,075	9,55	0,496
0,08	9,878	0,510
0,085	10,211	0,531
0,09	10,556	0,547
0,095	10,909	0,561
0,1	11,263	0,575
0,105	11,3998	1,689
0,11	11,009	3,130
0,115	9,868	4,896
0,120	7,245	6,108
0,125	0	0

 $\emptyset$ pevnost = 12,39574 /p.tex' $G = 0,80001$ /p.tex' $\emptyset$ tažnost = 0,11585 /%/ $G = 0,00538$ /%/

Příže č. 2

$\varepsilon / \%$	$F / p \cdot \text{tex}^{-1}$	$G / p \cdot \text{tex}^{-1}$
0,005	1,713	0,166
0,01	3,507	0,293
0,015	4,829	0,362
0,02	5,699	0,431
0,025	6,272	0,479
0,03	6,716	0,517
0,035	7,093	0,555
0,04	7,437	0,586
0,045	7,755	0,612
0,05	8,064	0,637
0,055	8,376	0,661
0,06	8,684	0,679
0,065	8,987	0,704
0,07	9,301	0,726
0,075	9,624	0,751
0,08	9,400	2,188
0,085	9,114	3,163
0,09	7,339	4,839
0,095	6,841	5,200
0,1	5,827	5,616
0,105	4,050	5,527
0,110	2,939	5,216
0,115	0,835	2,934
0,12	0	0
0,125	0	0

$\emptyset$ pevnost = 10,94386 $/ p \cdot \text{tex}^{-1}$
 $\emptyset$ tažnost = 0,09511 $/ \%$

$G = 1,2716 / p \cdot \text{tex}^{-1}$
 $G = 0,01171 / \%$

Příze č. 3

$\varepsilon / \%$	$F / \text{p.tex}^{-1}$	$G_F / \text{p.tex}^{-1}$
0,005	1,352	0,12
0,01	3,025	0,226
0,015	4,588	0,3
0,02	5,734	0,33
0,025	6,542	0,348
0,03	7,124	0,387
0,035	7,581	0,417
0,04	7,976	0,441
0,045	8,331	0,458
0,05	8,687	0,478
0,055	9,040	0,503
0,06	9,384	0,521
0,065	9,733	0,539
0,07	10,095	0,561
0,075	10,464	0,584
0,08	10,532	0,606
0,085	11,205	0,632
0,09	11,594	0,649
0,095	11,632	1,933
0,1	11,432	3,161
0,105	9,205	5,56
0,11	6,921	6,346
0,115	3,117	5,683
0,120	1,212	4,010
0,125	0	0

$\emptyset$ pevnost = 12,77511 / p.tex^{-1}

$\emptyset$ tažnost = 0,10617 / %

$G = 1,00948 / \text{p.tex}^{-1}$

$G = 0,00738 / \%$

Příze č. 4

$\varepsilon / \% /$	$F / p \cdot \text{tex}^{-1}$	$G_F / p \cdot \text{tex}^{-1}$
0,005	1,885	0,277
0,01	4,045	0,315
0,015	5,733	0,333
0,02	6,808	0,349
0,025	7,480	0,342
0,03	7,984	0,391
0,035	8,413	0,404
0,04	8,793	0,423
0,045	9,165	0,443
0,05	9,534	0,462
0,055	9,899	0,447
0,06	10,264	0,497
0,065	10,630	0,518
0,07	10,555	2,117
0,075	9,752	3,423
0,08	8,932	5,099
0,085	7,522	5,741
0,09	6,149	5,981
0,095	3,824-	5,726
0,1	1,470	4,161
0,105	0,926	1,839
0,11	0,277	1,839
0,115	0,0006	0,004
0,120	0,0005	0,0032
0,125	0	0

$\emptyset$ pevnost = 12,14472 /p.tex⁻¹

$\emptyset$ tažnost = 0,08511 /%/

$G = 0,98572$ /p.tex⁻¹

$G = 0,01062$ /%/

příze č.5

ε /%/	$F/p \cdot \text{tex}^{-1}$	$G_F/p \cdot \text{tex}^{-1}$
0,005	0,952	0,057
0,01	1,925	0,112
0,015	2,859	0,168
0,020	3,626	0,213
0,025	4,233	0,245
0,03	4,726	0,277
0,035	5,148	0,302
0,04	5,514	0,324
0,045	5,835	0,325
0,05	6,157	0,361
0,055	6,459	0,379
0,06	6,754	0,396
0,065	7,038	0,413
0,07	7,319	0,439
0,075	7,632	0,441
0,08	7,926	0,456
0,085	8,227	0,473
0,09	8,536	0,493
0,095	8,829	0,534
0,1	8,192	2,859
0,105	6,954	4,215
0,11	4,461	4,982
0,115	2,473	4,473
0,12	1,105	2,71
0,125	0	0

$$\emptyset \text{ pevnost} = 9,56214 / p \cdot \text{tex}^{-1}$$

$$\emptyset \text{ tažnost} = 0,13632 \text{ } \%/$$

$$G = 0,83676 / p \cdot \text{tex}^{-1}$$

$$G = 0,00695 \text{ } \%/$$

Příze č. 6

$\varepsilon / \% /$	$F / p \cdot \text{tex}^{-1}$	$\sigma_F / p \cdot \text{tex}^{-1}$
0,005	0,966	0,071
0,01	1,921	1,147
0,015	2,776	0,206
0,02	3,451	0,261
0,025	3,922	0,301
0,03	4,413	0,333
0,035	4,787	0,362
0,04	5,117	0,389
0,045	5,420	0,411
0,05	5,708	0,428
0,055	5,992	0,447
0,06	6,265	0,469
0,065	6,532	0,483
0,07	6,785	0,516
0,075	6,627	1,492
0,08	6,56	2,357
0,085	6,204	2,85
0,09	5,302	3,644
0,095	4,338	4,089
0,1	3,445	4,097
0,105	2,367	3,806
0,11	1,159	2,750
0,115	0,218	1,406
0,12	0,013	0,087
0,125	0	0

 σ pevnost = 7,99235 /p.tex⁻¹ σ tažnost = 0,091 /%/ $\sigma = 1,00435 /p \cdot \text{tex}^{-1}$ $\sigma = 0,01172 /\% /$

Příze č. 7

$\varepsilon / \%$	$F / p \cdot \text{tex}^{-1}$	$G_F / p \cdot \text{tex}^{-1}$
0,005	0,608	0,055
0,01	1,0526	0,095
0,015	1,479	0,103
0,020	1,825	0,131
0,025	2,119	0,138
0,03	2,38	0,162
0,035	2,61	0,175
0,04	2,82	0,189
0,045	3,021	0,201
0,05	3,205	0,223
0,055	2,947	1,063
0,06	2,541	1,602
0,065	2,497	1,736
0,07	1,956	1,949
0,075	1,534	1,979
0,08	1,021	1,844
0,085	0,516	1,416
0,09	0,308	1,1529
0,095	0,122	0,801
0,105	0	0
0,105	0	0
0,110	0	0
0,115	0	0
0,12	0	0
0,125	0	0

ϕ pevnost = 3,78813 / $p \cdot \text{tex}^{-1}$

$G = 0,57374 / p \cdot \text{tex}^{-1}$

ϕ tažnost = 0,06614 / %

$G = 0,01233 / \%$

Příze č. 8

$\varepsilon / \%$	$F / \text{p.tex}^{-1}$	$\sigma_F / \text{p.tex}^{-1}$
0,005	0,603	0,046
0,01	1,133	0,085
0,015	1,681	0,110
0,02	2,191	0,130
0,025	2,648	0,143
0,03	3,062	0,159
0,035	3,434	0,175
0,04	3,769	0,194
0,045	4,079	0,210
0,05	4,395	0,227
0,055	4,658	0,246
0,06	4,534	1,131
0,065	4,652	1,596
0,07	4,749	1,842
0,075	4,176	2,522
0,08	3,840	2,844
0,085	3,443	3,186
0,09	2,412	3,228
0,095	1,436	2,832
0,1	0,593	2,056
0,105	0,413	1,775
0,110	0,429	1,843
0,115	0,458	1,972
0,120	0	0
0,125	0	0

σ pevnost = 6,10786 /p.tex⁻¹
 σ tažnost = 0,08179 /%

$\sigma = 0,00904$ /p.tex⁻¹
 $\sigma = 0,01416$ /%

Vlákno - krok 0,005

$\varepsilon / \%$	$F / \text{p.tex}^{-1}$	$G_F / \text{p.tex}^{-1}$
0,005	1,876	0,557
0,010	4,258	1,166
0,015	6,232	1,307
0,020	7,466	1,213
0,025	8,214	1,125
0,030	8,737	1,103
0,035	9,154	1,129
0,040	9,524	1,177
0,045	9,914	1,254
0,050	10,296	1,337
0,055	10,695	1,418
0,060	11,109	1,514
0,065	11,526	1,601
0,070	11,957	1,683
0,075	12,399	1,768
0,080	12,838	1,897
0,085	13,290	1,917
0,090	13,745	1,988
0,95	14,215	2,058
0,1	14,678	2,117
0,105	15,125	2,154
0,110	15,616	2,225
0,115	16,098	2,278
0,120	16,577	2,324
0,125	0	0

$$\emptyset \text{ pevnost} = 16,57699 / \text{p.tex}^{-1} \quad G = 2,32432 / \text{p.tex}^{-1}$$

$$\emptyset \text{ tažnost} = 0,12 \, \%/ \quad G = 0 \, \%/$$

Vlákno - krok $\varepsilon = 0,015$

$\varepsilon / \%$	$F / p. \text{ tex}^{-1}$	$\delta_F / p. \text{ tex}^{-1}$
0,015	6,057	1,368
0,030	8,664	1,058
0,045	9,856	1,21
0,060	11,06	1,476
0,075	13,719	1,985
0,090	15,104	2,171
0,105	16,315	2,706
0,120	16,520	5,407
0,135	17,363	5,795
0,150	16,449	7,542
0,165	12,528	9,431
0,180	9,502	10,062
0,195	5,227	8,917
0,210	1,729	5,252
0,225	0,001	0,008
0,240	0	0
0,255	0	0
0,270	0	0
0,285	0	0
0,300	0	0
0,315	0	0
0,330	0	0
0,345	0	0
0,360	0	0
0,375	0	0

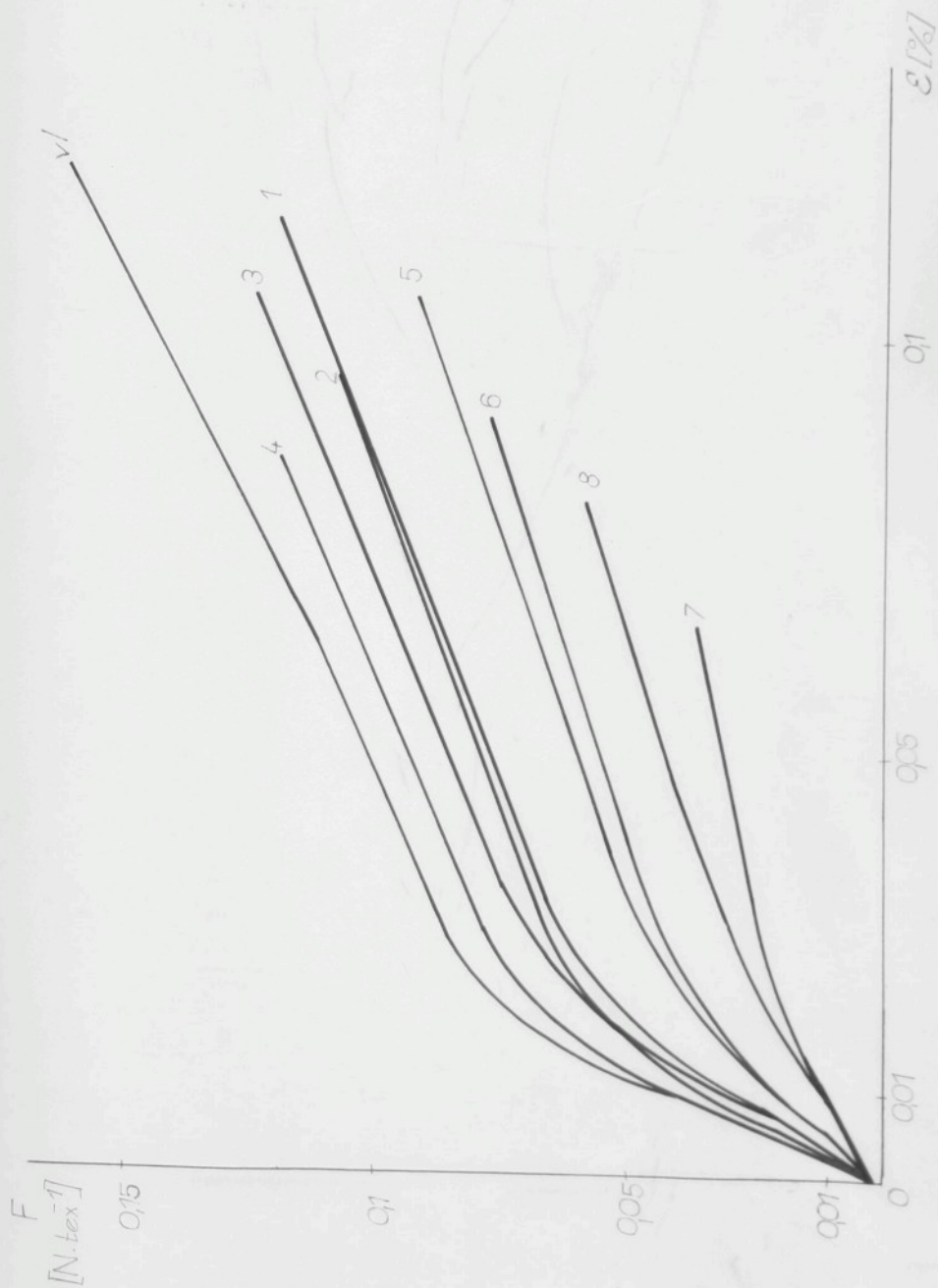
$\emptyset$ pevnost = 21,038 /p.tex⁻¹

$\delta = 2,54186$ /p.tex⁻¹

$\emptyset$ tažnost = 0,17882 %/

$\delta = 0,03085$ %/

Ø TAHOVÉ KŘIVKY



graf č. 1.

5. POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÉ TAHOVÉ KŘIVKY PŘÍZÍ Z PRŮMĚRNOU TAHOVOU KŘIVKOU VLÁKEN - ZÁVĚRY Vyplyvající z tohoto poměru

5.1. Porovnání průměrných tahových křivek

U každé z osmi zkoušených viskozových přízí bylo provedeno porovnání její tahové křivky s tahovou křivkou vláken, ze kterých jsou všechny uvedené příze vyrobeny. Hodnoty, které byly vypočteny z poměru $\frac{F_{př}}{F_{vl}}$, byly vyneseny do grafu č. 2.

Protože však srovnáváme hodnoty tahové křivky vláknenné suroviny a hodnoty tahové křivky příze, kde jsou již vlákna napnutá, zkosená zákrutem, jsou vyrovnány tvarové nerovnoměrnosti, není poměr $\frac{F_{př}}{F_{vl}}$ zcela správný.

Pro správnější porovnání musíme počítat se zvětšením poměru o $1/\cos^2 \beta$, jak je uveden v kapitole 2.2.2. Skutečný poměr tahových křivek vypočtený podle vztahu $\frac{F_{př}}{F_{vl}} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta}$ Vyneseme do grafu č. 3. Tento poměr je správnější a více se blíží skutečnému poměru obou tahových křivek, jak je uvedeno v kapitole 2.2.4. Abychom však mohli pro výpočet poměrů tahových křivek použít vztahu $\frac{F_{př}}{F_{vl}}$, musíme znát úhel β /úhel sklonu tečny křivky vlákna/, který můžeme vypočítat ze známých parametrů příze. Ze známé jemnosti příze T [tex] a zákrutů Z [m⁻¹] vyjádříme zákrutový koeficient a_m .

$$Z = a_m \cdot \frac{100}{\sqrt[3]{T^2}} \quad /23/$$

$$a_m = \frac{Z \cdot \sqrt[3]{T^2}}{100} \quad /24/$$

Tyto zákrutové koeficienty u jednotlivých přízí použijeme pro výpočet průměrů d příslušných přízí. Výpočet průměru d [mm] je nezbytný k určení úhlu β , což je úhel sklonu tečny vláken podle šraubovicového modelu. Průměr d vypočteme podle vztahu ověřeného pro VS v SVÚT Liberec:

$$d = \frac{5,5531 \cdot 0,95 \cdot T^{0,6}}{a_m \cdot 0,257 \cdot 1000^{0,6}} \quad [\text{mm}] \quad /25/$$

Tento průměr dosadíme do vztahu/3/ odvozeného ze šroubovicového modelu, kde $\operatorname{tg} \beta$ se rovná $\pi \cdot d \cdot Z$

$$\operatorname{tg} \beta = \pi \cdot d \cdot Z \quad /3/$$

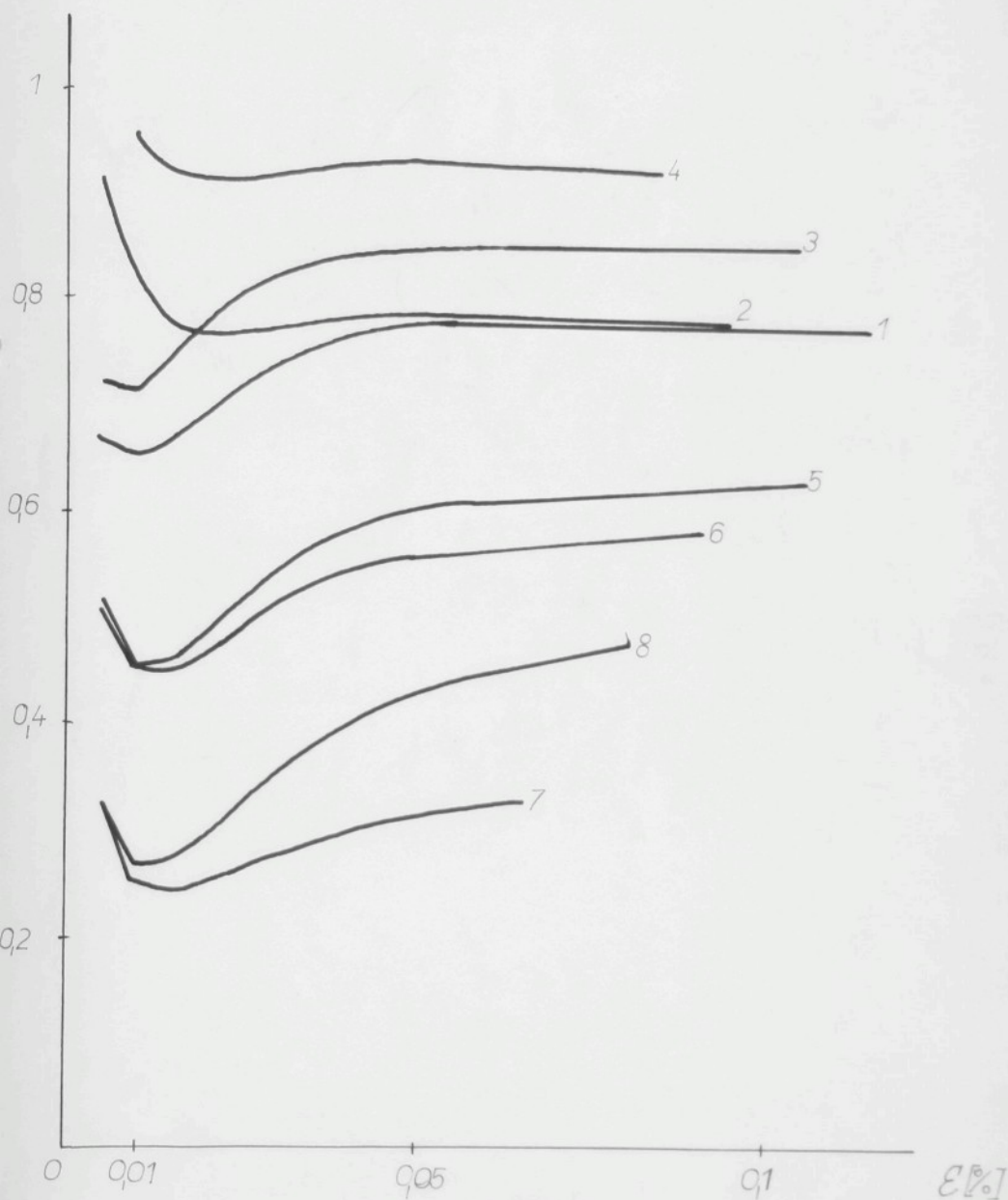
Pro každou přízi byly z vypočteného úhlu β stanoveny příslušné hodnoty $\cos^2 \beta$ a $1/\cos^2 \beta$ potřebné pro výpočet poměrů průměrných tahových křivek. Všechny vypočtené hodnoty jsou pro jednotlivé příze uvedeny v následující tabulce:

č. př.	jemnost [tex]	zákrut [Z/m]	a_m	průměr [mm]	β	$\cos^2 \beta$	$1/\cos^2 \beta$
1	36,8	497	54,92	0,26	22°	0,86	1,163
2	19,6	669	48,5	0,18	20,5°	0,877	1,140
3	40,5	400	47,2	0,285	20°	0,883	1,133
4	20,1	645	47,7	0,19	21°	0,871	1,148
5	38,3	517	58,68	0,26	23°	0,847	1,181
6	19,2	784	56,5	0,18	24°	0,835	1,198
7	88,5	631	125,25	0,35	37°	0,638	1,567
8	101	372	80,5	0,43	27°	0,794	1,259

Z hodnot $\frac{F_{př}}{F_{vl}}$ / $\frac{1}{\cos^2 \beta}$ vynesných v grafu č. 3 vyplývající následující skutečnosti.

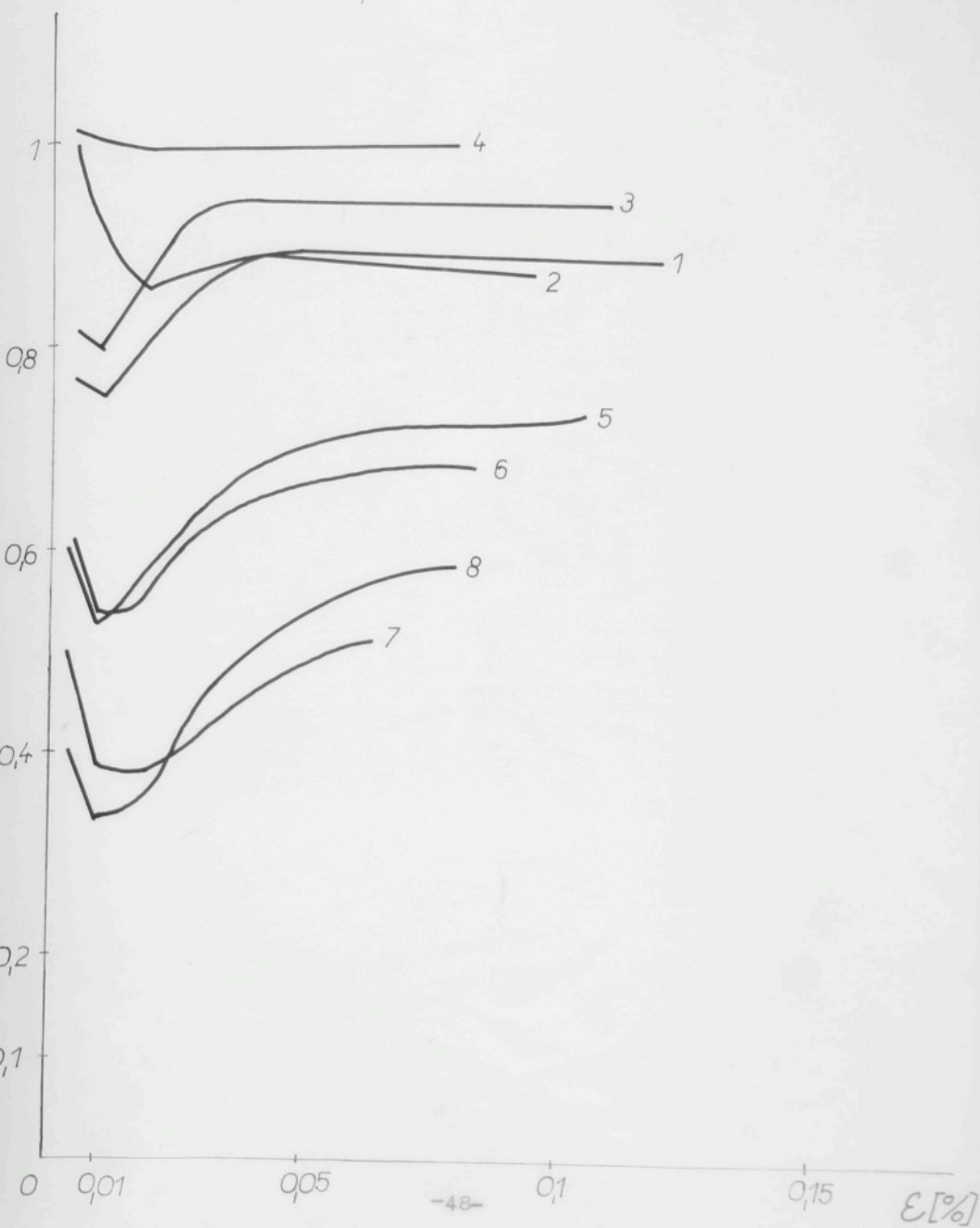
$$\left| \frac{F_{pr}^v}{F_v} \right|$$

graf 8.2.



$$\left| \frac{F_{pr}^v}{F_v l} \right| \cdot \left| \frac{1}{\cos^2 \beta} \right|$$

graf 8.3.

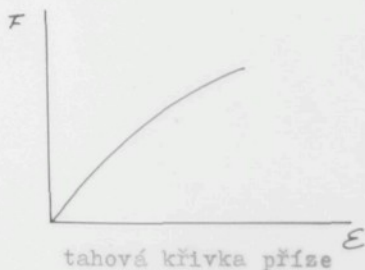
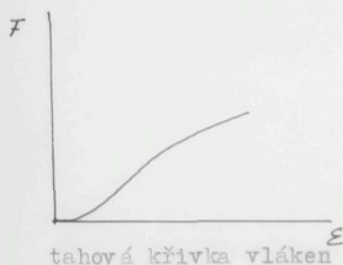


5.2. ZÁVĚRY VYPLYVAJÍCÍ Z POMĚRU ϕ tahových křivek

Každou průměrnou tahovou křivku příze, která je dána v mnoha bodech označených jako F při [p.tež] tabulky č. 1-8 porovnáme s průměrnou tahovou křivkou vláken danou body označenými F vl [p.tež] tabulka č. 9-10. Tyto hodnoty zvětšené o $\frac{1}{\cos^2 \beta}$ vyneseme do grafu č. 3. Z daného grafického znázornění poměrů průměrných tahových křivek přízi a vlákna vyplývá, jak velké procento vláken v přízi se nepodílí na celkovém přenosu síly této příze. Množství vláken nepodílejících se na přenosu síly je dáno technologickým procesem tvorby příze a počtem použitých strojů ve výrobním procesu. Je známo, že čím je delší a složitější proces tvorby příze -/česaná technologie/ tím více jsou vlákna ve hmotě příze uspořádána. Tím dochází k jejich zapojování na celkovém přenosu síly přízi. Z výsledků tahové zkoušky vyplynulo, že při postupném namáhání tahovou silou, se určité množství neuspořádaných vláken zapojí do přenosu síly příze během tahové zkoušky. Některá vlákna však zůstanou v přízi neorganizovaně až do meze pevnosti, tzn. že v průběhu tahové zkoušky nedojde k jejich zapojení do celkového přenosu sil příze. Charakteristickým jevem všech křivek poměru $\frac{F_{př}}{F_{vl}}$. $\frac{1}{\cos^2 \beta}$ je počáteční kolísání, kdy křivka nejprve klesá, v určitém bodě se klesání zastaví a křivka začne stoupat.

Některé z křivek se ustálí na konstantní hodnotě u dalších křivek dochází ke stoupání až ke konečnému bodu destrukce.

Počáteční kolísání je dáno tvarem tahových křivek vlákna a příze. Obr. č. 9.



Z obrázku je patrné, že tahová křivka vlákna má malý konvexní náběh, kdežto tahová křivka příze nabíhá bez tohoto konvexního počátku. To je způsobeno tím, že příze má vlákna již napjatá, jsou vyrovnány tvarové nerovnosti vzniklé tvarováním /kap. 2.2.2./ Stoupání křivky je způsobeno nabíháním vláknenných segmentů. To tedy znamená, že další z neuspořádaných vláken v hodnotě příze se postupně zapojují do celkového přenosu síly příze.

Hodnocení křivek jednotlivých přízí

Toto hodnocení začneme od přízí s největším uspořádáním vláken.

$$\begin{array}{ll} \text{příze č. 3-4} & \text{příze česané} \\ T_3 = 40,5 \text{ [tex]} & T_4 = 20,1 \text{ [tex]} \end{array}$$

Vysoké uspořádání vláken ve hmotě příze je dáno výrobním procesem tvorby příze. V důsledku tohoto uspořádání se křivky ustalují na konstantní hodnotě blízké 1. Po počátečním zapojení neúčastnících se segmentů příze tuhne a další neuspořádaná vlákna nemají již v průběhu tahové zkoušky možnost se do celkového přenosu síly příze zapojit. U česaných přízí přibl. 5 - 10 % vláken ze hmoty příze se nepodílí na celkovém přenosu síly příze. Jsou to vlákna uložená v přízi volně a toto množství odpovídá oblasti chlupatosti.

Nižší uspořádání mají příze mykané

$$\begin{array}{ll} \text{příze č. 1-2} & \text{příze mykané} \\ T_1 = 36,8 \text{ [tex]} & T_2 = 19,6 \text{ [tex]} \end{array}$$

Jak je patrné z grafu č. 3 tyto dvě křivky se po počátečním kolísání ustalují přibližně na konstantní hodnotě kolem bodu 0,8-0,85 tím je dáno, že asi 15-20 % vláken ve hmotě příze se nepodílí na celkovém přenosu síly příze. Z ustálení křivek vyplývá, že po počátečním zapojení vláken ve hmotě příze nemají v dalším průběhu tahové zkoušky vlákna možnost se napřímít a tudíž se podílet na přenosu síly příze. Takže uvedené procento vláken zůstane až do bodu destrukce, volně ve hmotě příze.

příze č. 5-6

příze rotorové

$$T_5 = 38,3 \text{ [tex]}$$

$$T_6 = 19,2 \text{ [tex]}$$

Neuspořádanost skruktury vláken je dána výrobním procesem tvorby příze. Křivka se neustaluje na žádné konstantní hodnotě, ale lehce stoupá. Neustálé stoupání křivky je dáno dalším zapojováním vláknenných segmentů /vyrovnávání smyček, klička dalších nerovnoměrností/ v průběhu tahové zkoušky. U těchto přízí nemůžeme přesněji určit % vláken nepodílejících se na celkovém přenosu síly příze. Toto procento se pohybuje v oblasti 30 %.

Jako další budeme hodnotit

příze č. 8

příze vlnařská mykaná

$$T_8 = 101 \text{ [tex]}$$

Protože proces tvorby příze je krátký, vlákna nemají možnost většího uspořádání. Podíl vláken na celkovém přenosu síly bude malý. Kolem 45-50 % vláken ze hmoty příze se nebude podílet na celkovém přenosu síly příze. Křivka stoupá prudce nahoru, neboť během celé tahové zkoušky dochází k zapojování vláknenných segmentů na přenosu síly příze.

Nejhorší uspořádání má

příze č. 7

technologie DREF

$$T_7 = 88,5 \text{ [tex]}$$

Kde křivka stoupá prudce nahoru a přibližně 50-55 % vláken ve hmotě příze se nepodílí na jejím celkovém přenosu síly.

Dále jsme v oblasti VS zjistili, že

trend k ustálení poměrů mají všechny křivky. Kdyby nedošlo k přetrhu příze, ustálily by se poměry křivek u přízí č. 5 až 8. Čím více by se příze napínala tím více vláken by se mělo možnost napřít. Tím by se zvětšovalo množství vláken ve hmotě příze, podílejících se na celkovém přenosu síly příze.

Z průměrných tahových křivek přízí plyne:

- 1/ průměrné tahové křivky přízí, vyrobených stejnou technologií, mají přibližně stejný průběh.
- 2/ U jemnější příze dojde k přetrhu na mezi pevnosti nižší než je tomu u příze hrubší.

6. Z Á V Ě R

Úkolem této diplomové práce bylo nalezení a porovnání průměrných tahových křivek jednoduchých staplových přízí/ze 100% VSs ba-typu z SVÚT Liberec/, vyrobených různými technologickými postupy. Tahové křivky přízí byly porovnány s tahovou křivkou vláken. Výsledky měření a vyhodnocení tahových křivek jsou uvedeny v kapitole 5.

Doufám, že výsledky méj diplomové práce budou použity k dalšímu objasňování složitosti struktury přízí.

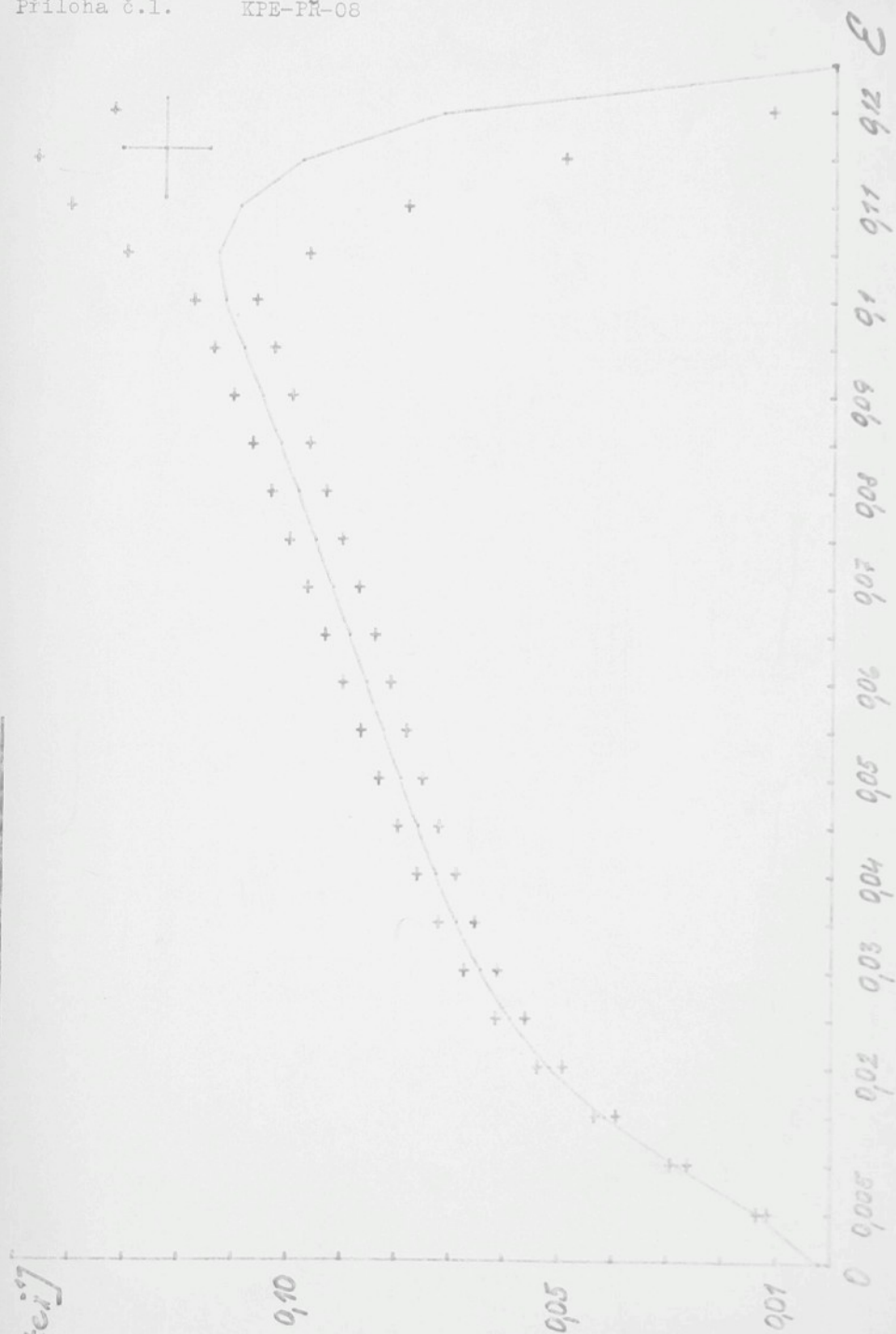
Seznam použité literatury

- /1/Bohuslav Neckář,Anastázie Kovářová -Struktura příze
podklady SVÚT Liberec
- /2/Hearle J.W.S, Fibre Migration in Open-End Spun Yarns 1972,Journal of
the Textile Institute,s.605-617
- /3/Treloar,L.R.G.:A Migrating-Filatend Theory of Yarn Properties.Journal
of the Textile Institute,56, 1965,s.T359-T380
- /4/Hearle,J.W.S.-Grosberg,P.-Backer S.:Structural Mechanics of Fibers,Yar
Yarns,and Fabrics.Volume 1.
Wiley-Interscience,New York,London,Sydney,Toronto,
1969
- /5/Doc.ing.Petr Ursíny CSc-Teorie předení I

PHILE č.1.

7

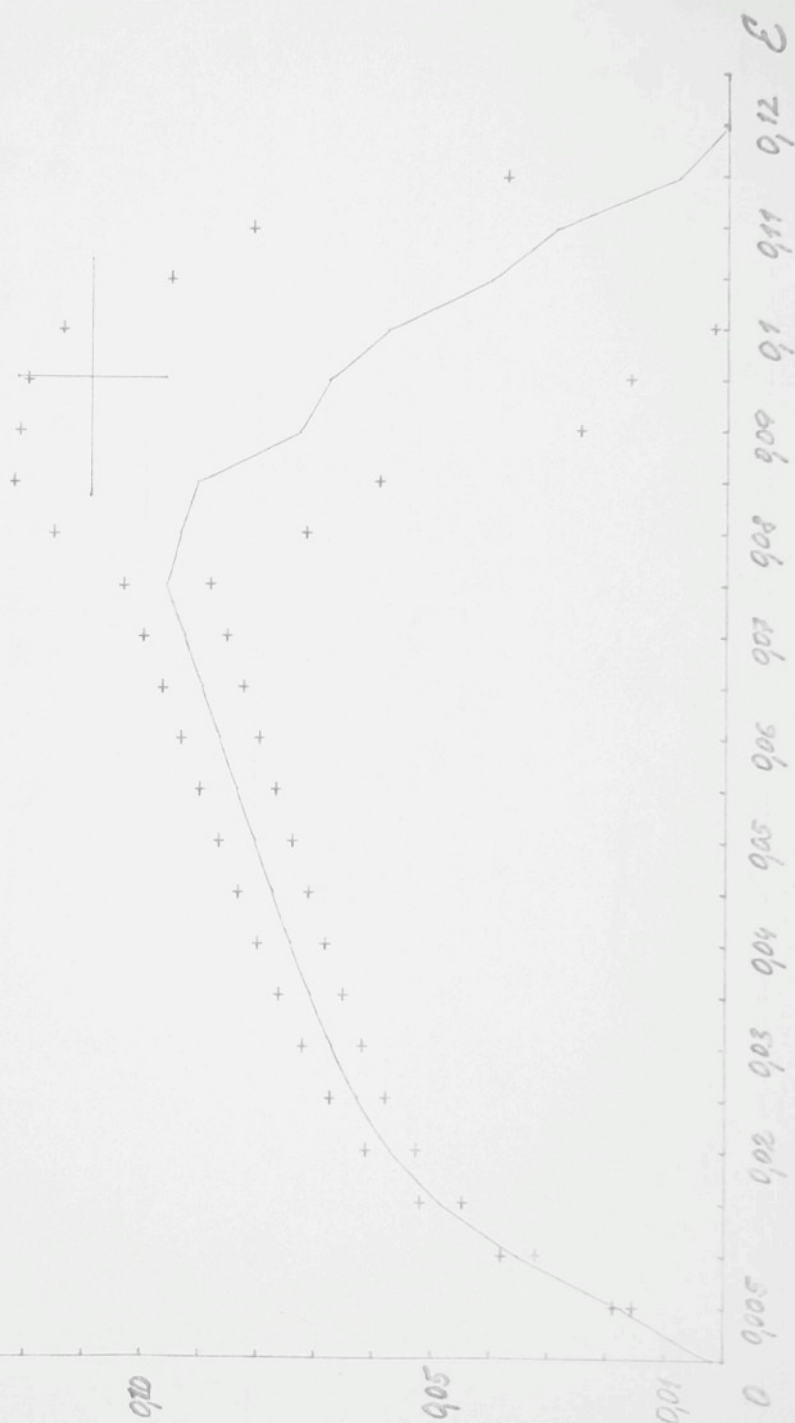
[N.ter]



PŘÍZE č.2.

F

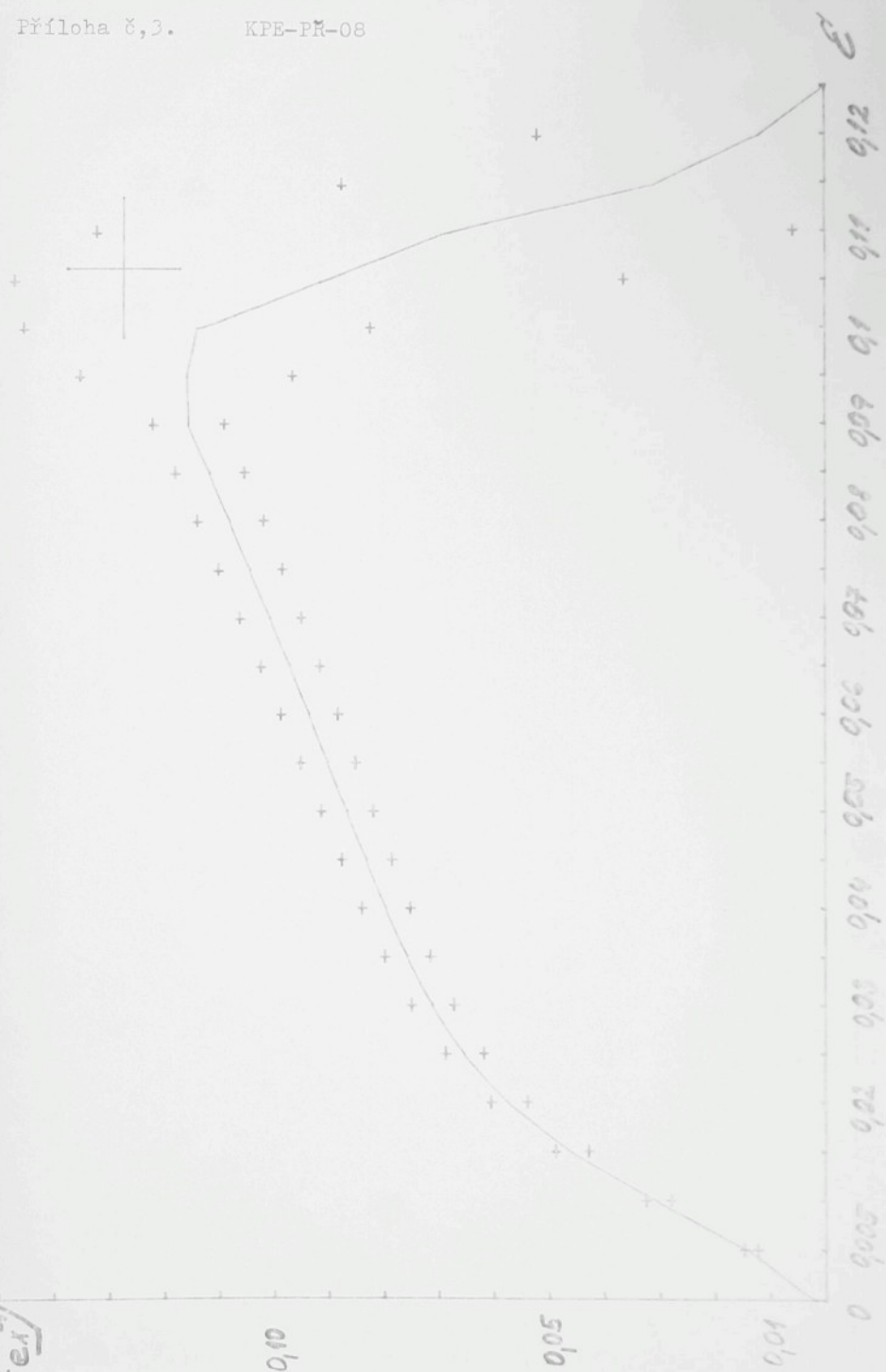
[N.ter.]



PRÍZEVČ. 3

F

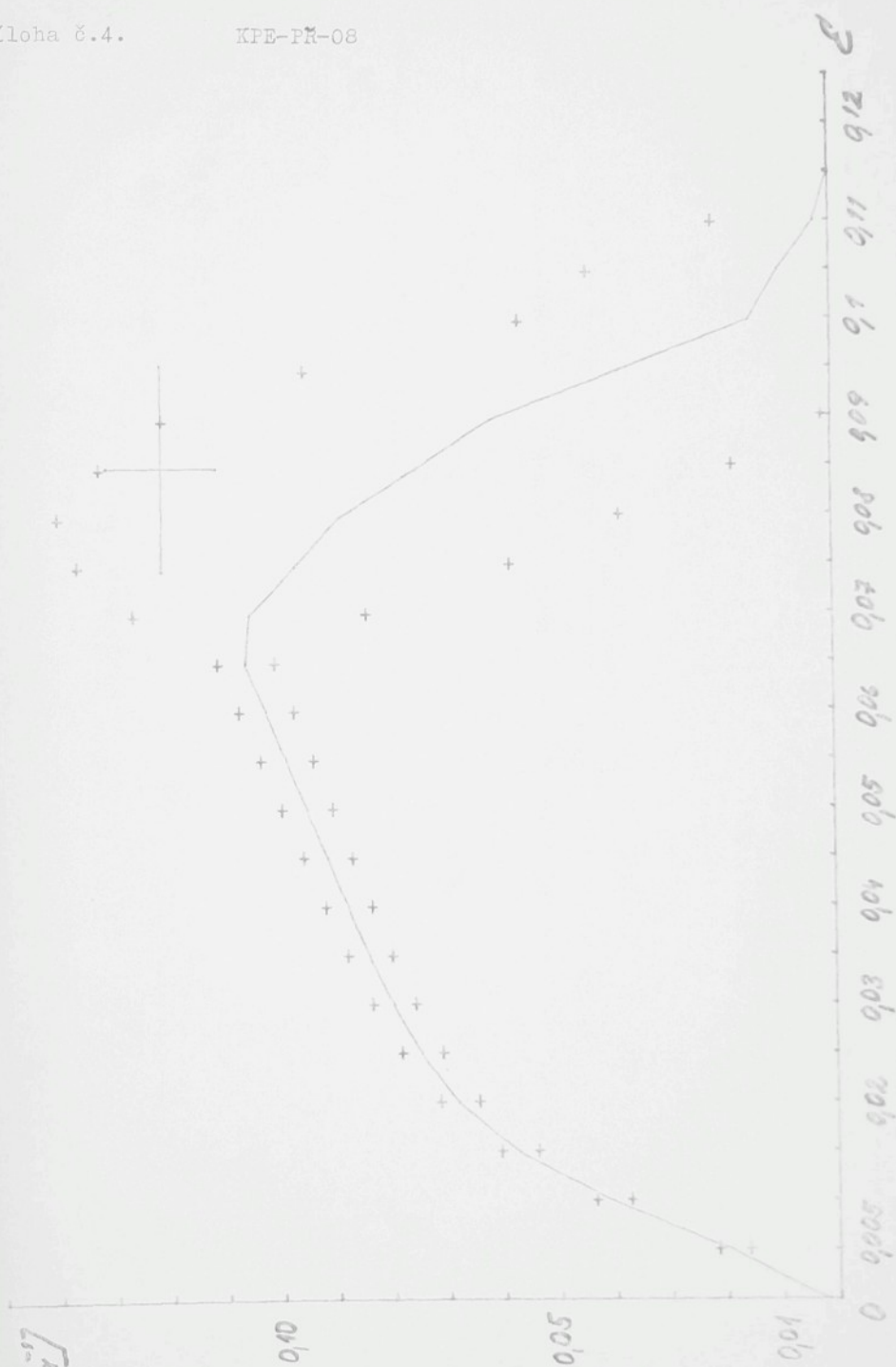
N. tel



Příloha č.4.

F

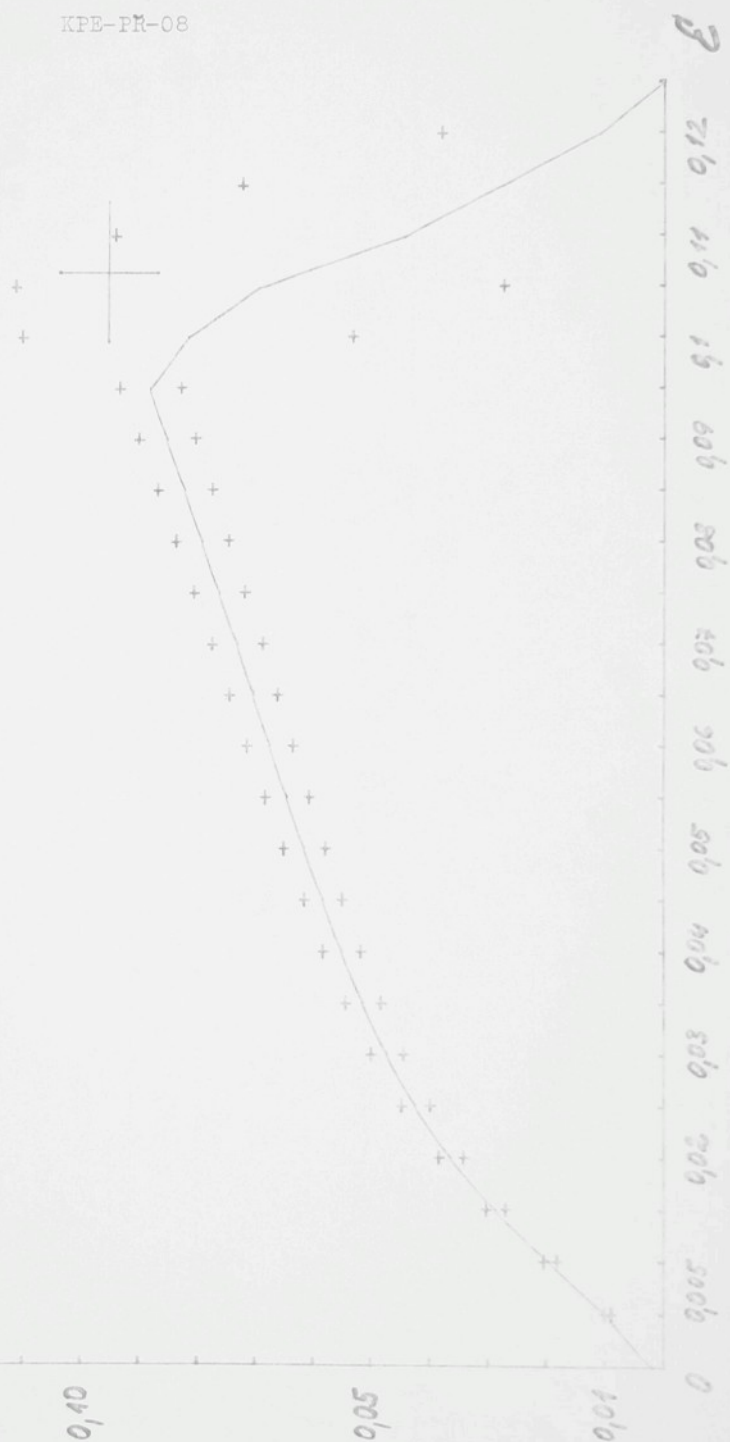
[N.ter]

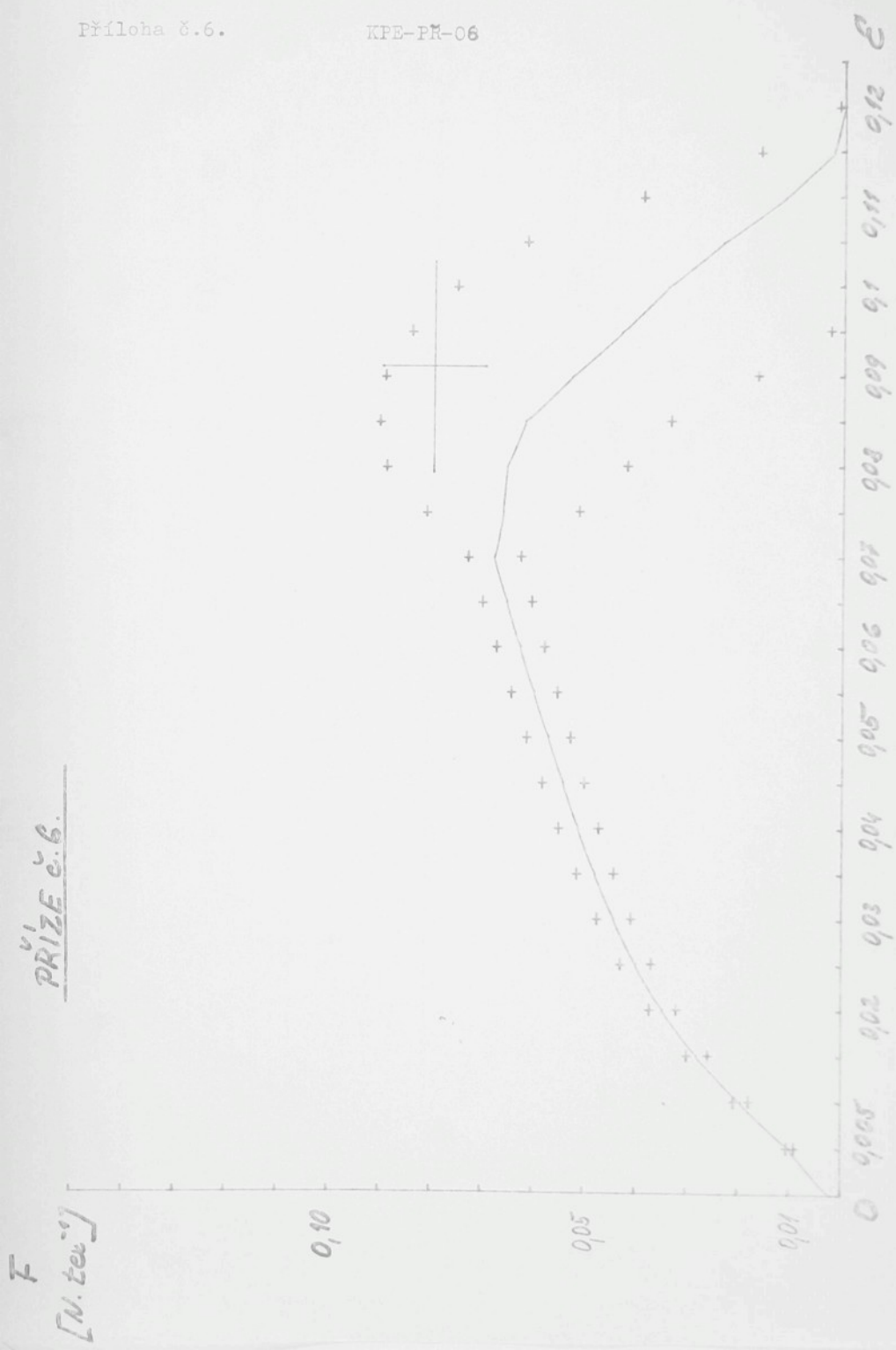


PRÍLOHA č.5.

F

[N.tex]





PRÍLOHA č. 7.

T

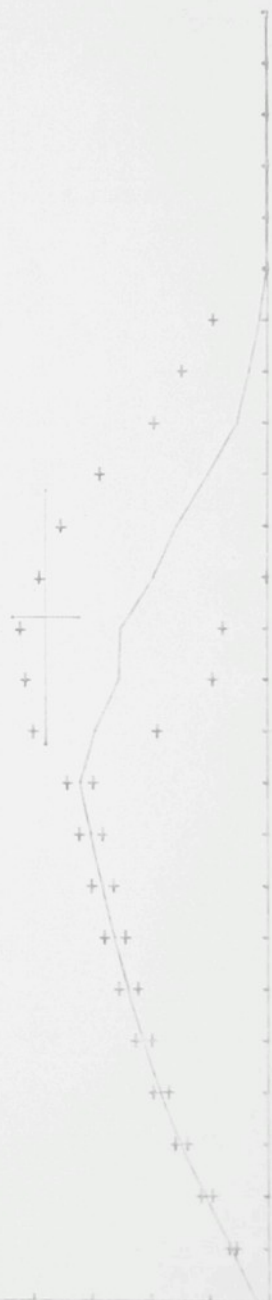
N. tea"]

0,10

0,05

0,01

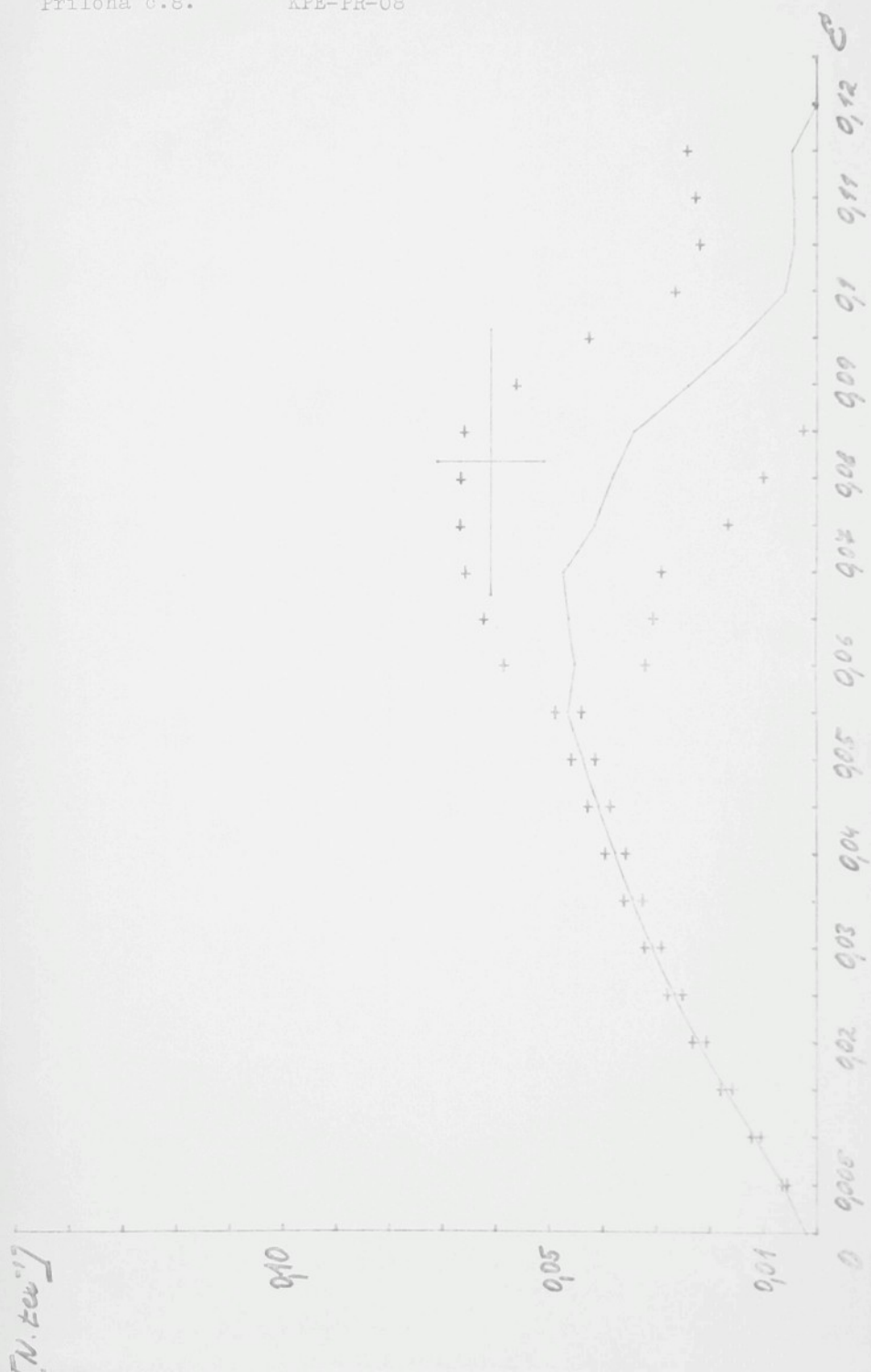
0 0,005 0,02 0,03 0,04 0,05 0,06 0,08 0,10 0,11 0,12

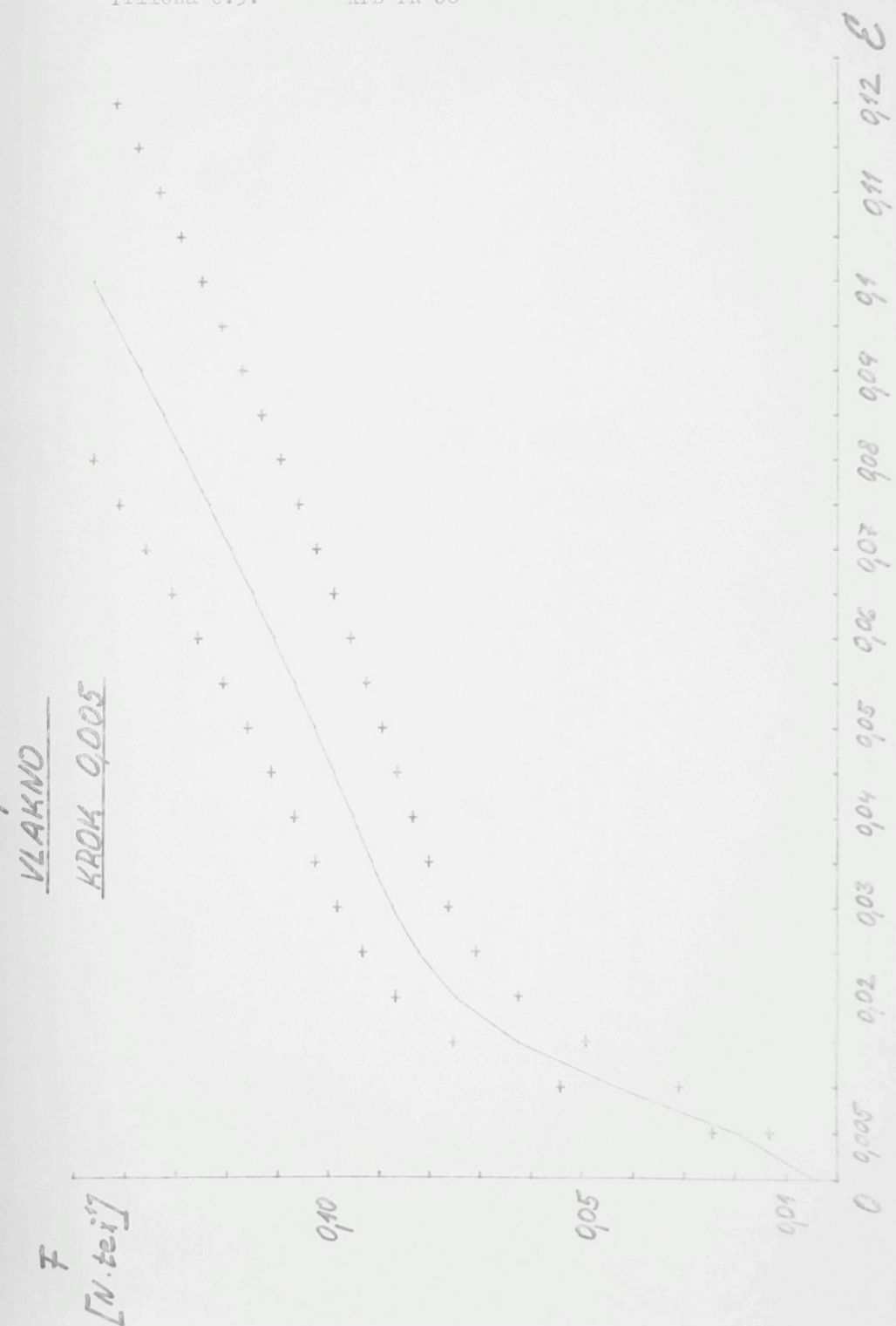


Příloha č. 8.

Příloha č. 8.

KPE-PR-08





VLAKNO
KROK 0,045

F
[Ntej]

