

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
V LIBERCI
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor : 31 - 12 - 8

TECHNOLOGIE TEXTILU A ODĚVNICTVÍ

Zaměření : Pletení

Katedra tkaní a pletení

Název : TAHOVÁ DEFORMAČNÍ KŘIVKA TKANINY

Vypracoval : Josef Papp

Vedoucí práce : RNDr. Kavan

Konzultant : Ing. Kovář

Rozsah práce :

počet stran 59

počet tabulek 1

počet obrázků 29

počet příloh 9

Vysoká škola: strojní a textilní Katedra: tkalcovství a pletářství
Fakulta: textilní Školní rok: 1981/82

DIPLOMOVÝ ÚKOL

Josefa P a p p a
pro
31-12-8 Technologie textilu a oděvnictví
obor

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

TAHOVÁ DEFORMAČNÍ KŘIVKA TKANINY
Název tématu:

Pokyny pro vypracování:

- 1) Experimentálně určete tahově - deformační vlastnosti serie vzorků tkanin, které obdržíte v SVÚT Liberec.
- 2) Vyhodnoťte změny vnitřní struktury tkanin při jejich deformaci a to za pomoci fotogrammetrického určování vnitřní struktury textilních útvarů.
- 3) Proveďte rozbor vztahů mezi strukturou tkaniny a jejími tahově - deformačními vlastnostmi.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUD. MÍSTKÁ 8
PŠČ 461 17

Autorské právo se řídí směrnicemi
MŠK pro státní záv. zkoušky č.j. 31
727/62-11/2 ze dne 13. července
1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze
dne 31. 8. 1962 § 19 odst. 2 č. 115/53 Sb.

V/148/82 T

11701TK-PI

Rozsah grafických prací: práci doplňte grafy, výsledky měření, konstr. návrhy a pod.

Rozsah průvodní zprávy: 45 stran

Seznam odborné literatury: J. Jakubčo, DP (1981)

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Pavel Kavan, SVÚT Liberec

Konsultanti: Ing. Radko Kovář

Datum zadání diplomového úkolu: 15.9.1981

Termín odevzdání diplomové práce: 4.6.1982



Vedoucí katedry

Děkan

Liberci

14. září

81

V dne 19

Místopřisežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci 4.6.1982

Josef Papp
.....
podpis

Děkuji RNDr. Kavanovi, Ing. Švehlové a Ing. Kovářovi
za cenné rady a poskytnutou pomoc při vypracování
diplomové práce.

V Liberci 4.6.1982

Josef Papp
.....
podpis

OBSAH :
=====

Seznam použitých , značek a zkratk	7
ÚVOD	8
1. TEORETICKÁ ČÁST	10
1.1 Teorie vlivu struktury tkanin na tahové def.vlastnosti ..	10
1.2 Výzkum struktury textilií	13
1.2.1 Metody bez značení sledovaného elementu textilií	14
1.2.1.1 Metoda orientovaných řezů	14
1.2.1.2 Optická metoda náhradního řezu	15
1.2.2 Metody se značením sledovaného elementu textilie	16
1.2.2.1 Metoda fluorescenční	16
1.2.2.2 Metoda rentgenografická a radiografická	16
1.2.2.3 Metoda optického zprůhlednění vzorku	17
1.2.3 Fotogrammetrické metody vyhodnocování vnitřní struktury textilií	17
1.2.3.1 Normální případ fotogrammetrie	18
1.2.3.2 Konvergentní případ průsekové fotogrammetrie	20
2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	22
2.1 Použité tkaniny, experimentální vzorky	22
2.2 Experimentální podmínky a zařízení	24
2.3 Metodika experimentu	24
2.4 Experimentální výsledky	26
2.5 Diskuse	47
2.5.1 Přesnost experimentální metody	47
2.5.2 Výklad vlivu vnitřní geometické struktury	48
na tahové deformační křivky tkanin	
3. ZÁVĚRY	56
4. LITERATURA	58

Seznam použitých symbolů, značek a zkratk :

D_o /m ⁻¹ /	-	hustota osnovy
D_u /m ⁻¹ /	-	hustota útku
S_o / % /	-	setkání osnovy
S_u / % /	-	setkání útku
ρ_s /g m ⁻² /	-	plošná hmotnost
T_{tex} /tex/	-	jemnost namáhané soustavy nití
l /m/	-	okamžitá délka vzorku
l_o /m/	-	počáteční délka vzorku
ϵ /1/	-	deformace
b /m/	-	šířka tkaniny
α /°/	-	úhel tahové deformace
G /N tex ⁻¹ /	-	napětí v deformované soustavě
F_P /N/	-	tahová síla
$\epsilon_{\alpha=45^\circ}^{kon.}$ /1/	-	konečná deformace vzorku pod úhlem $\alpha = 45^\circ$
$\epsilon_{\alpha=90^\circ}^{kon.}$ /1/	-	konečná deformace vzorku ve směru útku
$\epsilon_{\alpha=0^\circ}^{kon.}$ /1/	-	konečná deformace vzorku ve směru osnovy
$\epsilon_{příz}^{kon.}$ /1/	-	konečná deformace zkoušené příze
$G_{\alpha=45^\circ}$ /N/tex ⁻¹ /	-	napětí zkoušeného vzorku pod úhlem $\alpha = 45^\circ$
$G_{\alpha=90^\circ}$ /N/tex ⁻¹ /	-	napětí zkoušeného vzorku ve směru útku
$G_{\alpha=0^\circ}$ /N/tex ⁻¹ /	-	napětí zkoušeného vzorku ve směru osnovy
$G_{příz}$ /N/tex ⁻¹ /	-	napětí zkoušené příze
$\epsilon_{\alpha=0^\circ}^{extrapol}$ /1/	-	deformace vzorku ve směru osnovy po extrapolaci k nulovému napětí
$\epsilon_{\alpha=90^\circ}^{extrapol}$ /1/	-	deformace vzorku ve směru útku po extrapolaci k nulovému napětí
Q /N/	-	reakční síla soustavy kolmé k soustavě namáhané
U /J/	-	celková vnitřní energie tkaniny
F_x, F_y /N/	-	tahové síly ve směru osy x a y
φ_o /°/	-	úhel sklonu kamery

ÚVOD

XVI. sjezd Komunistické strany Československa, který se konal v loňském roce ve dnech 6. - 9. dubna, stanovil pro léta sedmé pětiletky nové a náročnější úkoly. Náročnější o to, že je nutné dodržet generální linii výstavby rozvinuté socialistické společnosti i za podstatně obtížnějších vnějších a vnitřních podmínek. Je třeba udržet a zkvalitňovat dosaženou životní úroveň obyvatelstva i jeho sociální jistoty, a to v souladu s výsledky, kterých bude dosaženo v rozvoji národního hospodářství.

Splnění záměrů sedmého pětiletého plánu za složitých podmínek vyžaduje důsledné prosazení výrazného růstu intenzifikace ekonomiky, zvýšení efektivnosti a kvality veškeré práce, efektivních strukturálních změn, především na základě urychlení a maximálního využití výsledků vědecko-technického rozvoje, prohlubování účasti ČSSR v mezinárodní socialistické dělbě práce, zejména se SSSR a zdokonalování plánovitého řízení při zvyšování účasti pracujících. [14]

Před resortem lehkého průmyslu, jehož součástí je i textilní výroba, stojí nemalé a náročné úkoly. Je nutné zvýšit výrobu asi o 15 %, při tom se soustředit na zvyšování kvality a technické úrovně výrobků, intenzivnější inovaci sortimentu a na obohacování vnitřního trhu novinkami a luxusními výrobky.

Stále náročnější úkoly, jež jsou před textilním průmyslem, není a nebude možné plnit bez cílevědomé aplikace vědy ve sféře výroby, která by vývoj nových typů textilií postavila na nových teoretických postupech.

Cílem této diplomové práce je prokázat a vysvětlit vliv vnitřní struktury tkaniny na její tahové deformační vlastnosti.

Je prokázáno, že tahové vlastnosti jsou jedním z nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují užité vlastnosti, a tím i užitnou hodnotu textilie.

Současné však nejsou dostatečně ujasněny vztahy mezi těmito vlastnostmi a vnitřní strukturou textilií. Jde tedy o problematiku značně rozsáhlou a dosud jen částečně prozkoumanou.

Cílem této diplomové práce je tedy modelování tahově deformačních vlastností tkanin. Ke studiu uvedeného problému se použilo takového přístupu, kdy tahově deformační křivky použitých nití a tkanin jsou považovány za dané a tahově deformační vlastnosti tkanin jsou modelovány na základě jejich vnitřní struktury a vlastností přízí.

Část I obsahuje dosud uvedené teoretické práce, které podávají přehlednou informaci o modelových přístupech používaných při studiu deformačních vlastností tkanin a ve kterých autoři navrhuje určitý fyzikální model pro dané chování tkaniny.

Dále jsou v části I uvedeny experimentální metody výzkumu struktury textilií. Je zde posouzena jejich pracnost a popřípadě jejich vhodnost / nevhodnost / pro výzkum tkanin.

Část II řeší problematiku tahově deformačních vlastností na základě tahově deformačních křivek, které jsou výsledkem provedeného experimentu.

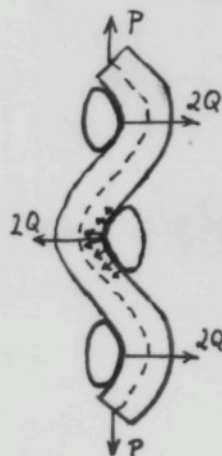
Část III jsou diskutovány výsledky a uvedeny závěry, které mohou sloužit při další analýze deformačních procesů tkanin, jakož i k dalšímu výzkumu fyzikálních příčin změny struktury při praktickém používání.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Teorie vlivu struktury tkanin na tahové deformační vlastnosti

Náplní této kapitoly je podat informaci o současném stavu ve zkoumání deformačních vlastností a fyzikálních modelů tkanin. Tyto výzkumy nejsou zatím celosvětově rozšířeny a v ČSSR jsou teprve v počátcích, proto tato kapitola vychází z dosud publikovaných prací v zahraniční literatuře.

Za klasickou práci v této oblasti výzkumu je možno považovat práci [1]. Autor vychází z fyzikálního modelu tkaniny znázorněného na obr. 1.



Obr. 1

Působením vnější tahové síly P na tkaninu dochází v místech ohybu napřimované příze k reakci na tento podnět – síla $2Q$, kterou působí soustava kolmá ke směru namáhání na napínanou přízi. Tedy za určující je zde považováno vnější silové působení,

jehož výsledkem je konkrétní geometrie přízí a interakční síly mezi přízemi ve tkanině. Autor využívá této myšlenky a s využitím teorie pružnosti odvozuje tahovou křivku.

Navrhovaný model stačí jen pro vysvětlení tahové deformačního chování tkanin pro malé deformace.

Jiný principiálně odlišný přístup k problému tahové deformačních vlastností tkanin je založen na energetických metodách. Jejich princip spočívá na minimu celkové deformační energie tkaniny.

Autor práce [2] provádí rozbor celkové deformační energie tkaniny metodou optimální kontroly za předpokladu dvourozměrnosti problému / nitě zůstávají při deformaci v jedné rovině /.

Práce [3] modeluje tahové deformační chování tkanin s plátňovou vazbou při malém zatížení. Pro výpočet deformační energie je zde uvažováno stlačení, tažnost a ohybová tuhost příze.

Jako stěžejní práci v oblasti modelování tahové deformačních vlastností plošných textilií, založenou na principu minima deformační energie lze považovat práci [4]. V práci [5] je tato metoda rozpracována pro tkaniny, ale může být použita pro libovolnou strukturu plošné textilie.

Princip uvedené metody je možno ukázat na případě biaxiálního namáhání dvourozměrné textilie silami F_x a F_y / obr. 2 /.

Geometrickou strukturu je možno popsat rovnicí tvaru

$$f(x, y) = 0 \quad /1/$$

Celková energie U systému je dána potenciální energií, která vznikla deformací systému silami F_x a F_y :

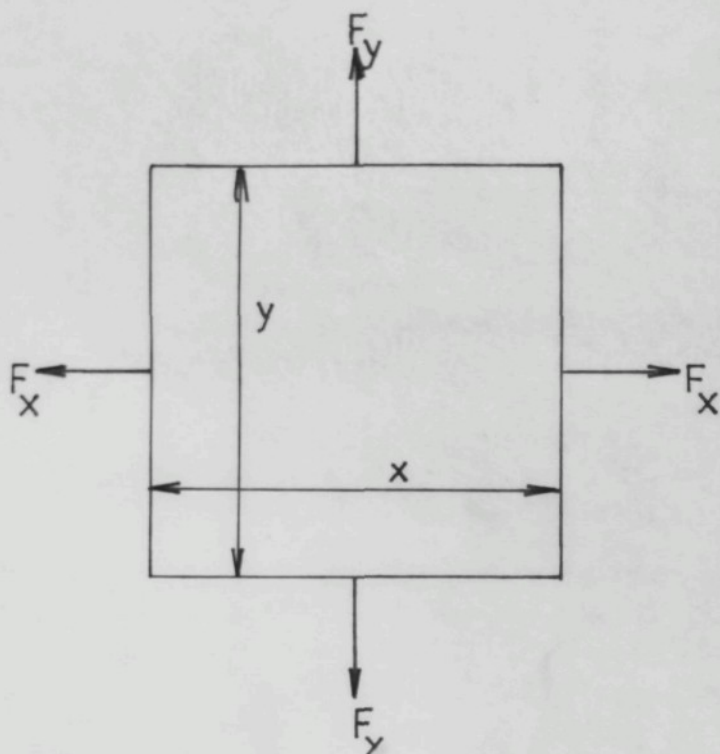
$$U = - F_x \cdot x - F_y \cdot y \quad /2/$$

Pro splnění principu minima energie musí platit

$$\frac{dU}{dx} = - F_x - F_y \frac{dy}{dx} = 0 \quad /3/$$

odkud

$$\frac{F_x}{F_y} = - \frac{dy}{dx} \quad /4/$$



Obr. 2

Ze vztahu /4/ je zřejmé, že k určení deformačního chování textilie stačí nalézt rovnici typu /1/, tj. konkrétní geometrii určený vztah mezi x a y a spočítat derivaci $\frac{dy}{dx}$.

Zkoumání tkanin z hlediska vnitřní struktury má stěžejní význam i pro ostatní druhy textilií, protože mají relativně jednoduché vnitřní uspořádání, proto by měly být experimenty s nimi prováděny nejdříve.

Dosud uvedené modely se však zatím pohybují v teoretické rovině a nejsou rozpracovány pro praktické použití. Další vývoj by měl tedy směřovat k rozpracování těchto metod, aby byly použitelné i v praxi.

1.2 Výzkum struktury textilií

Vnitřní uspořádání textilních útvarů je důležitým faktorem pro další výzkum užitných vlastností těchto textilií. V současnosti je v této oblasti používána celá řada experimentálních metod, jejichž využití závisí v první řadě na složitosti konstrukce, jak plošných textilních útvarů / pletenin, tkanin .../, tak délkových textilií /nití, vláken/.

V práci [5] jsou tyto metody rozděleny podle značení sledovaného prvku textilie :

- 1/ komponenta neznačena
 - a/ metoda orientovaných řezů
 - b/ optická metoda náhradního řezu
- 2/ komponenta označena
 - a/ metoda fluorescenční
 - b/ metoda rentgenografická a radiografická
 - c/ metoda optického zprůhlédnění pozorovaného objektu

Pozorování a vyhodnocování objektu :

1. Mikroskopicky

hledané hodnoty odečteme přímo na okulárovém mikrometru nebo z obrazu objektu, který je výsledkem kresby, mikrofotografie ...

2. Makrograficky

kdy potřebné parametry odečteme

- a/ z negativu
 - překreslením promítnutého objektu
 - fotogrammetricky
- b/ z pozitivu
 - přímo
 - fotogrammetricky

Vzhledem k tomu, že tato práce se týká tkaných textilií, jsou dále tyto metody posouzeny z hlediska vhodnosti / nevhodnosti / jejich použití k výzkumu tkanin. Dále bude posouzena pracnost a náročnost experimentů a jejich vyhodnocování.

1.2.1 Metody bez značení sledovaného elementu textilie

1.2.1.1 Metoda orientovaných řezů

Tato metoda je v oblasti výzkumu textilních struktur nejznámější a nejpoužívanější. Obraz vnitřního uspořádání se získá z pozorování řezu textilie. Řez je vždy orientován rovnoběžně s osou sledované komponenty. Tímto způsobem se často zkoumá struktura tkaniny, protože zde jsou jednotlivé komponenty / osnovní nitě a útky / orientovány do roviny řezu. Metoda je zde proto hodnověrná, dostatečně přesná a přes pracnost poměrně rychlá.

Pracovní postup :

1. Zalévání preparátu - vzorek textilie je zalit do hmoty, která musí být čirá, při kontaktu s textilním materiálem nesmí tvořit bublinky. Při zpracování se vyžaduje snadná opracovatelnost / při řezání, broušení a leštění /. Zalévací hmota by měla rychle tuhnout, nesmršťovat se, být rozměrově stabilní a trvanlivá a pro opracování by měla být stejné tvrdosti jako jsou vlákna textilního vzorku.

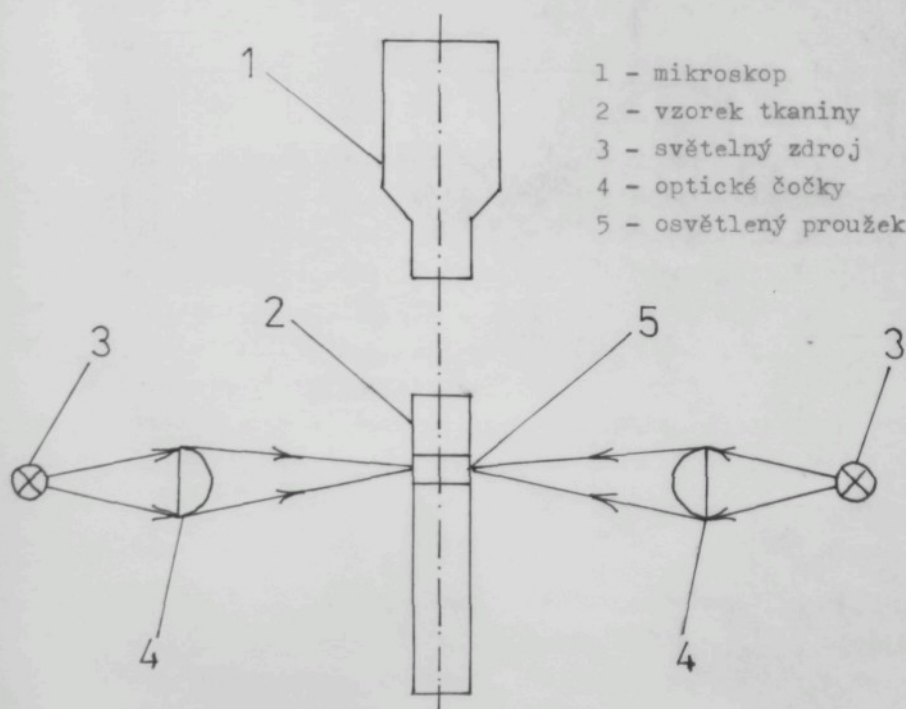
V současné době však není známa žádná látka, která by komplexně splňovala všechny podmínky, proto je používáno různých materiálů, jako jsou metylmetakryláty / nejčastěji / [13] kanádkový balzám [8] , šelak [9] , smůla [10] atd.

2. Řezání - zalitého vzorku se provádí ručně nebo na speciálním zařízení [6]; jako nástrojů je využíváno žiletkových, ocelových nebo skleněných pilek. Je nutné, aby se touto činností nepoškodil zalitý blok.

3. Broušení a leštění - řezáním vzniknou na řezu rýhy a drobné nerovnosti, které je nutno odstranit, neboť znemožňují vlastní pozorování. Používá se postupně pilníku, hrubého smirkového papíru a k vyhlazování se používá jemných smirkových plátén. Leštění se provádí podle použitého zatěracího materiálu - za sucha /plsti/, - za mokra /např. roztok oxidu hlinitého/.
4. Mikroskopické pozorování - vzorek je osvětlen v temném poli a nejčastěji ofotografován. Získané snímky - negativy nebo pozitivy jsou dále vyhodnoceny.

1.2.1.2 Optická metoda náhradního řezu

J.P. Škunnikovov a V.D. Pjatnickij [11] vyvinuli tuto metodu pro vlněné a skleněné tkaniny. V principu je zde využito malé hloubky ostrosti mikroskopu a zvláštního způsobu osvětlení vzorku.



Tkanina je umístěna v podélné optické ose obr. 3. Světelný proužek musí být v ohniskové vzdálenosti mikroskopu. Výsledkem jsou obrysy příčného řezu. Z důvodu malé hloubky ostrosti mikroskopu je možno toto zobrazení považovat za řez tkaniny podél nitě [6] .

Výsledek lze ofotografovat nebo naryšovat. Odečtení parametrů řezu se provádí přímo na mikroskopu okulárovým mikrometrem.

Metoda má bezesporu své výhody - vzorek se nemusí zalévat, není ovlivněn zalévacím médiem, celkově je rychlejší než metoda orientovaných řezů.

Malá hloubka ostrosti a zakrytí zkoumané nitě způsobuje neostrost tvaru zatkané nitě.

1.2.2 Metody se značením sledovaného elementu textilie

1.2.2.1 Metoda fluorescenční

Základem je ozařování pozorovaného objektu krátkovlnným zářením, které se tím mění na dlouhovlnné záření. Textilní útvary nejsou fluorescenční, proto se na jejich povrch nanáší speciální barviva tzv. fluorochromy. Tohoto principu je využíváno při výzkumu vlněných vláken / napadení vlákna bakteriemi /, ale pro tkaniny ani jiné textilní útvary nelze předpokládat využití pro zkoumání vnitřní struktury, protože neproniká pod povrch textilie.

1.2.2.2 Metoda rentgenografická a radiografická

Využívá schopnosti Roentgenových paprsků průchozu hmotou při tzv. nepřímé mikro rentgenografii. Její výhodou je schopnost zobrazení jakékoliv prostorové křivky. Problematika je však v její složitosti a nedostatečném zachycení výrazných obrysů sledované komponenty textilie. Také pokovení pravděpodobně změní mechanicko-fyzikální vlastnosti nitě a tím se může změnit i její poloha v

tkanině oproti ostatním nitím. Tedy přesnost této metody není vysoká.

1.2.2.3 Metoda optického zprůhlednění vzorku

Tato metoda je založena na shodě indexů lomu textilního materiálu a kapaliny, do které je vzorek ponořen. Je-li v textiliích barevně odlišná nit, bude jen tato viditelná z celého opticky zprůhledněného vzorku.

Autor práce [6] tento postup prakticky ověřil s velmi dobrým výsledkem a doporučil ho pro pozorování prostorové polohy osy nitě v textiliích.

Při použití této metody se jeví jako nevýhodně počáteční barevné odlišení nitě, která také může mít odlišné fyzikální mechanické vlastnosti.

Přírodní materiály se těžko zprůhledňují a pro směsové textilie se těžko hledá index lomu. Konečně kapaliny použité při zprůhledňování jsou téžavé organické sloučeniny, z nichž některé jsou jedovaté, je proto nutné dodržovat bezpečnostní předpisy.

Výhodné pro tento postup je snadné pozorování a fotografování. Křivku osy nitě lze prostorově vyhodnotit. Metoda nevyžaduje žádné speciální vybavení, je jí tedy možno aplikovat v každé průměrně vybavené laboratoři.

1.2.3 Fotogrammetrické metody vyhodnocování vnitřní struktury textilií

Ze všech experimentálních metod může být výsledkem fotografický snímek. Vyhodnocování z fotografie je velmi výhodné. Je přesné, rychlé. Snímek lze libovolně zvětšovat, promítat i vyhodnotit na počítači.

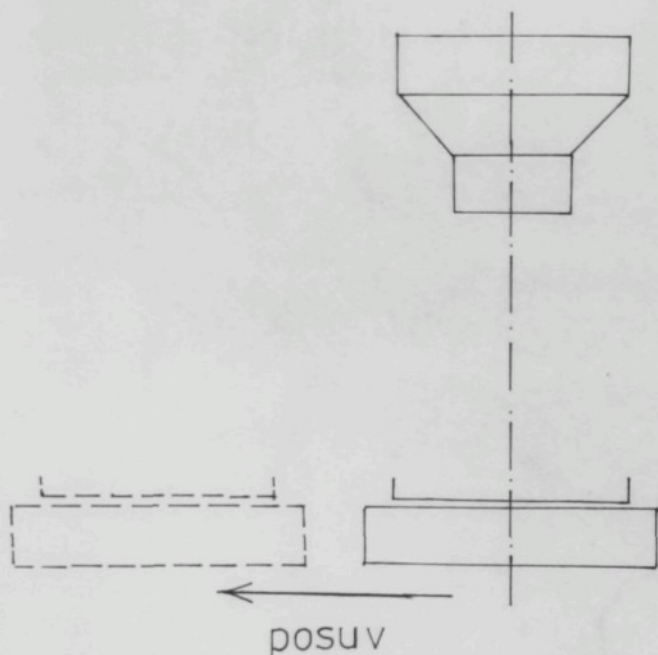
Fotogrammetické metody donedávna dominovaly v geodetickém výzkumu. Postupně byly rozpracovány pro účely geologie a jiných technických oborů. V poslední době jsou používány i ve výzkumu textilií. O aplikaci těchto metod na textilní výrobky se zasloužil Ing. Dušek v práci [6]. Autor zde rozpracoval metody velmi blízké fotogrammetrie / zkoumá objekty, jejichž rozměry jsou řádově v centimetrech /, a to pro případ :

- a/ normální stereo fotogrammetrie
- b/ konvergentní průsekové fotogrammetrie

Základní úlohou fotogrammetrie / obecně / je z minimálně dvou snímků objektu určit jeho tvar, velikost i polohou v prostoru.

1.2.3.1 Normální případ stereofotogrammetrie

V běžné praxi je využíváno pro zhotovení stereoskopických dvojic snímků dvou kamer, které jsou od sebe vzdáleny o určitou rozteč, aby bylo zajištěno požadované překrytí. Vzhledem k tomu, že plošná textilie je velmi malých rozměrů / 5x5mm / a je nutno ji fotografovat z malé vzdálenosti, nelze tento způsob využít. Z tohoto důvodu autor [6] použil jednu kameru na speciálním podstavci umožňujícím posuv objektu / obr.4 /. Tím je zajištěno požadované překrytí a výsledkem jsou stereoskopické dvojice snímků, které se vyhodnocují na stereoskopických vyhodnocovacích přístrojích.



Obr. 4

Autor [6] tuto metodu doporučuje pro výzkum textilních struktur zvláště pak :

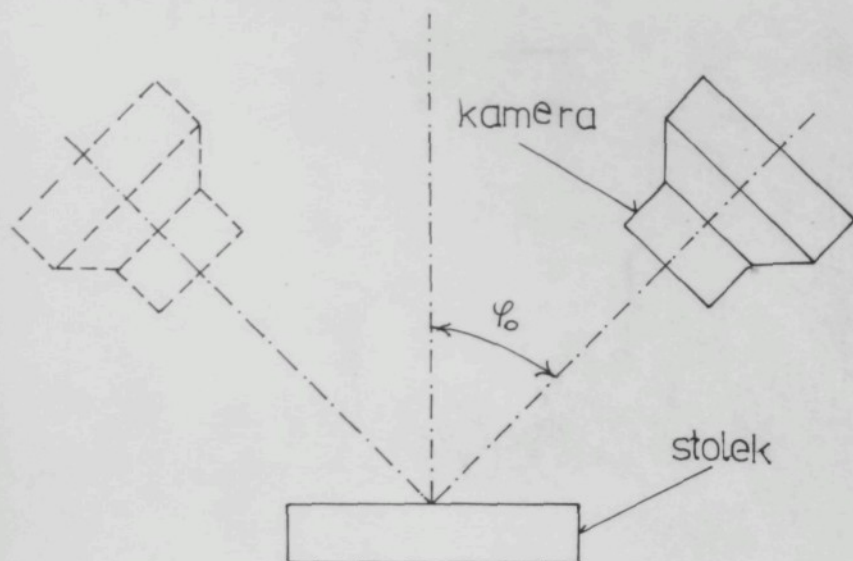
- a/ při trojrozměrném kvantitativním vyhodnocování povrchů textilií, při analýze tahových deformací a j.
- b/ při rekonstrukci vnitřního uspořádání plošných textilií tam, kde se jedná o prostorové určení polohy

Na základě provedených rozborů je autor [6] přesvědčen o použitelnosti metody pro popis vnitřního uspořádání niťových struktur , vysokou přesností / $\pm 0,05\text{mm}$ / při monokulárním vyhodnocení polohy osy nitě na jednom snímku. Autor také

doporučuje použít kvalitnější objektiv fotokamery, aby vlivem distorze nedocházelo k nesymetrickému zkreslení.

1.2.3.2 Konvergentní případ průsekové fotogrammetrie

Předcházející případ fotogrammetrie má určité riziko v přesnosti vyhodnocení snímků, které je způsobeno distorzí objektivu fotoaparátu. Proto autor [6] navrhuje systém, který umožňuje fotografovat objekt určitým úhlem zleva a zprava.



Obr. 5

Preparát na stolek je ve vodorovné poloze a kamera je k němu orientována pod úhlem konstantním φ_0 / obr. 5 /.
Dvě fotografie získáme otočením stolku, s preparátem o 180° .

Vyhodnocení snímků vyžaduje přesné odečtení souřadnic, a to :

a/ strojním odměřením, využitím některého vyhodnocovacího přístroje z negativu

- b/ ze zvětšeného pozitivu - ručně / pravítkem / ,
- mechanicky / digitalizační zařízení
samočinného počítače /

Vyhodnocení navrhuje Ing. Dušek [6] zjednodušenou výpočetní metodou nebo analytickou metodou na počítači, kde jsou tyto metody také popsány. Ing. Dušek doporučuje tuto metodu zejména pro ty struktury textilních útvarů, které dříve nebylo možno zkoumat tradičními optickými metodami pro jejich složitost prostorové křivky nití.

2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

=====

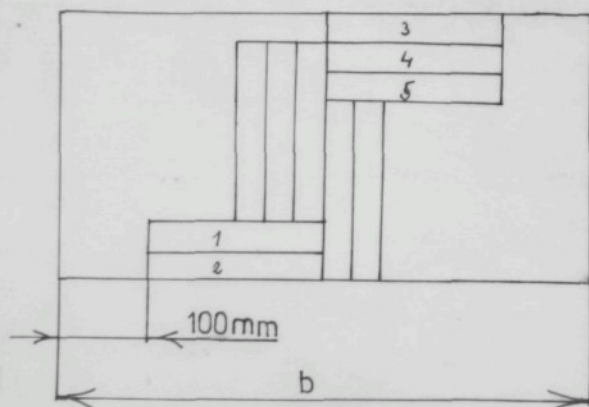
2.1 Použité tkaniny, experimentální vzorky

Pro účely experimentálního výzkumu jednoosých tahově deformačních vlastností tkaniny byly připraveny vzorky na tahovou zkoušku podle normy ČSN 80 0812 [12]. Vzorky byly připraveny z režných tkanin / GLORYMA a MADAPOLAM / a z tkanin získaných upravením, zušlechtním předcházejících režných druhů / GLORY a MABEL/.

Nejdůležitější technologické a strukturální parametry použitých tkanin jsou uvedeny v tabulce 1.

Ve všech uvedených tkaninách byla při výrobě použita v osnově útku bavlněná mykaná příze jemnosti 20 tex. Příze byla vyrobena ze sovětské bavlny sorty I. A, k jejímuž dopřádání se použil stroj BD-200.

Jak již bylo uvedeno, zkušební vzorky byly odebrány podle normy ČSN 80 0812.



Obr. 6

Tato norma stanovuje postup při odběru vzorků u zkušebního odstřihu následovně :

- ze zkušebního odstřihu se odstřihnou proužky o rozměru 300x60 mm podle obr. 6 ve vzdálenosti 100 mm od kraje tkaniny
- na zkušební rozměr 300x50 mm jsou vzorky upraveny odpéráním krajových nití

Z každé tkaniny se odebralo celkem 30 obdélníkových vzorků předepsaných rozměrů s výjimkou druhu MADAPOLAM, který byl k dispozici v omezeném množství, a proto zde bylo připraveno 30 vzorků o rozměrech 200x500 mm.

Z celkového počtu 30 vzorků bylo pro účely práce připraveno 10 vzorků s delší stranou rovnoběžnou se směrem osnovy / $\alpha = 0^\circ$ /, 10 vzorků s delší stranou ve směru $\alpha = 45^\circ$ a 10 vzorků s delší stranou rovnoběžnou se směrem útku / $\alpha = 90^\circ$ /. Celkem bylo deformováno 120 vzorků.

Vzorky ve směru $\alpha = 45^\circ$ byly vystřiženy podle šablony již ve stanoveném rozměru.

Tkaniny použité pro experiment mají tažnost menší než 150 %, proto je podle ČSN zkušební rozměr 200x50 mm / u tkaniny MADAPOLAM - 100 mm /.

Dále byly připraveny vzorky pro experimentální výzkum struktury tkanin. Vzhledem k tomu, že experimentální zařízení pro fotogrammetrické určování trajektorií přízí v tkaninách, nebylo v době vypracování diplomové práce v SVÚT Liberec k dispozici, byla vnitřní struktura použitých vzorků zjišťována metodou orientovaných řezů dle 7 :

- tkanina preperovaná polyvinylacetátovou emulzí / zachována pružnost vzorku /, byla následovně zalita do vosku / směs parafínu a včelího vosku /
- ze vzorku, který má přibližný tvar hranolku byly získány jednotlivé řezy o síle 25 mm na přesném řezacím zařízení MIKROTON

- jednotlivé řezy jsou na podložné destičce zakapány xylenem a vyhodnoceny na mikroskopu NU-2 firmy Karl Zeiss Jena, který je vybaven fotoaparátem s objektivem zvětšujícím podle použitého vzorku 10 - 250 krát.

Na obrázcích číslo 1 - 8 v příloze jsou příklady řezů jednotlivými výchozími vzorky tkanin / před tahovou deformací /.

2.2 Experimentální podmínky a zařízení

Experimenty byly prováděny při teplotě 293 K / 20°C / a relativní vlhkosti 60 %. Ke zkoušení tahových deformací byl použit univerzální trhací stroj anglické firmy Instron. Vzorky tkanin byly deformovány tahem až do úplné destrukce textilie. Rychlost deformace je určena rychlostí posuvu příčnicku, která byla $8,33 \cdot 10^{-4} [\text{m s}^{-1}]$ / tj. 5 cm/min /. Vzorky tkaniny MADAPOLAM vzhledem k polovičnímu rozměru zkušebního vzorku byly deformovány rychlostí $5,00 \cdot 10^{-4} [\text{m s}^{-1}]$ / tj. 3 cm min⁻¹/.

Na trhacím stroji Instron byly také trhány režné bavlněné příze, ze kterých jsou zkušební tkaniny vyrobeny. Celkem byla zjišťována tahová křivka z 50 pokusů, předpínací délce 400 mm a rychlostí posuvu příčnicku $1,67 \cdot 10^{-3} [\text{m s}^{-1}]$ / tj. 10 cm/min/.

Průběh deformační síly v závislosti na čase byl zaznamenáván graficky a na děrnou pásku, která byla použita jako vstupní médium pro stolní počítač HP 9810 A a souřadnicový zapisovač PLOTTER, kterým byly znázorněny tahové křivky tkanin.

2.3 Metodika experimentu

Na stolním počítači Helwet Pachard byly přepočítány experimentálně získané závislosti $F - t$ / síla - čas / podle vztahů

/5/ - /7/ na tahové křivky, tj.

na závislosti $\sigma - \epsilon$ / napětí - deformace / :

$$\sigma = \frac{F}{T_{\text{tex}}} \left[\frac{N}{\text{tex}} \right] \quad /5/$$

kde pro jemnost T_{tex} vzorků platí :

$$T_{\text{tex}} = S \cdot \rho_s = 50 \text{ s} \quad /6/$$

S_s - plošná hmotnost tkanin $[\text{kg/m}^2]$

$S = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m} \times 10^3 \text{ m} = 50 \text{ m}^2$ - plocha obdélníkového vzorku o rozměrech 0,05 m a 1 000 m

Deformace je dána vztahem :

$$\epsilon = \frac{l - l_0}{l_0} \quad /7/$$

kde l_0 je počáteční délka vzorku a l okamžitá délka vzorku

Jednotlivé hodnoty T_{tex} a ρ_s jsou uvedeny v tabulce I.

tkanina	D_o [m^{-1}]	D_u [m^{-1}]	S_o [%]	S_u [%]	ρ_s [$\frac{\text{g}}{\text{m}^2}$]	T_{tex} [tex]
GLORIMA	2 748	2 520	5,2	6,0	111,5	5 575
GLORY	2 990	2 420	-	-	107,2	5 360
MADAPOLAM	2 780	2 952	6,6	6,7	126,2	6 310
MABEL	3 004	2 812	-	-	121,0	6 050

Výpočetní program byl upraveno takovým způsobem, že nebylo uvažováno žádné předpětí na vzorcích tkanin. Proto tahové deformační křivky $\sigma - \epsilon$ začínají nulovým napětím a zachycují také počáteční průběh deformace vzorků.

Pro každých 10 vzorků tkaniny jednoho druhu v tomtéž deformačním směru byla vypočtena průměrná tahová křivka.
Průměrná tahová křivka bavlněných přízí byla spočtena z 50 dílčích měření téže příze.

2.4 Experimentální výsledky

Výsledkem experimentu jsou průměrné tahové křivky :

a/ tkanin v souřadnicích $F - \xi$ / síla - prodloužení / i jsou uvedeny na obrázcích č. 7 - 18

b/ přízi obr. č. 19

Na obrázcích je také znázorněn rozptyl vypočítaných hodnot kolem tahových křivek / značky + / a průměrné hodnoty pevnosti a tažnosti / pomocí kříže $\times$, jehož střed určuje pevnost a tažnost a ramena kříže ukazují na velikost odchylky od určené pevnosti a tažnosti /.

Na obrázcích č. 20 - 23 jsou znázorněny průměrné tahové křivky již v souřadnicích $\tilde{\sigma} - \varepsilon$ / napětí - poměrné prodloužení /. Každý obrázek obsahuje tahové křivky vždy téže tkaniny ve směrech namáhání $\alpha = 0^\circ$, $\alpha = 45^\circ$, $\alpha = 90^\circ$ a tahovou křivku použitých přízí. Z uvedených obrázků vyplývá, že / s výjimkou tkaniny MADAPOLAM / splňuje napětí na tahových křivkách pro určitou danou deformaci vztah¹ /

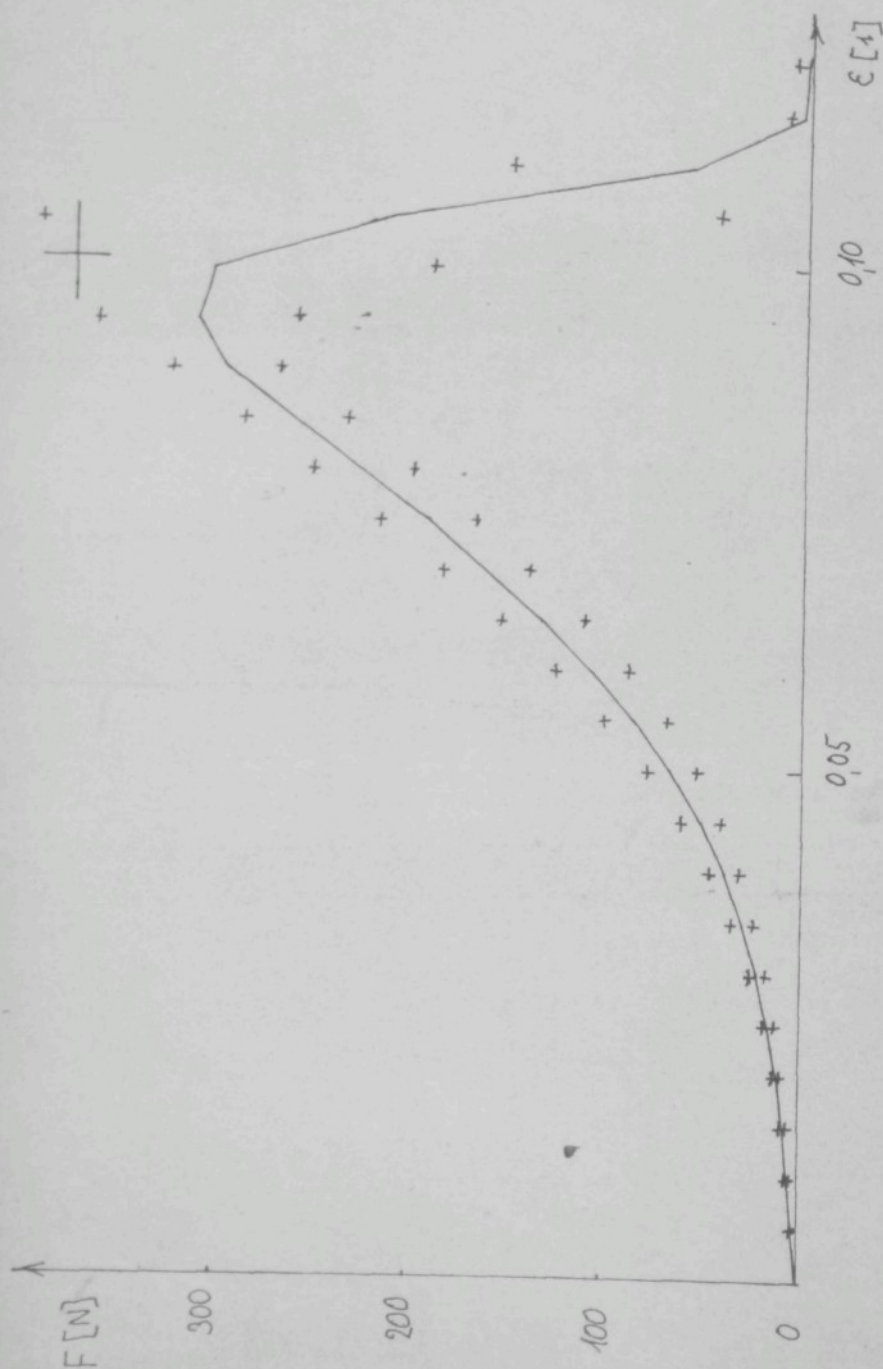
$$\tilde{\sigma}_{\alpha=45^\circ} < \tilde{\sigma}_{\alpha=90^\circ} < \tilde{\sigma}_{\alpha=0^\circ} < \tilde{\sigma}_{\text{příze}} \quad (8)$$

Konečné deformace vzorků / takové deformace, kterým přísluší maximální hodnota napětí na dané tahové křivce / v jednotlivých deformačních směrech s výjimkou tkaniny MADAPOLAM splňuje nerovnost² /

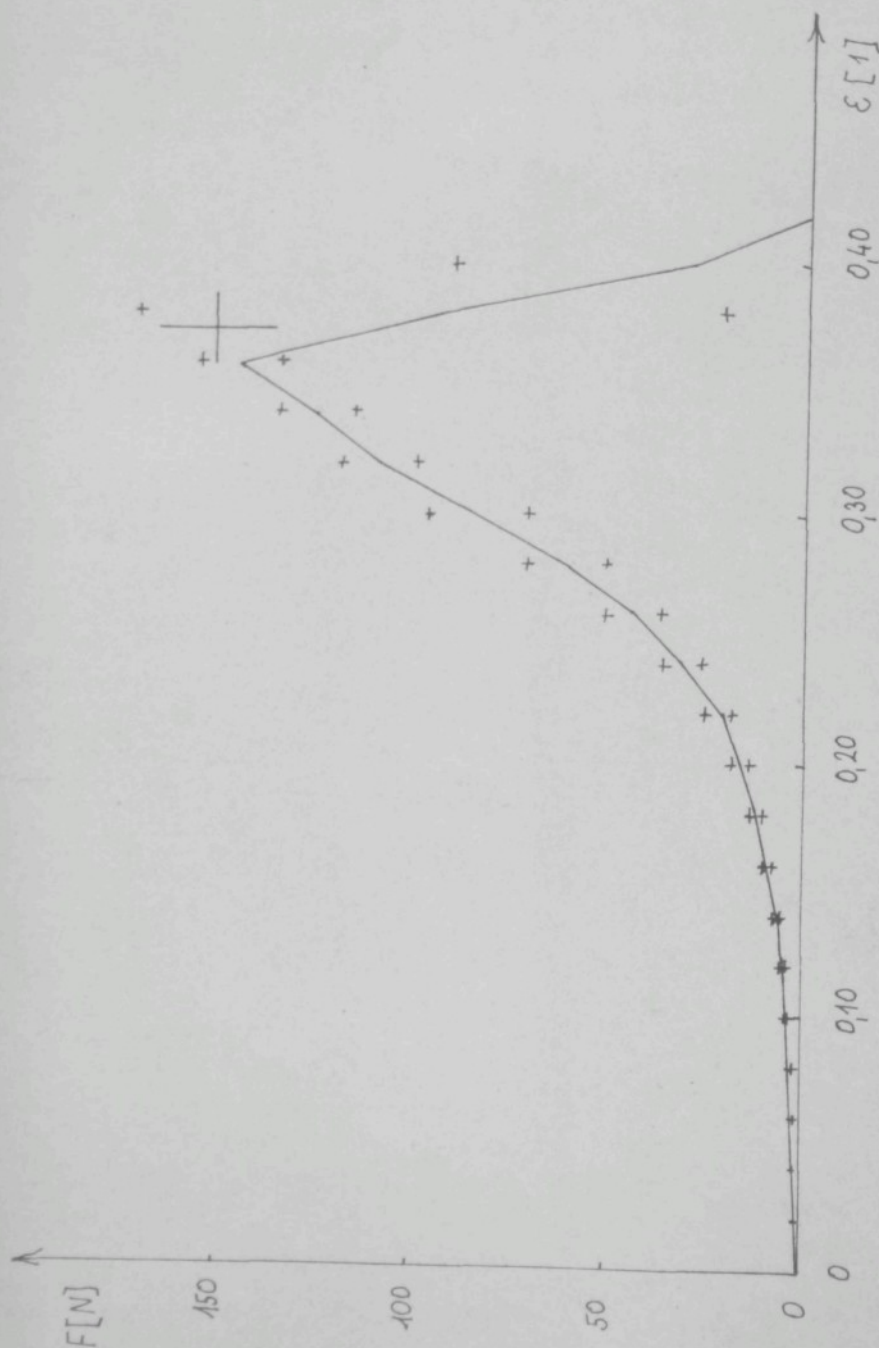
$$\varepsilon_{\alpha=45^\circ}^{\text{kon.}} > \varepsilon_{\alpha=90^\circ}^{\text{kon.}} > \varepsilon_{\alpha=0^\circ}^{\text{kon.}} > \varepsilon_{\text{příze}}^{\text{kon.}} \quad (9)$$

1/ Poznámka : Pro napětí tkaniny MADAPOLAM platí :

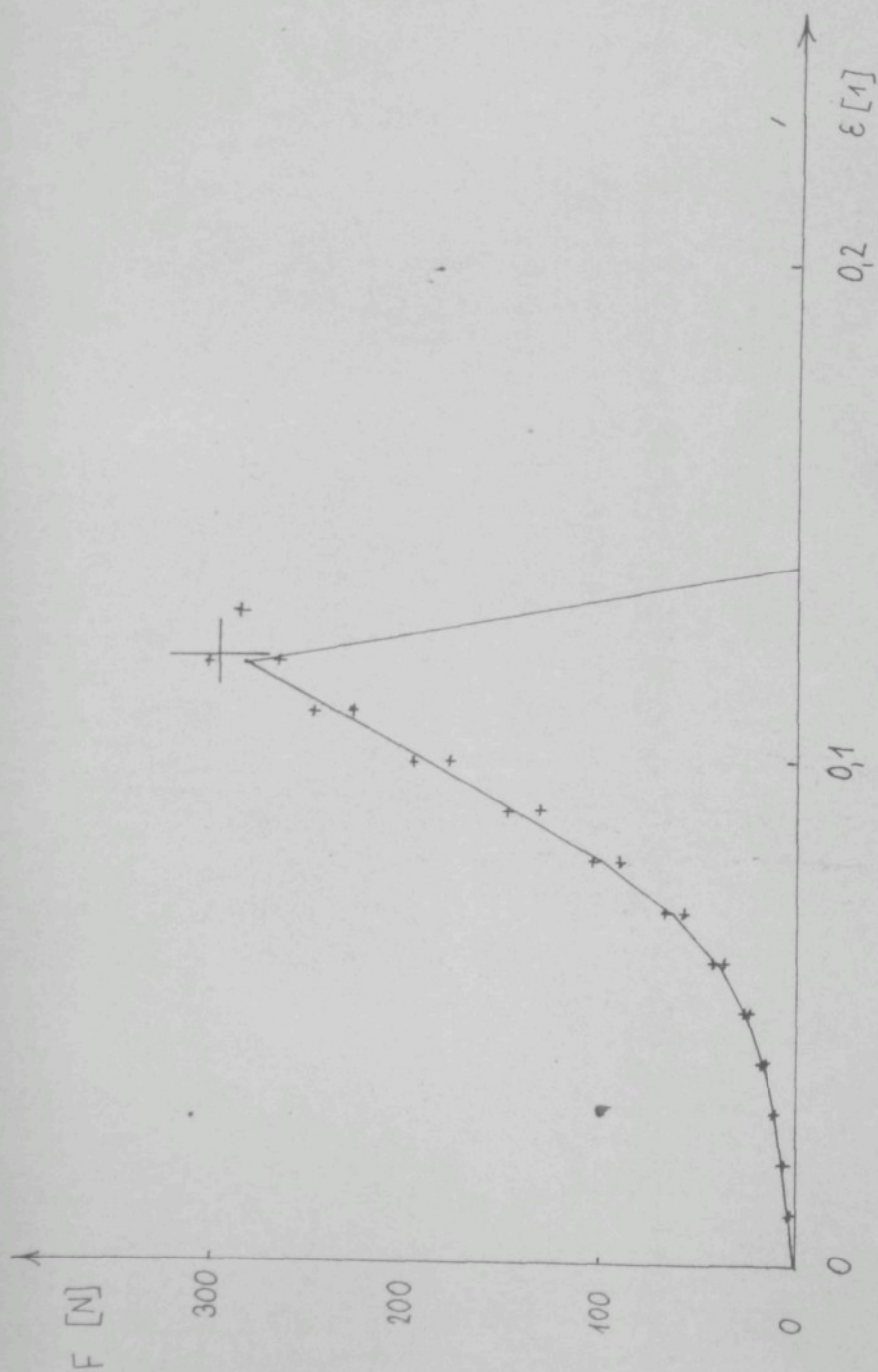
$$\sigma_{\alpha=45^\circ} < \sigma_{\alpha=0^\circ} < \sigma_{\alpha=90^\circ} < \sigma_{\text{příze}} \quad (10)$$

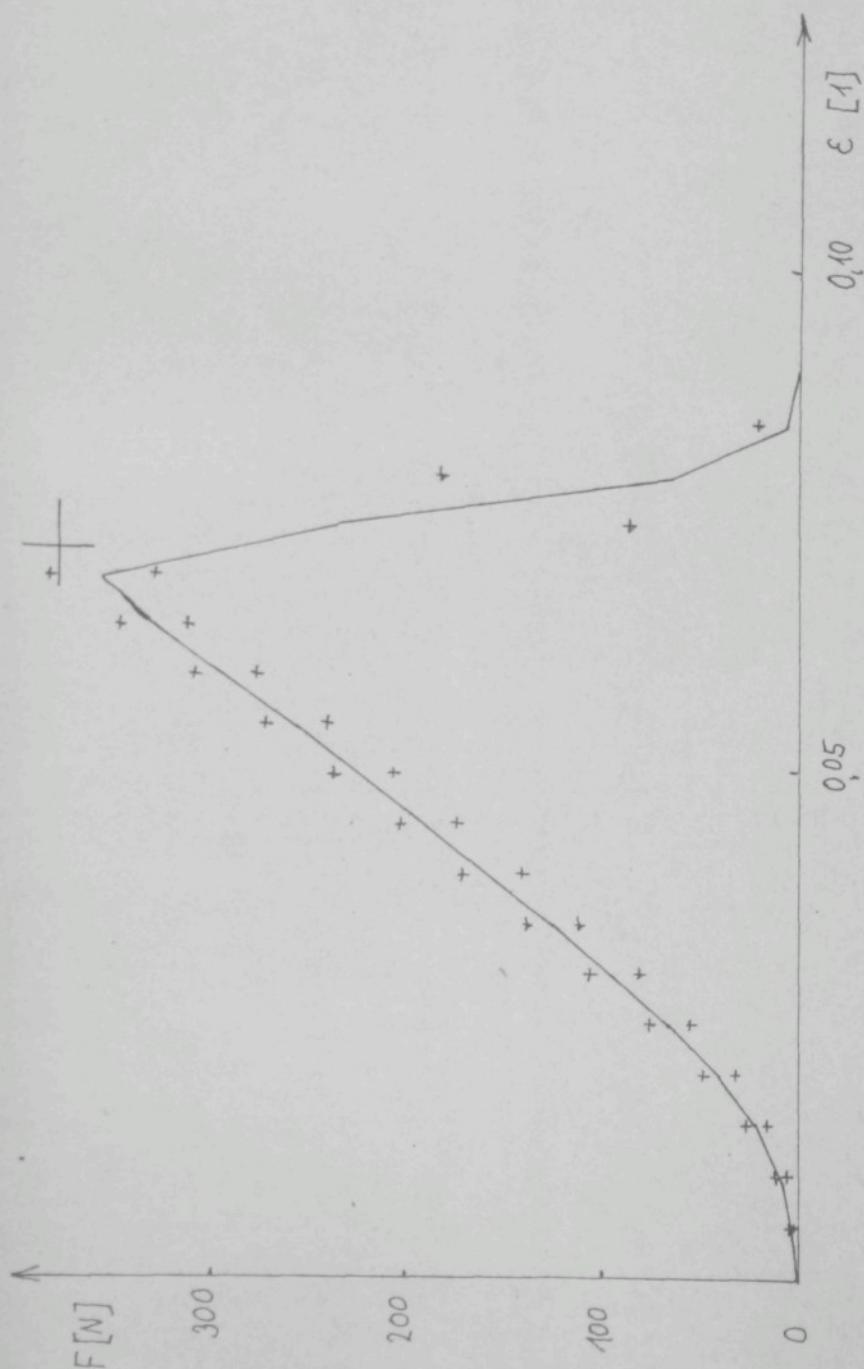


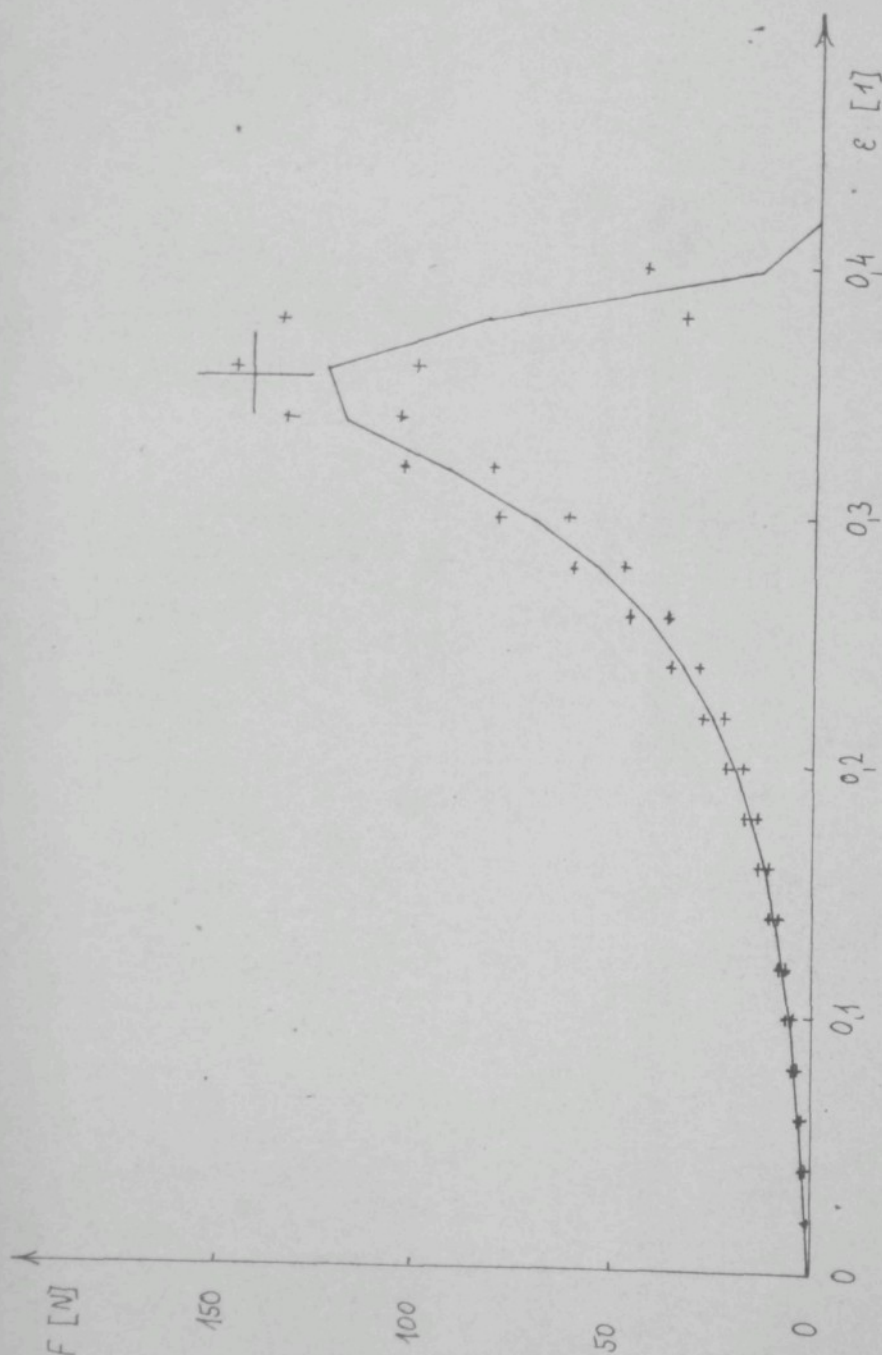
Obr. č. 7 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny GLORIA ve směru $\alpha = 0^\circ$

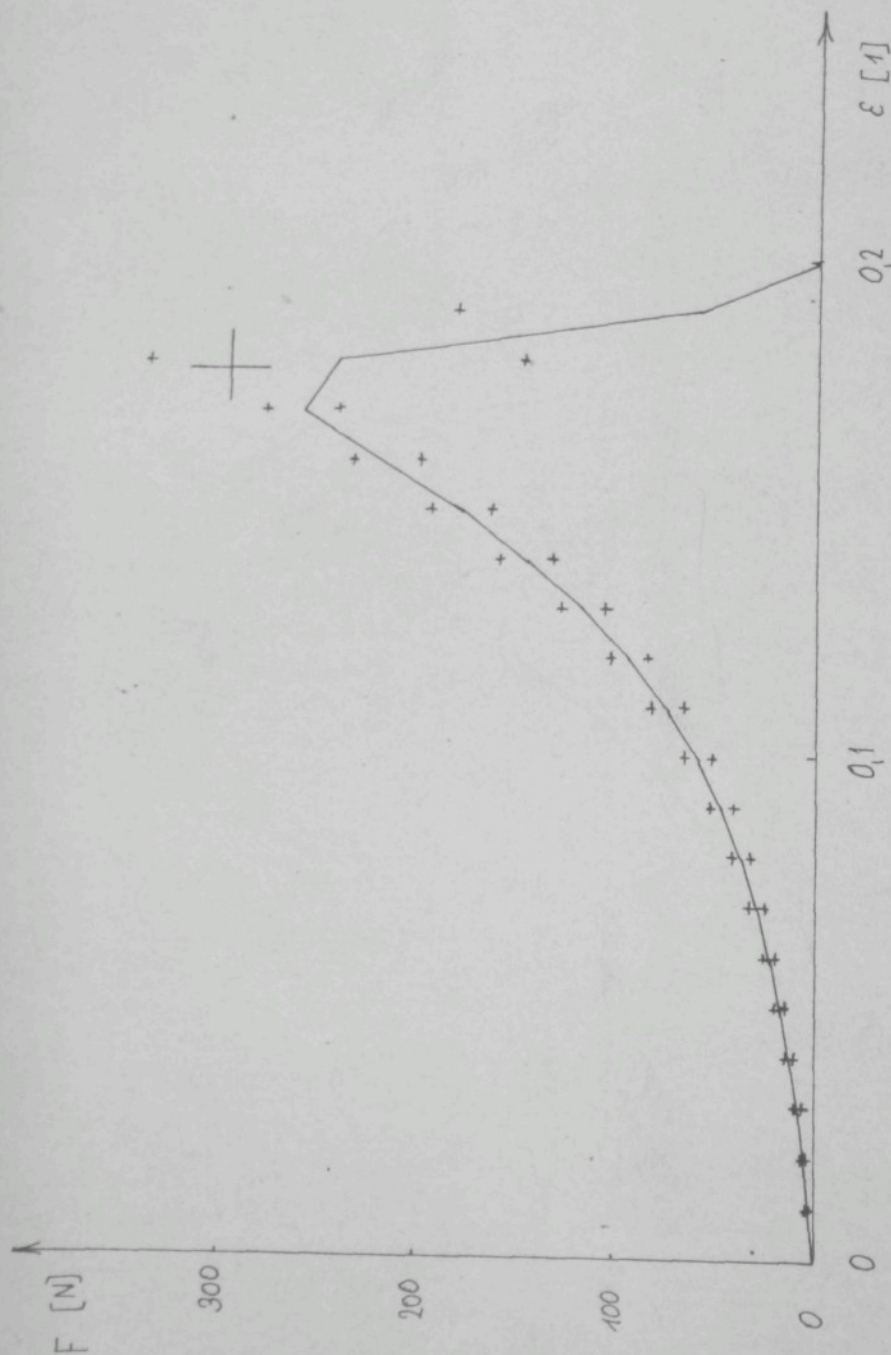


Obr. č. 8 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny GLORIA ve směru $\alpha = 45^\circ$

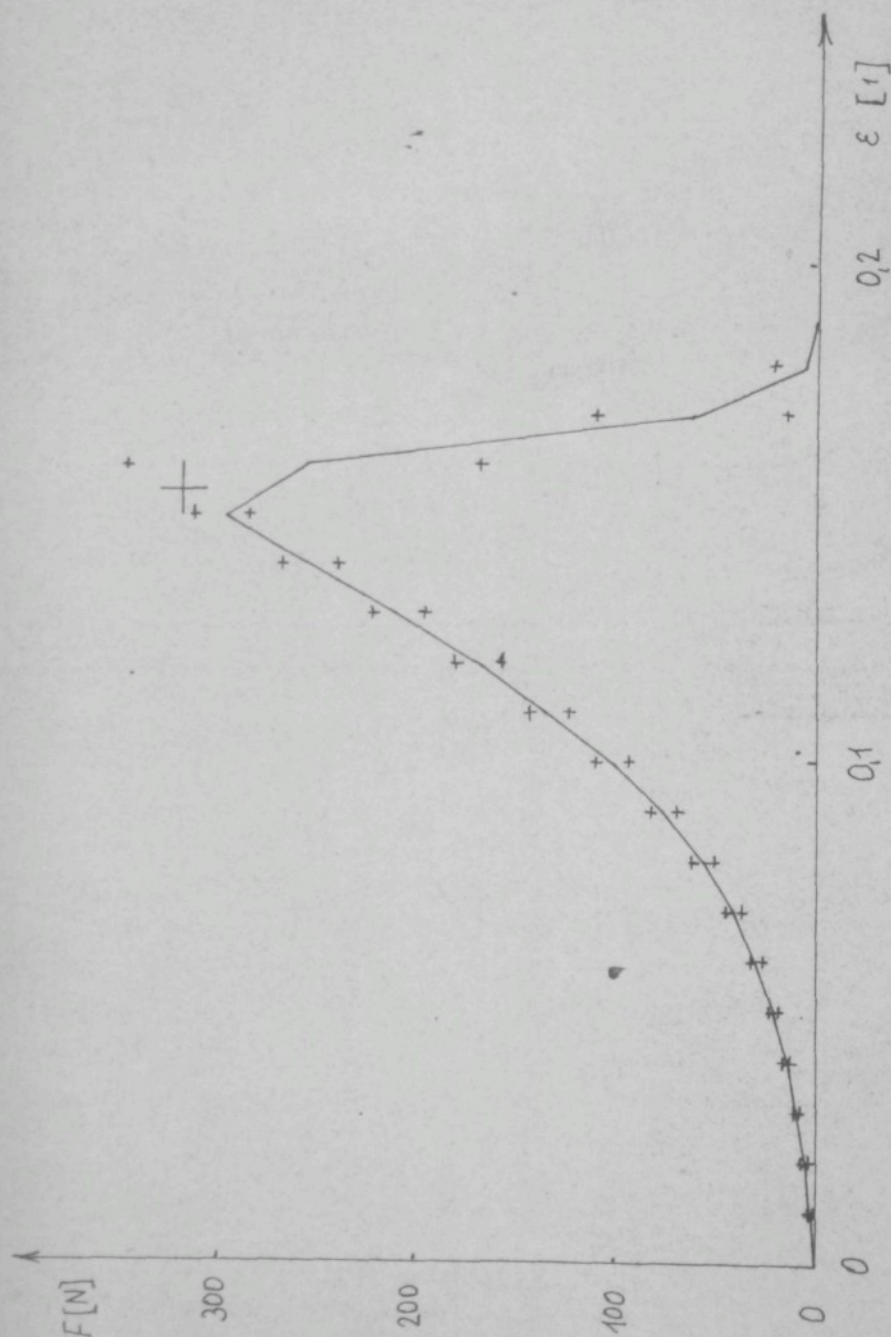
Obr. 9 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny GLORIA ve směru $\alpha = 90^\circ$

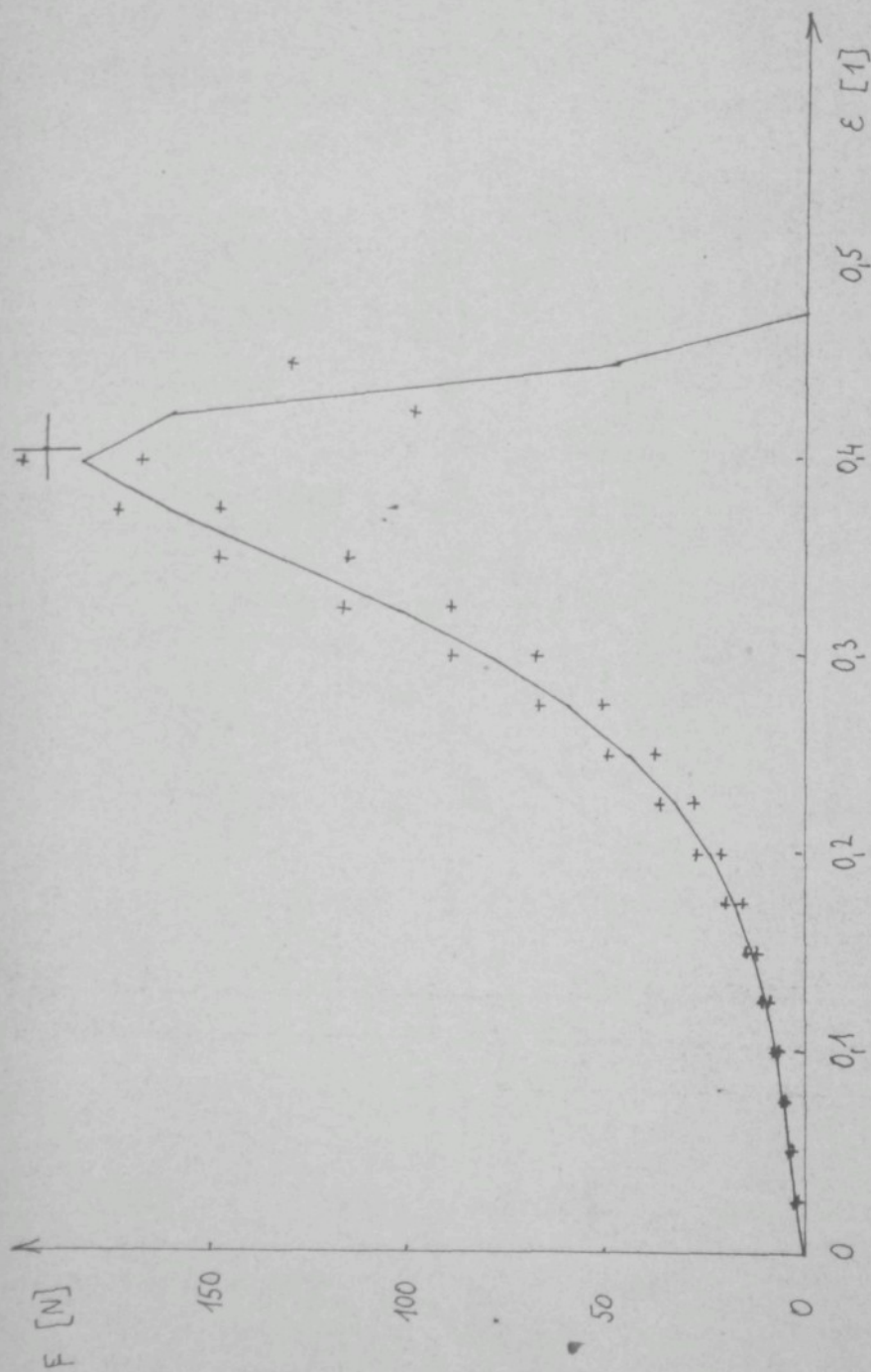
Obr. č. 10 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny GLORY ve směru $\alpha = 0^\circ$

Obr. č. 11 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny GLORY ve směru $\alpha = 45^\circ$

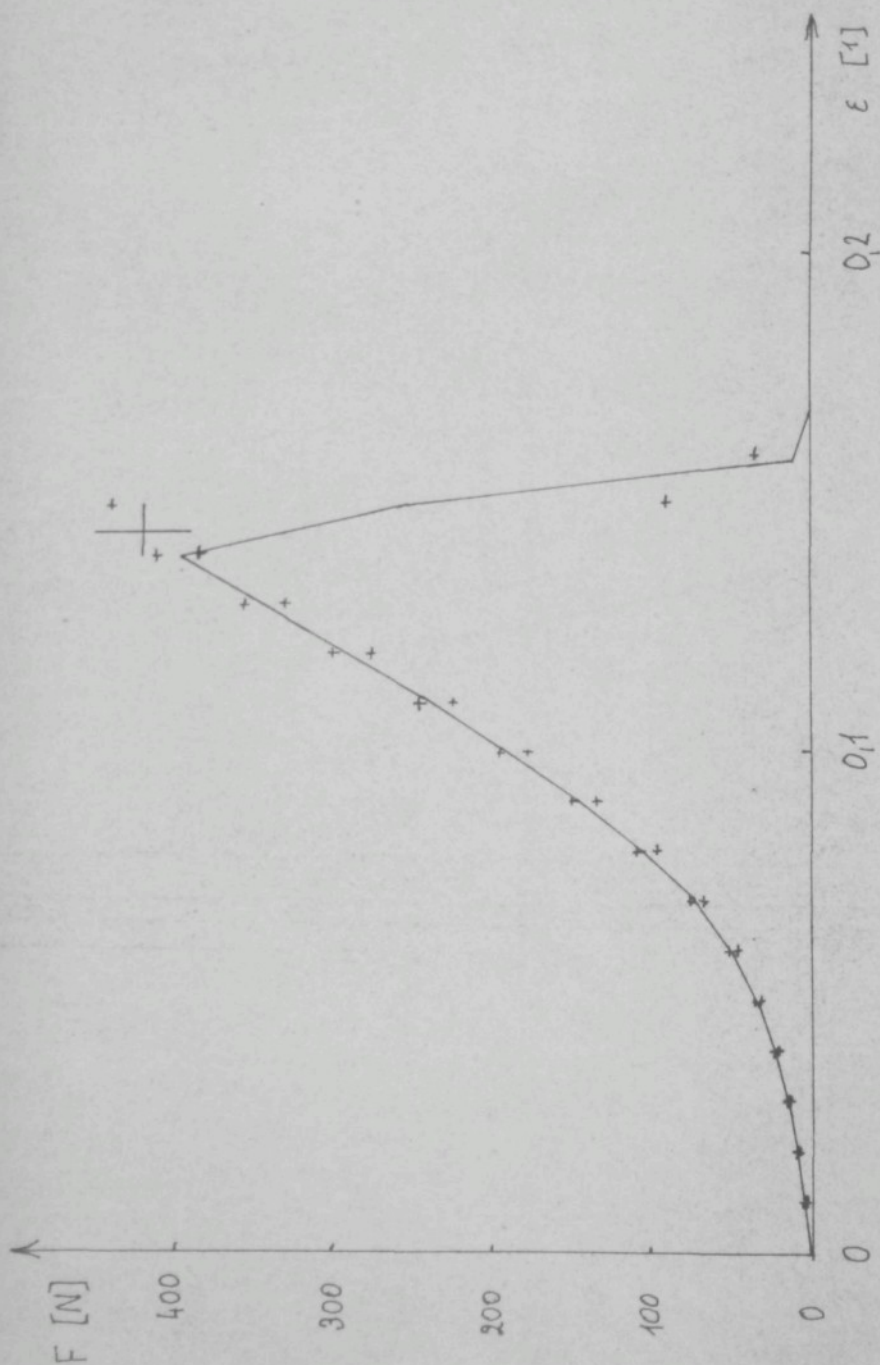


Obr. č. 12 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny 0101 ve směru $\alpha = 90^\circ$

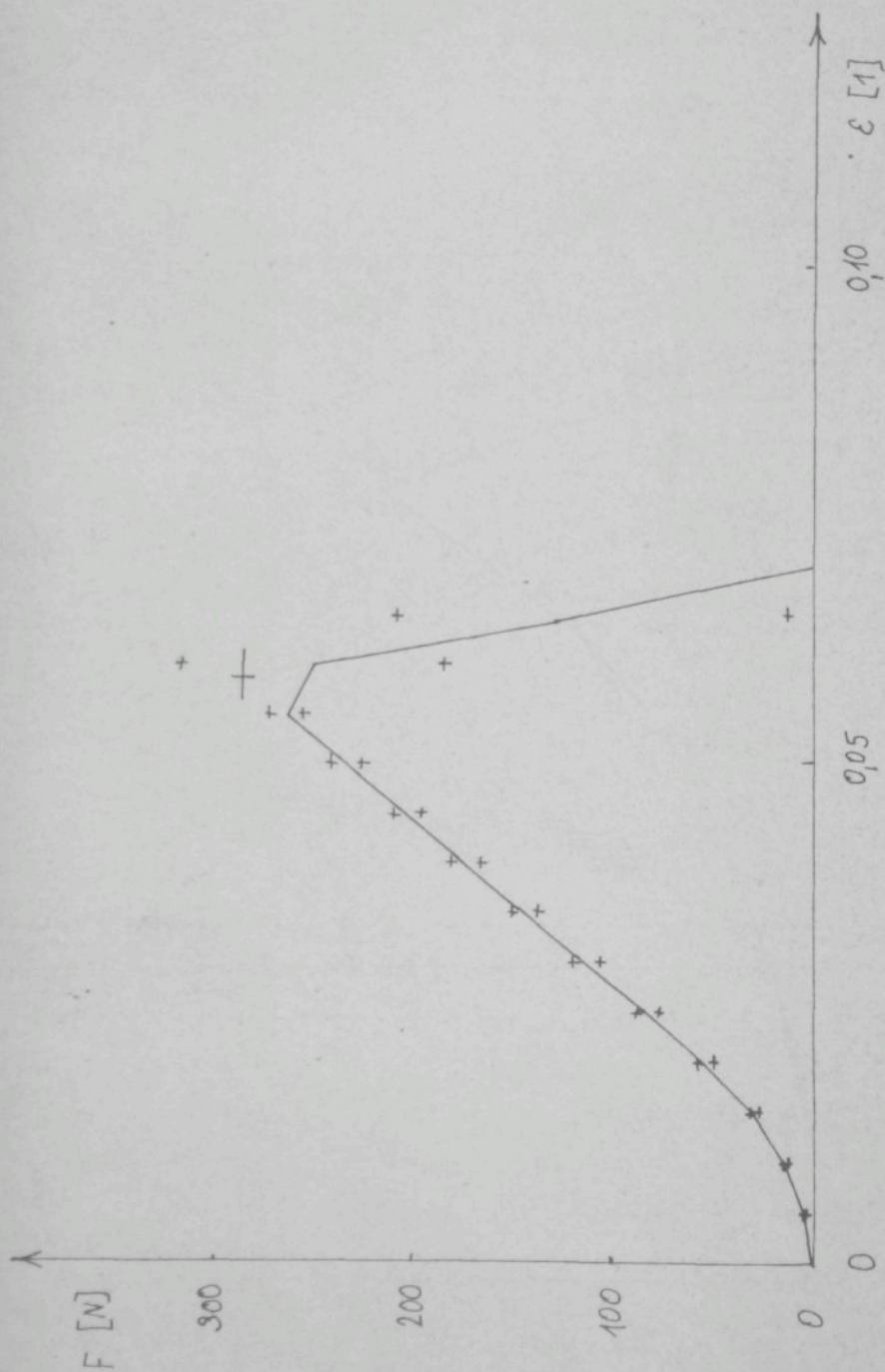
Obr. č. 13 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny MADAPOLAM ve směru $\alpha = 0^\circ$

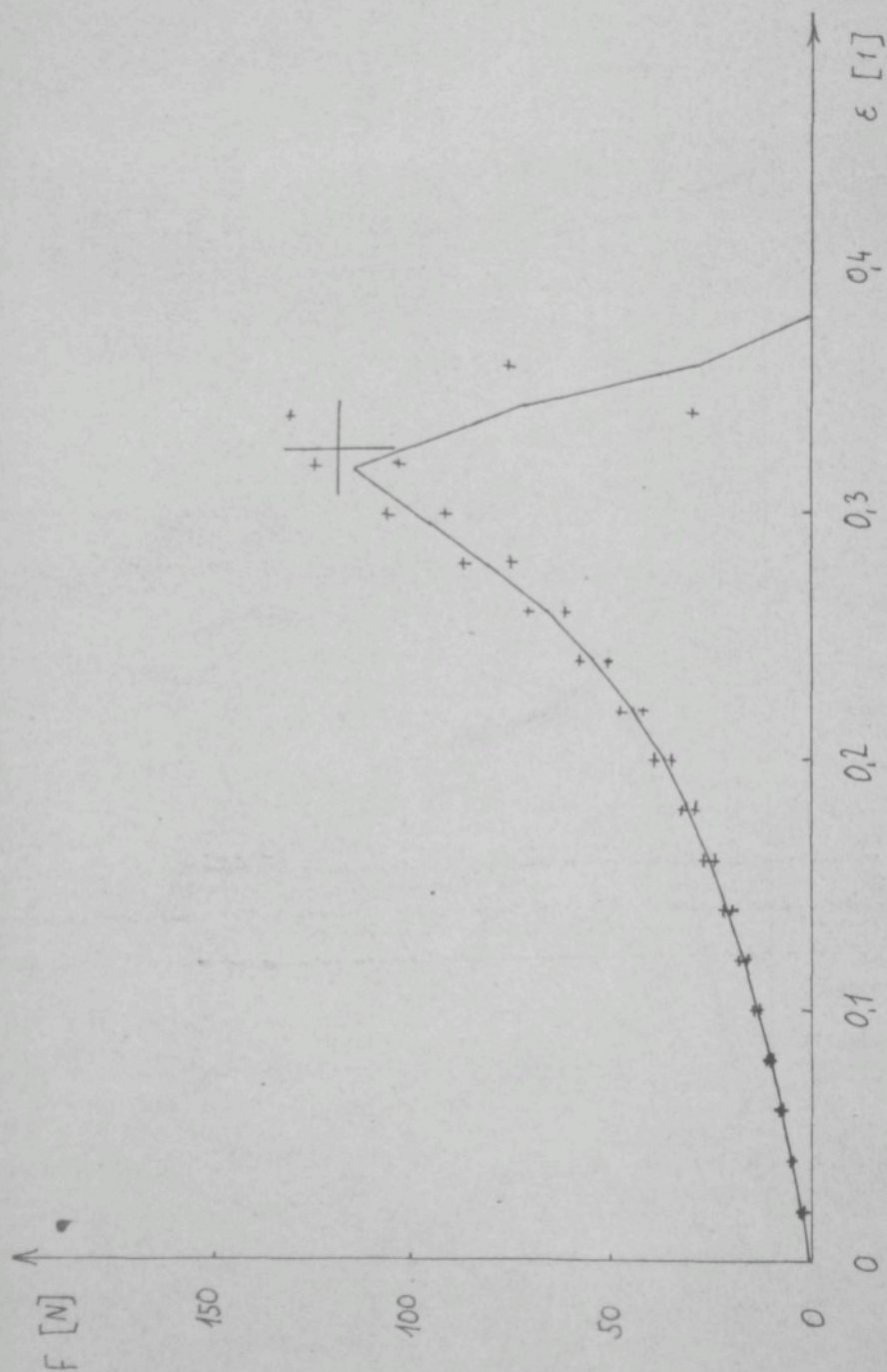


Obr. č. 14 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny MADAPOLAM ve směru $\alpha = 45^\circ$

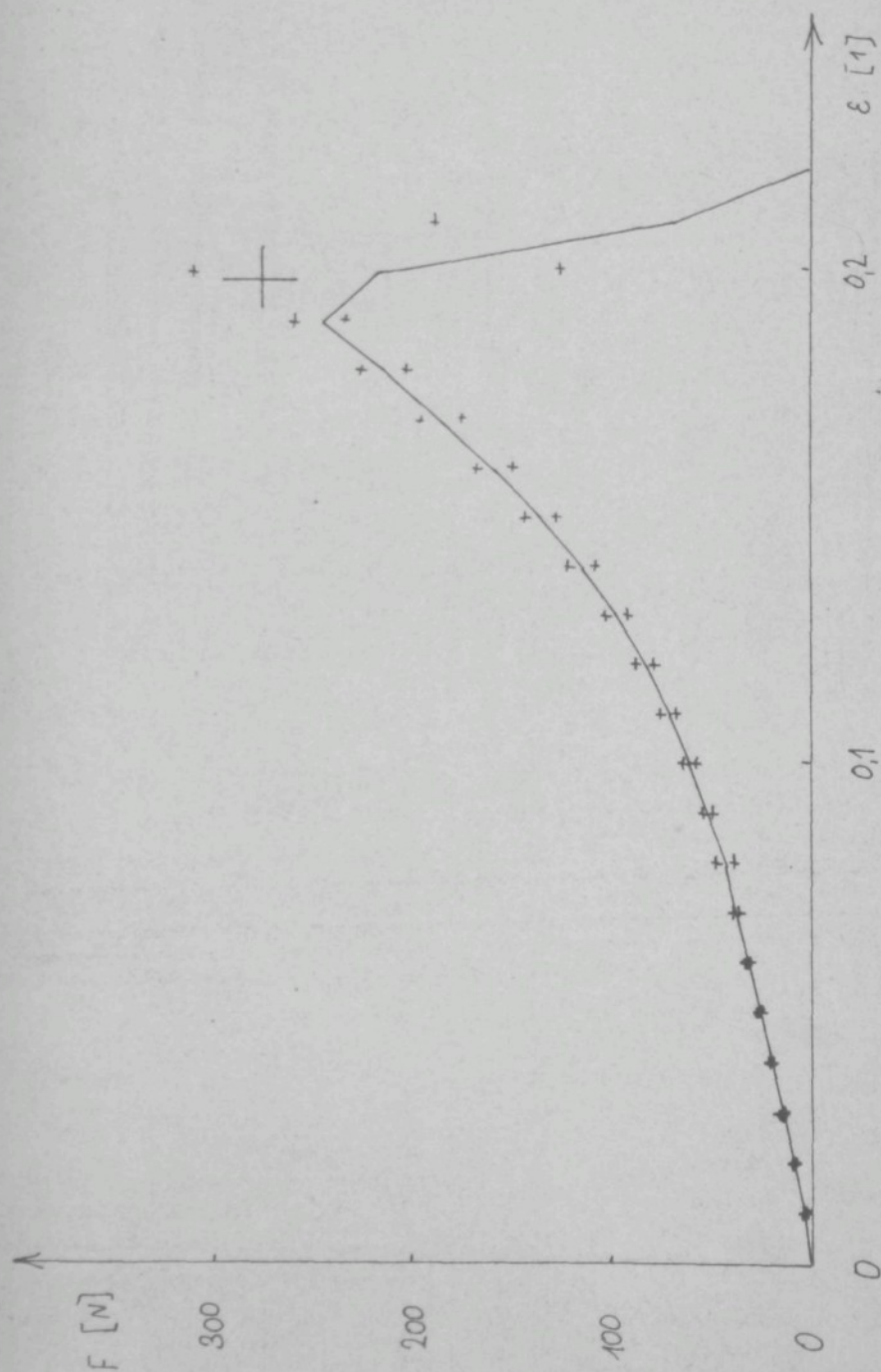


Obr. č. 15 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny MADAPOLAM ve směru $\alpha = 90^\circ$

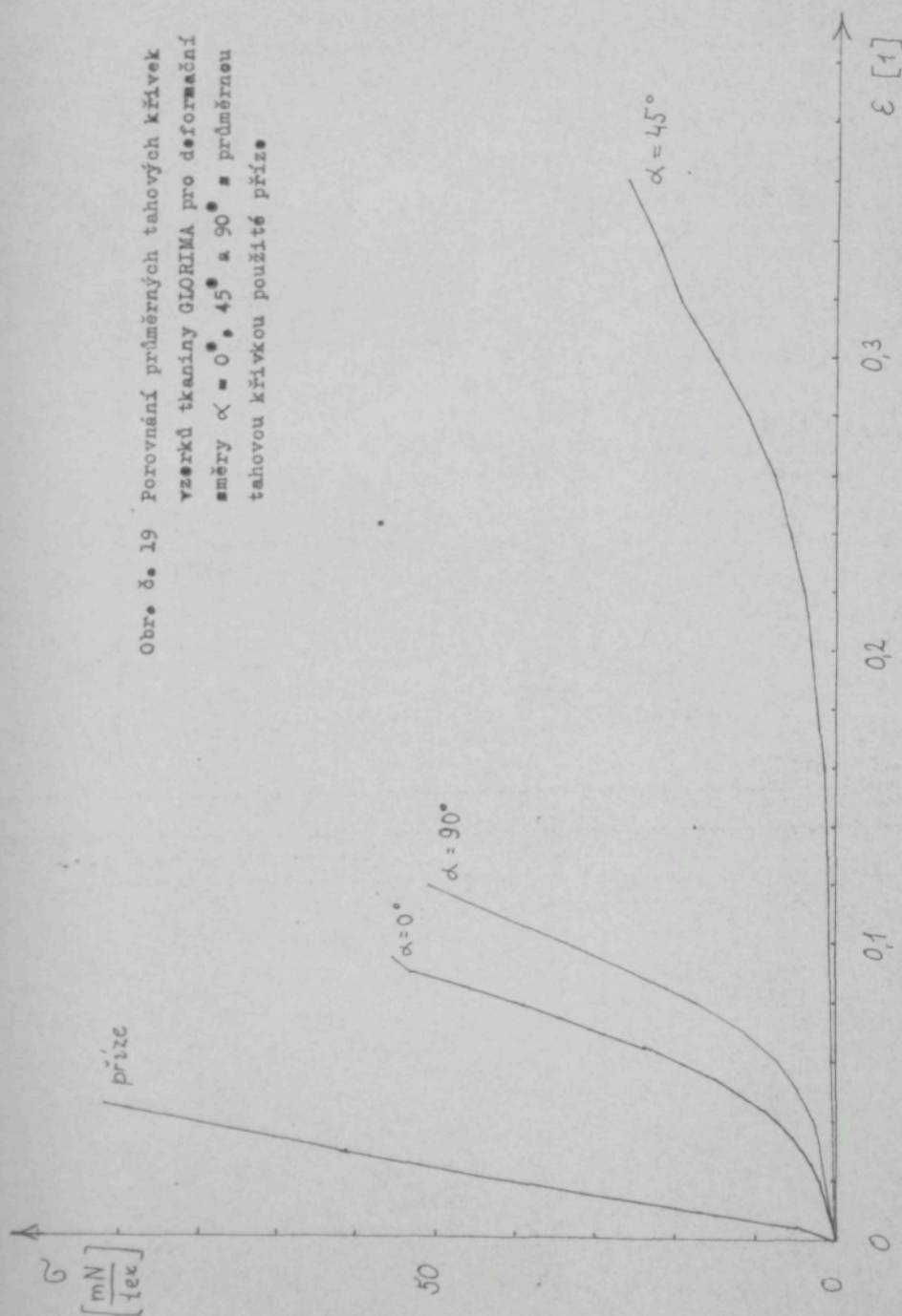
Obr. č. 16 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny MABEL ve směru $\alpha = 0^\circ$



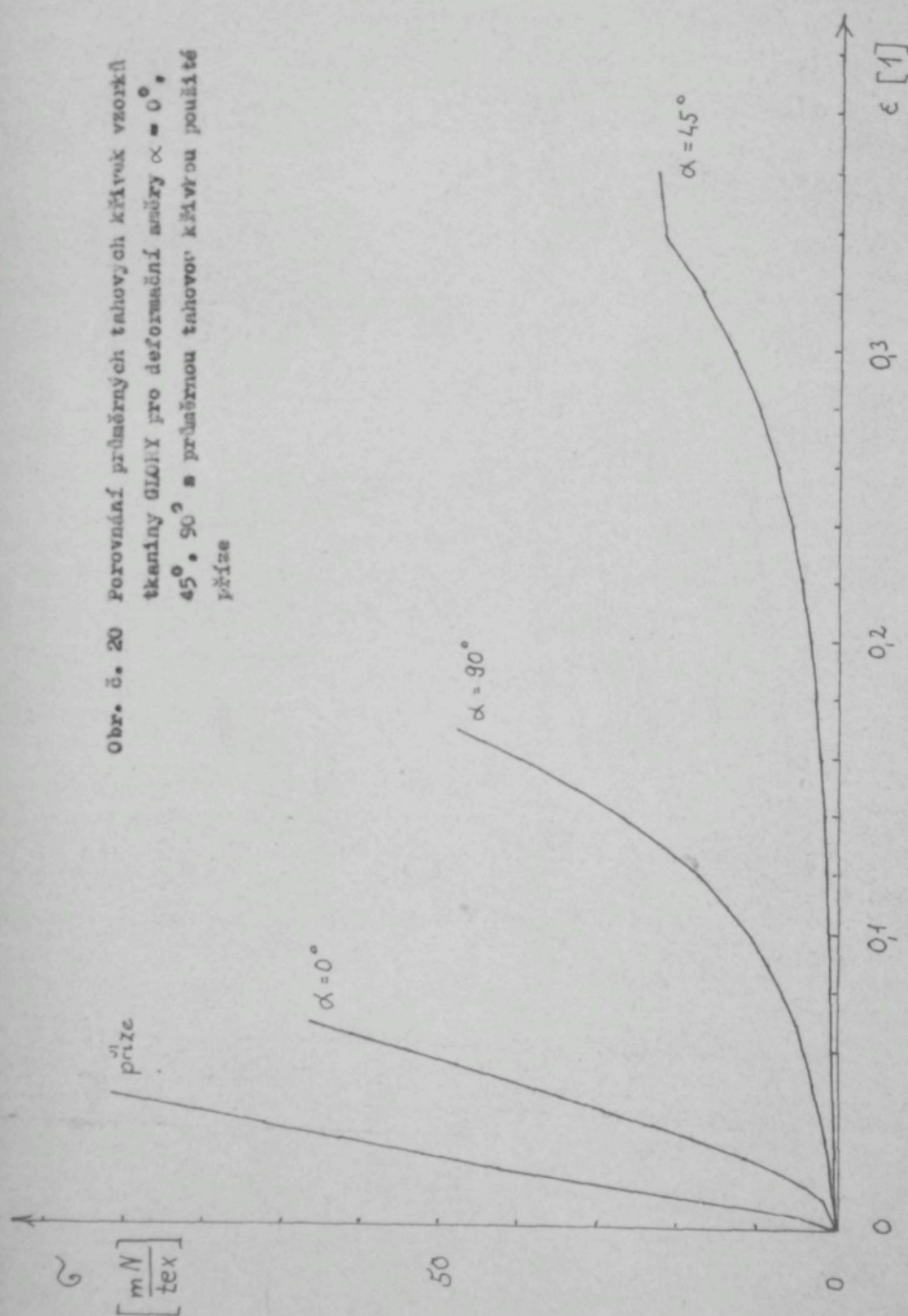
Obř. ř. 17 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny NABEL ve směru $\alpha = 45^\circ$

Obr. č. 18 Průměrná tahová křivka vzorků tkaniny MABEL ve směru $\alpha = 90^\circ$

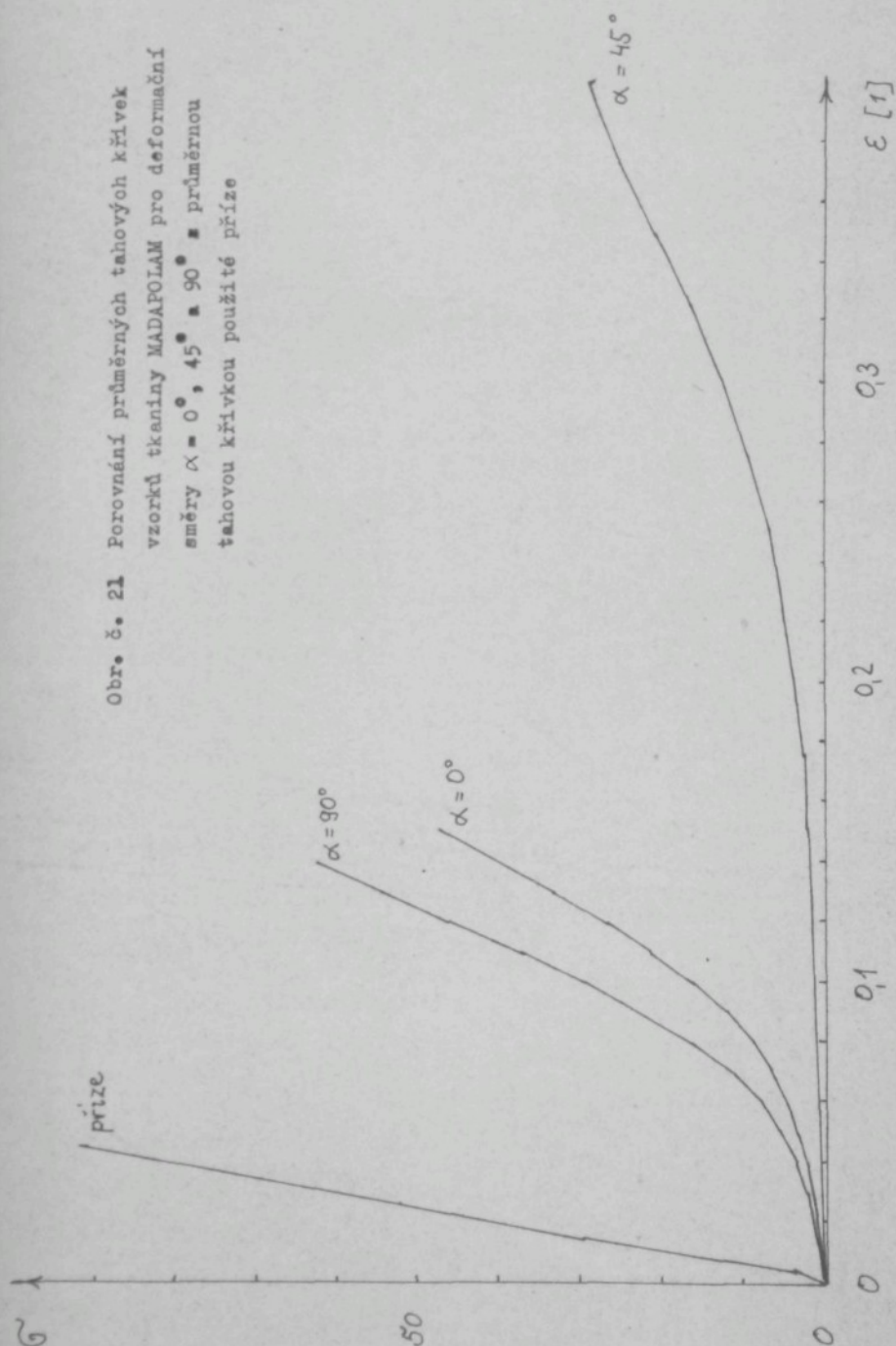
Obr. 8. 19 Porovnání průměrných tahových křivek
vzorků tkaniny GLORIMA pro deformační
směry $\alpha = 0^\circ, 45^\circ$ a 90° s průměrnou
tahovou křivkou použité příze



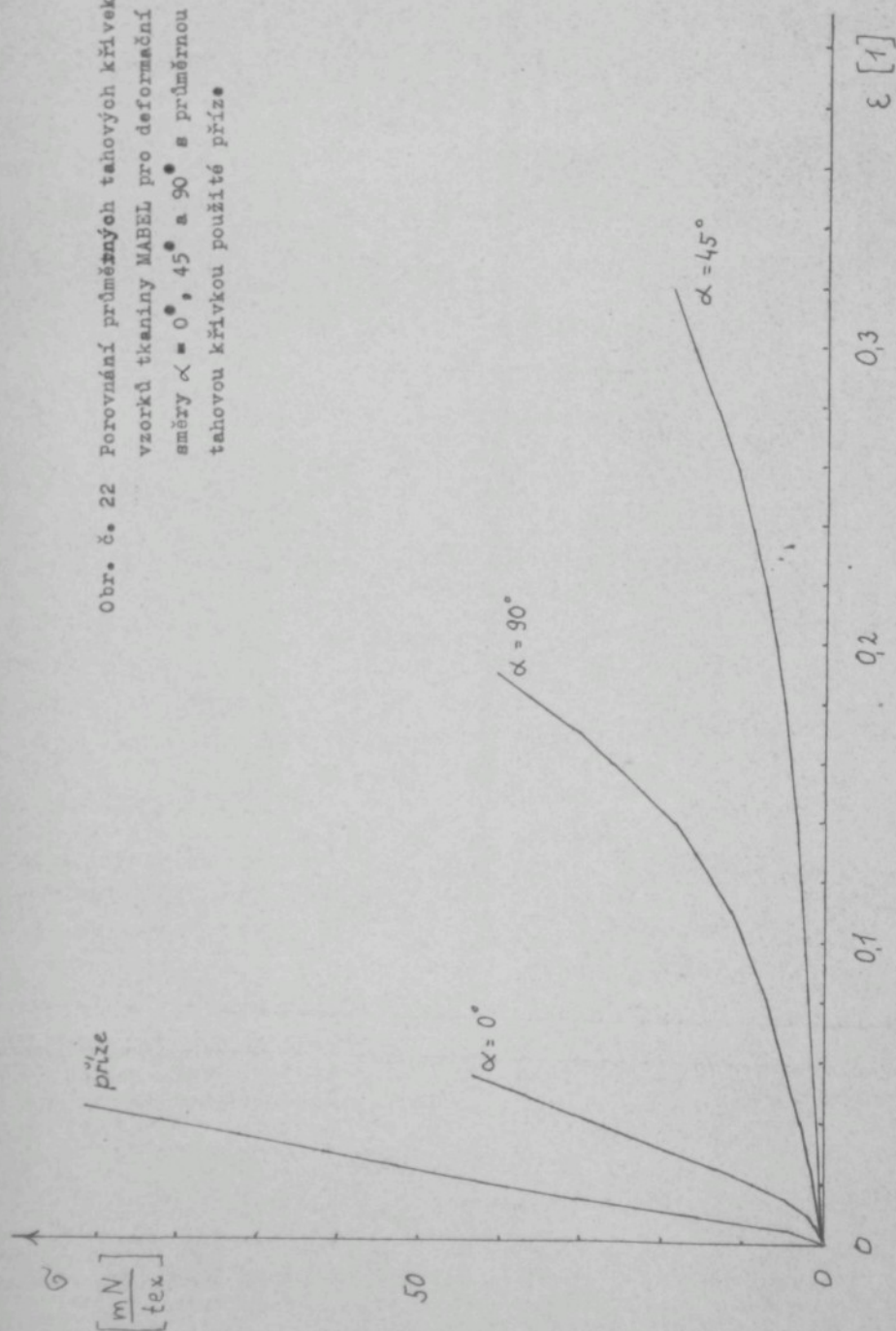
Obr. č. 20 Porovnání průměrných tahových křivek vzorků tkaniny GLADY pro deformační směry $\alpha = 0^\circ$, 45° , 90° s průměrnou tahovou křivkou použité příze

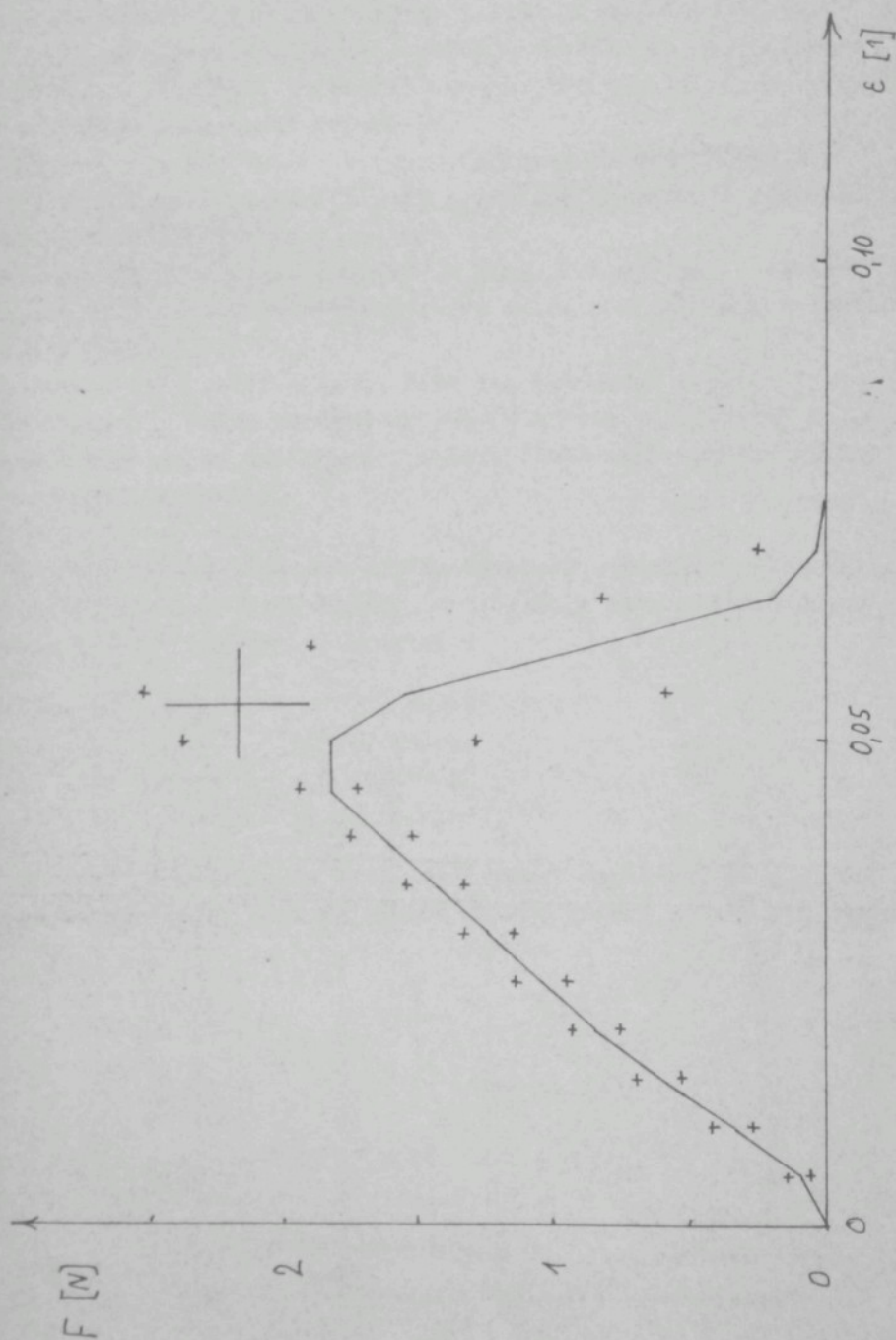


Obr. č. 21 Porovnání průměrných tahových křivek
vzorků tkaniny MADAPOLAM pro deformační
směry $\alpha = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ s průměrnou
tahovou křivkou použité příze



Obr. č. 22 Porovnání průměrných tahových křivek vzorků tkaniny MABEL pro deformační směry $\alpha = 0^\circ, 45^\circ$ a 90° s průměrnou tahovou křivkou použité příze





Obr. č. 23 Průměrná tahová křivka přízí zkoumaných tkanin

Všechny tahové deformační křivky tkanin je možné rozdělit do tří oblastí, jak je vidět na schematickém obrázku č. 24. Oblast I znázorňuje počáteční deformaci vzorku, kdy napětí stoupá přibližně lineárně s rostoucí deformací.

V oblasti II. dochází ke vzrůstu derivace tahové křivky a v oblasti III. stoupá napětí opět přibližně lineárně s rostoucím poměrným prodloužením.

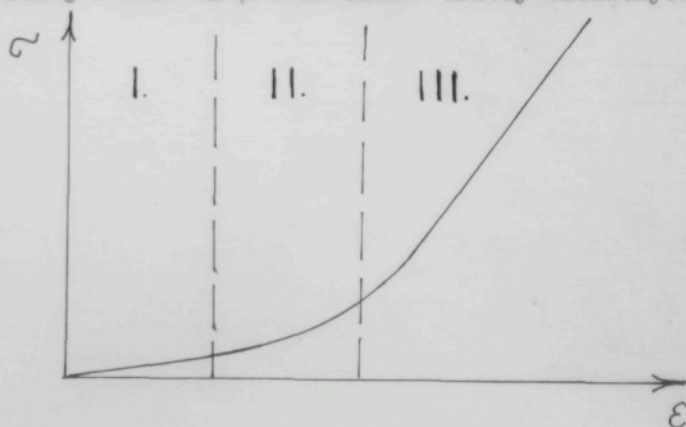
Vzorky, které byly deformovány ve směru $\alpha = 45^\circ$ mají největší oblast I. U vzorků deformovaných ve směru $\alpha = 45^\circ$ mají největší oblast číslo III.

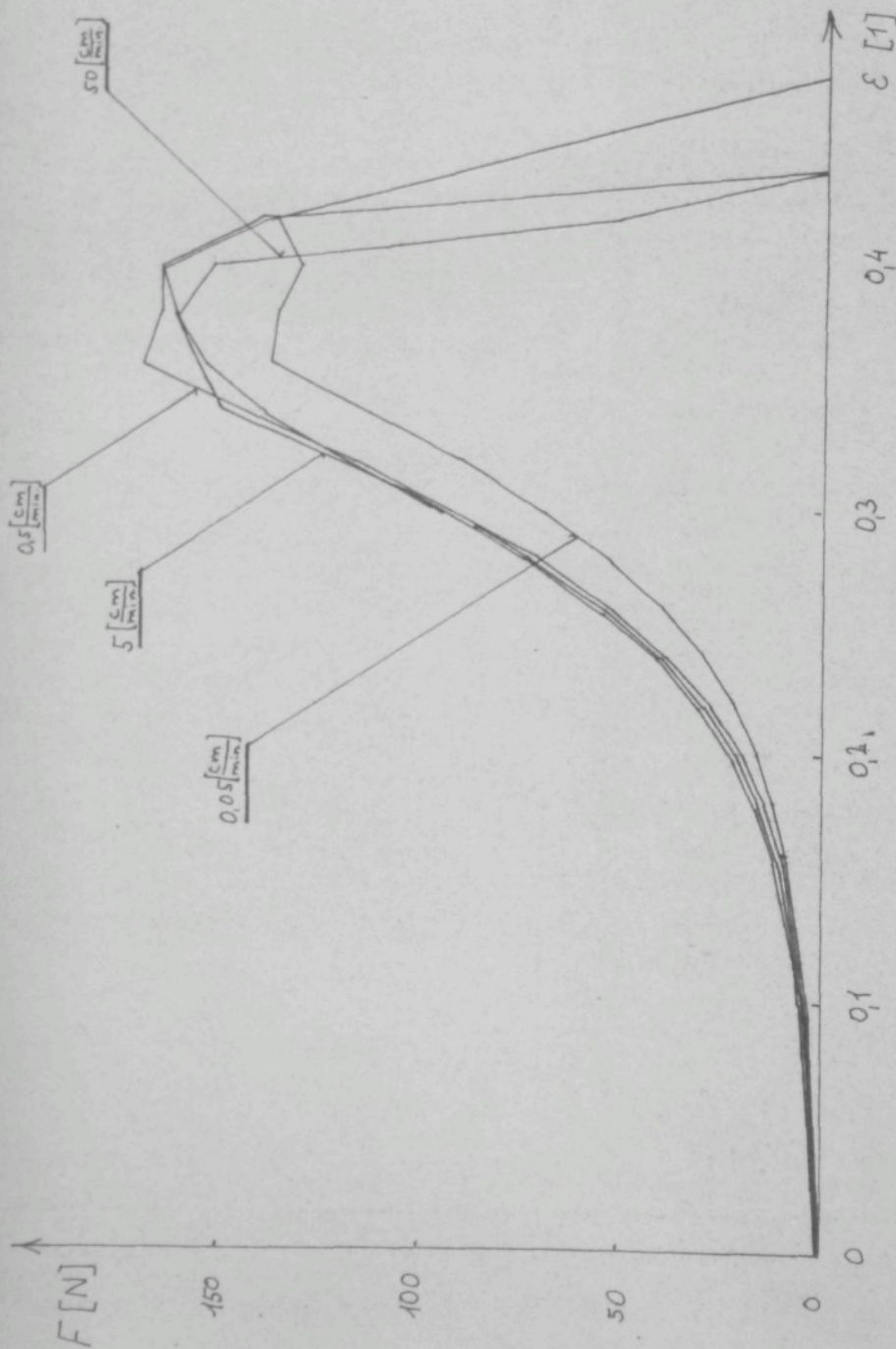
Na tahové deformační křivce přízí lze pozorovat prakticky jen dvě oblasti : velmi krátkou náběhovou oblast v počáteční deformaci a hned po ní následující oblast lineárního vzrůstu napětí s rostoucí deformací.

Vliv deformace na tahovou křivku zkoumaný s tkaninou MADAPOLAM je vidět z obr. č. 25. Vzorky této tkaniny byly deformovány ve směru $\alpha = 45^\circ$ různými rychlostmi :

$8,33 \cdot 10^{-6}$ m/s	/ 0,05 cm/min /
$8,33 \cdot 10^{-5}$ m/s	/ 0,5 cm/min /
$8,33 \cdot 10^{-4}$ m/s	/ 5 cm/min /
$8,33 \cdot 10^{-3}$ m/s	/ 50 cm/min /

Z obrázku je patrné, že změna deformační rychlosti až o 3 řády nemá podstatnější vliv na průběh tahové křivky zkoušených tkanin.





Obr. č. 25 Porovnání tahových křivek vzorků tkaniny MADAPOLAM, deformovaných ve směru $\alpha = 45^\circ$ deformacími rychlostmi 0,05 cm/min, 0,5 cm/min, 5 cm/min a 50 cm/min.

2.5 Diskuse

2.5.1 Přesnost experimentální metody

Přesnost experimentálních průměrných tahových křivek vypracovaných v této práci je poměrně vysoká. Jejich relativní chyba není větší než 5 %. Tato poznaná skutečnost je v souvislosti jednak s velkou přesností v dodržení stanovených rozměrů pokusných vzorků / ve směrech $\alpha = 0^\circ$ a $\alpha = 90^\circ$ byly vzorky připraveny odpáráním krajových přízí až do dosažení stanovených rozměrů /, jednak s tím, že od každého druhu tkaniny bylo deformováno ve všech experimentovaných směrech celkem po 10 vzorcích, z jejichž tahových deformačních křivek byla zjišťována vždy průměrná tahová křivka. Ve směru $\alpha = 45^\circ$ je možnost rozměrových chyb větší, což souvisí s nepřesností ve střihání a také s tím, že zkoumaný směr $\alpha = 45^\circ$ nemusel být z důvodu nekolmých soustav nití ve tkanině.

Při experimentování s tkaninami i reznými přízemi bylo nutné dodržovat u všech zkoušených vzorků stejnou deformační rychlost na jednotku upínací délky vzorku. Protože vzorky tkaniny MADAPOLAM měly poloviční upínací délku, byla by správná deformační rychlost vzorků $4,17 \cdot 10^{-4}$ m/s / tj. 2,5 cm/min /.

Protože však nebylo možné tuto deformační rychlost na univerzálním trhacím stroji Instron nastavit, bylo nutné použít převodu pro rychlost $5,00 \cdot 10^{-4}$ m/s / tj. 3 cm/min /. Přes tuto odchylku v deformační rychlosti při deformaci vzorků tkaniny MADAPOLAM nebyl zjištěn žádný praktický vliv této odchylky na její tahové deformační křivky. Případné odchylky napětí leží zcela v nepřesnosti experimentální metody, neboť jak ukázaly výsledky zkušebního experimentu, změna deformační rychlosti o tři řády vede jen k velmi malým změnám tahové deformační křivky všech použitých tkanin.

2.5.2 Výklad vlivu vnitřní geometické struktury na tahové deformační křivky tkanin

Na základě průměrné tahové křivky použité příze a vnitřní geometrické struktury tkanin lze vysvětlit chování tkanin při tahové deformaci a tím tedy i průběh tahových deformačních křivek. Výsledky je nutné z hlediska dvou odlišných druhů namáhání diskutovat odděleně, a to :

1/ pro deformační směr $\alpha = 0^\circ$ a $\alpha = 90^\circ$

2/ pro deformační směr $\alpha = 45^\circ$

Ad 1/ V tomto případě, kdy jednoosé tahové deformace jsou provedeny ve směru osnovy / tj. $\alpha = 0^\circ$ / a ve směru útku / tj. $\alpha = 90^\circ$ / je tahově namáhána pouze jedna soustava přízí ve tkanině / osnova pro $\alpha = 0^\circ$ a útek pro směr $\alpha = 90^\circ$ /. Druhá soustava je kolmá ke směru tahové deformace, proto nemůže přenášet tahovou sílu. Vliv soustavy kolmo ke směru namáhání ve struktuře tkaniny na soustavu namáhanou tahem je tedy nepatrný, může jen slabě ovlivňovat tvar namáhaných nití, případně jejich vzájemnou vzdálenost v namáhané soustavě. Jak již bylo předesláno tahová deformační křivka se vyznačuje třemi charakteristickými oblastmi. S ohledem na tento pozorovaný průběh tahových deformačních křivek lze jejich jednotlivé oblasti vysvětlit tímto způsobem.

Oblast I :

Je oblastí počáteční tahové deformace tkaniny, ve které je dominantním deformačním mechanismem narovnávání přízí v tahově namáhané soustavě. Trajektorie těchto přízí přechází postupně ze zvlněného tvaru do prakticky přímkového tvaru. Současně

s tímto " narovnáváním " dochází k stále většímu zprohýbání soustavy kolmé ke směru namáhání, která se přizpůsobuje tvaru tahově namáhaných přízí první soustavy. Tento děj nevyžaduje velké energetické nároky. Tahová deformační křivka vyjadřuje tedy napětí potřebné k tomu, aby se tahově namáhaná soustava přízí narovnala a druhá nezatížená soustava přízí naopak zvlnila. Určitou roli zde může hrát zplošťování přízí a třecí efekty mezi přízemi v místě jejich kontaktů. Protože tento ohyb přízí není energeticky náročný, dosahují příslušná napětí relativně nízkých hodnot.

Oblast III :

V této oblasti tahové deformační křivky jsou již příze v tahově namáhané soustavě narovnané. Projevuje se zde tedy jediný možný deformační mechanismus, a to je protahování tahově namáhaných přízí. Tahová destrukce tkaniny v této oblasti již přestává být ovlivňována její vnitřní strukturou, ale ovlivňují ji pouze tahové deformační vlastnosti přízí.

Oblast II :

Tuto střední oblast tahové deformační křivky tkaniny můžeme nazvat přechodovou oblastí. V této části deformace tkaniny dochází k současnému uplatnění mechanismů, které se projevovaly v oblastech I. a III. Jejich projevem je tedy narovnávání a protahování přízí v tahově namáhané soustavě.

Správnost tohoto výkladu deformace tkaniny lze ověřit a potvrdit na obrázcích č. 26 - 29, které obsahují tahové křivky vzorků tkanin pro deformační směry $\alpha = 0^\circ$ a $\alpha = 90^\circ$, přičemž napětí je zde vztaženo pouze na příslušnou namáhanou soustavu přízí / křížky vyznačené v grafech značí průměrné pevnosti a tažnosti vzorků /. Směrnice oblasti III těchto tahových deformačních křivek jsou velmi blízké směrnici tahové deformační křivky příze. Extrapolujeme-li přímkové části tahových deformačních křivek

v oblasti III. k rubovému napětí u tkanin GLORIMA A MADAPOLAM obdržíme tyto hodnoty poměrné deformace :

GLORIMA

$$\epsilon_{\alpha=0^{\circ}}^{\text{extrapol.}} = 0,047 = 4,7 \%$$

$$\epsilon_{\alpha=90^{\circ}}^{\text{extrapol.}} = 0,061 = 6,1 \%$$

MADAPOLAM

$$\epsilon_{\alpha=0^{\circ}}^{\text{extrapol.}} = 0,081 = 8,1 \%$$

$$\epsilon_{\alpha=90^{\circ}}^{\text{extrapol.}} = 0,067 = 6,7 \%$$

Tyto hodnoty poměrné deformace poměrně dobře korespondují s hodnotami setkání těchto tkanin / viz tabulka 1 /.

GLORIMA

setkání osnovy : 5,2 %

setkání útku : 6,0 %

MADAPOLAM

setkání osnovy : 6,6 %

setkání útku : 6,7 %

ad 2/ V případě jednoosé tahové deformace ve směru $\alpha = 45^{\circ}$ jde o tahové namáhání obou soustav přízí ve tkanině. Jednotlivé oblasti těchto tahových křivek / obr. 24 / lze vysvětlit tímto způsobem.

Oblast I :

V této oblasti tahové deformace tkaniny nejprve dochází ke změně úhlu mezi oběma soustavami přízí / osnovy a útku / , namáhání soustavy se orientuje více do směru tahové síly. Při tomto mechanickém ději se uplatňuje jenom třecí efekty mezi přízemi, které jsou energeticky jen minimálně náročné.

Současně k této změně orientace přízí přistupuje narovnávání přízí z původně vzlněného tvaru. Oba zmíněné mechanismy, které současně ovlivňují deformaci, způsobují, že počáteční oblast

tahové deformační křivky je velmi dlouhá v porovnání s tahovými deformačními křivkami ve směrech $\alpha = 0^{\circ}$ a $\alpha = 90^{\circ}$.

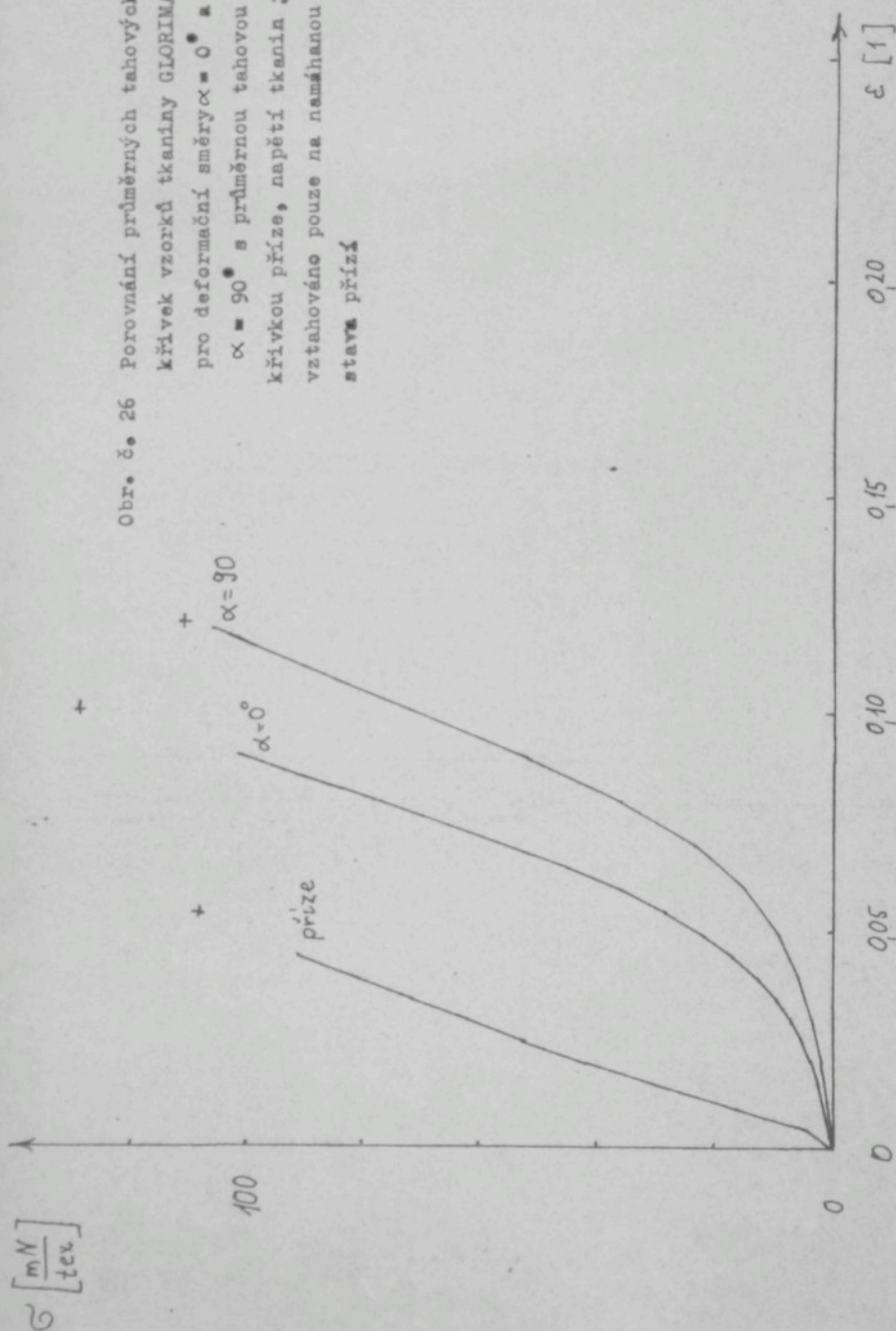
Oblast II :

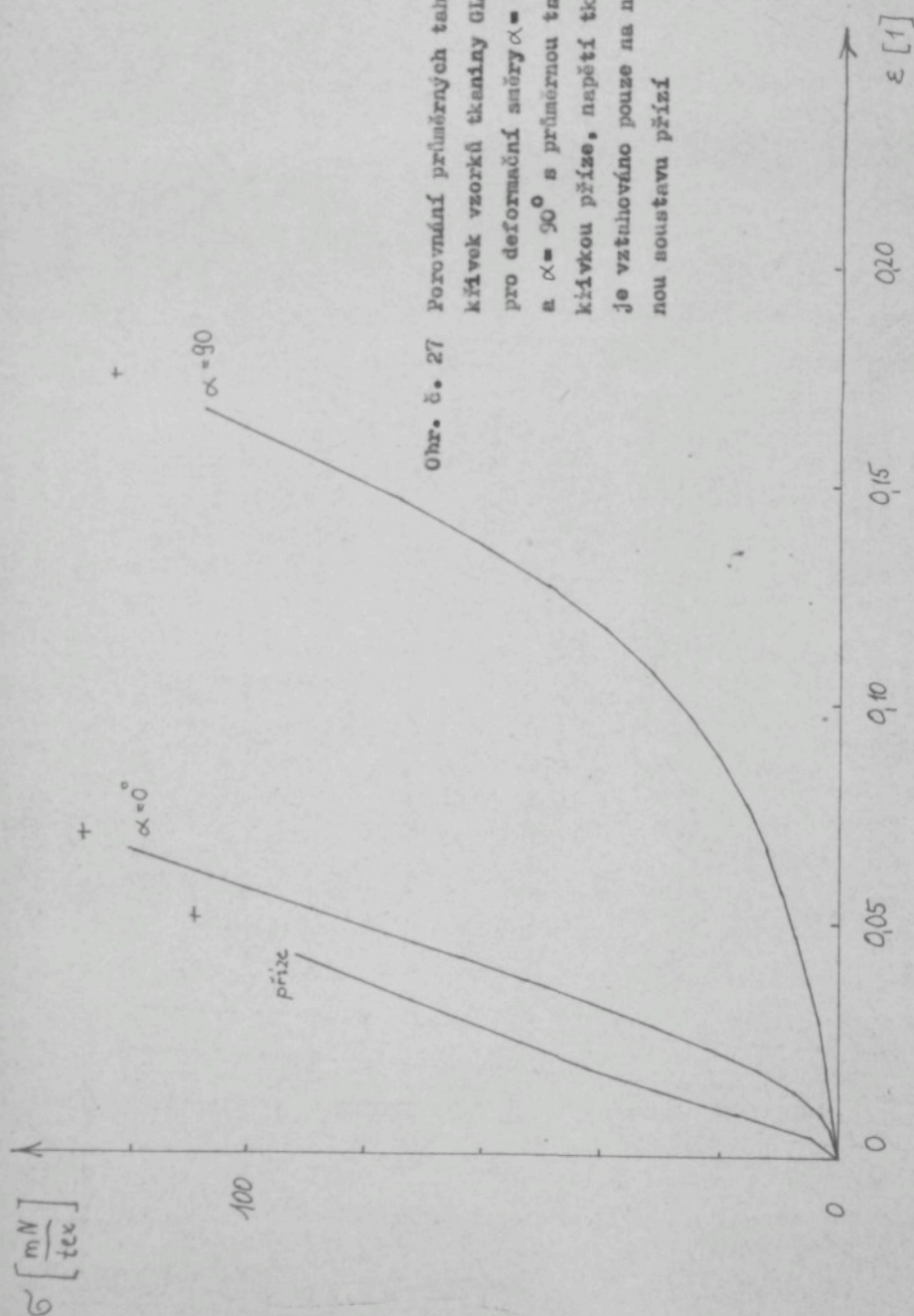
V této oblasti se uplatňuje nejen změna orientace přízí do směru tahové síly a narovnávání přízí, ale i protahování přízí v obou soustavách.

Oblast III :

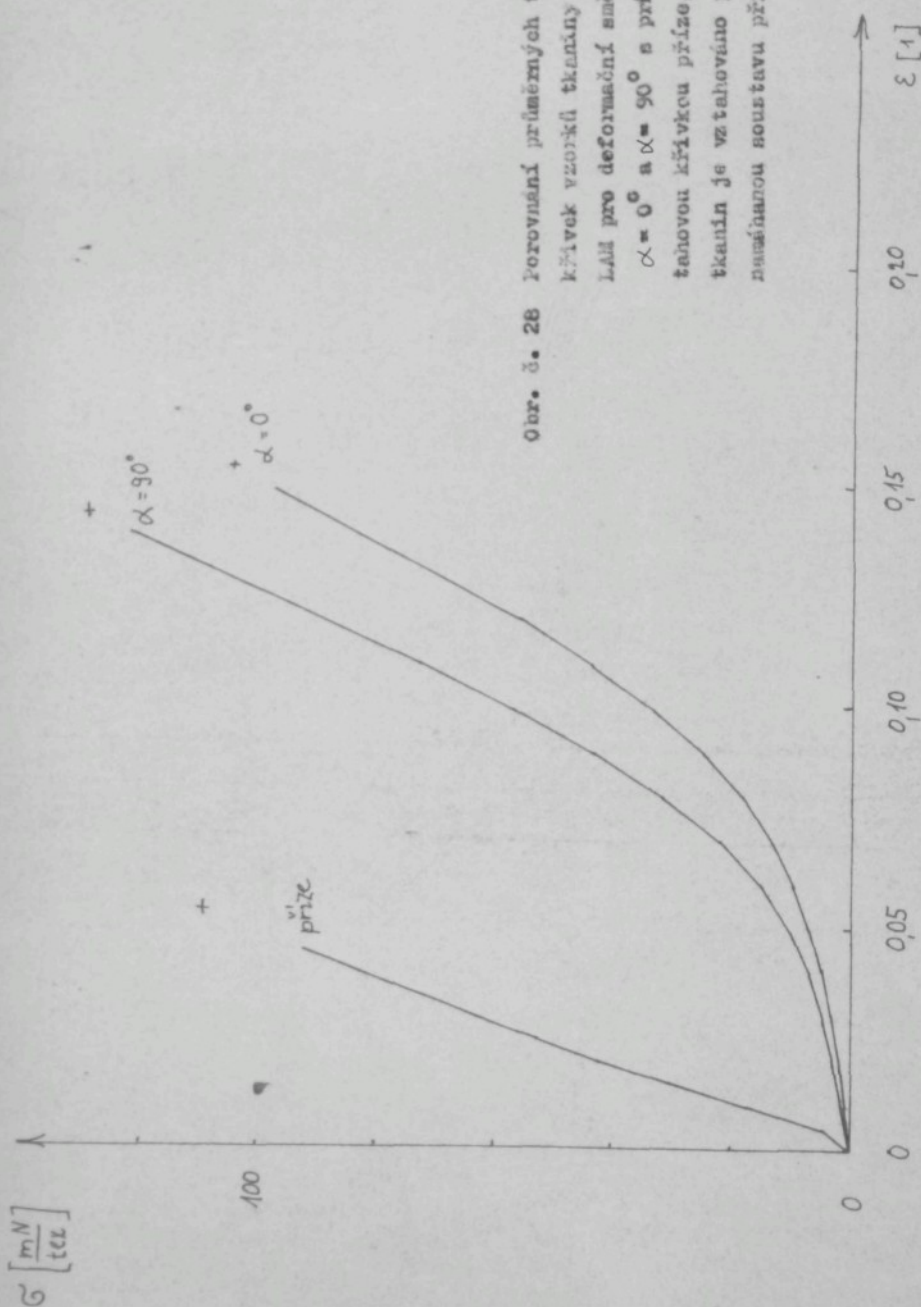
V této poslední oblasti tahové deformace nastává protahování přízí v obou soustavách.

Obz. č. 26 Porovnání průměrných tahových
křivek vzorků tkaniny GLORIA
pro deformační směry $\alpha = 0^\circ$ a
 $\alpha = 90^\circ$ s průměrnou tahovou
křivkou příze, napětí tkanin je
vztahováno pouze na namáhanou sou-
stavu příze



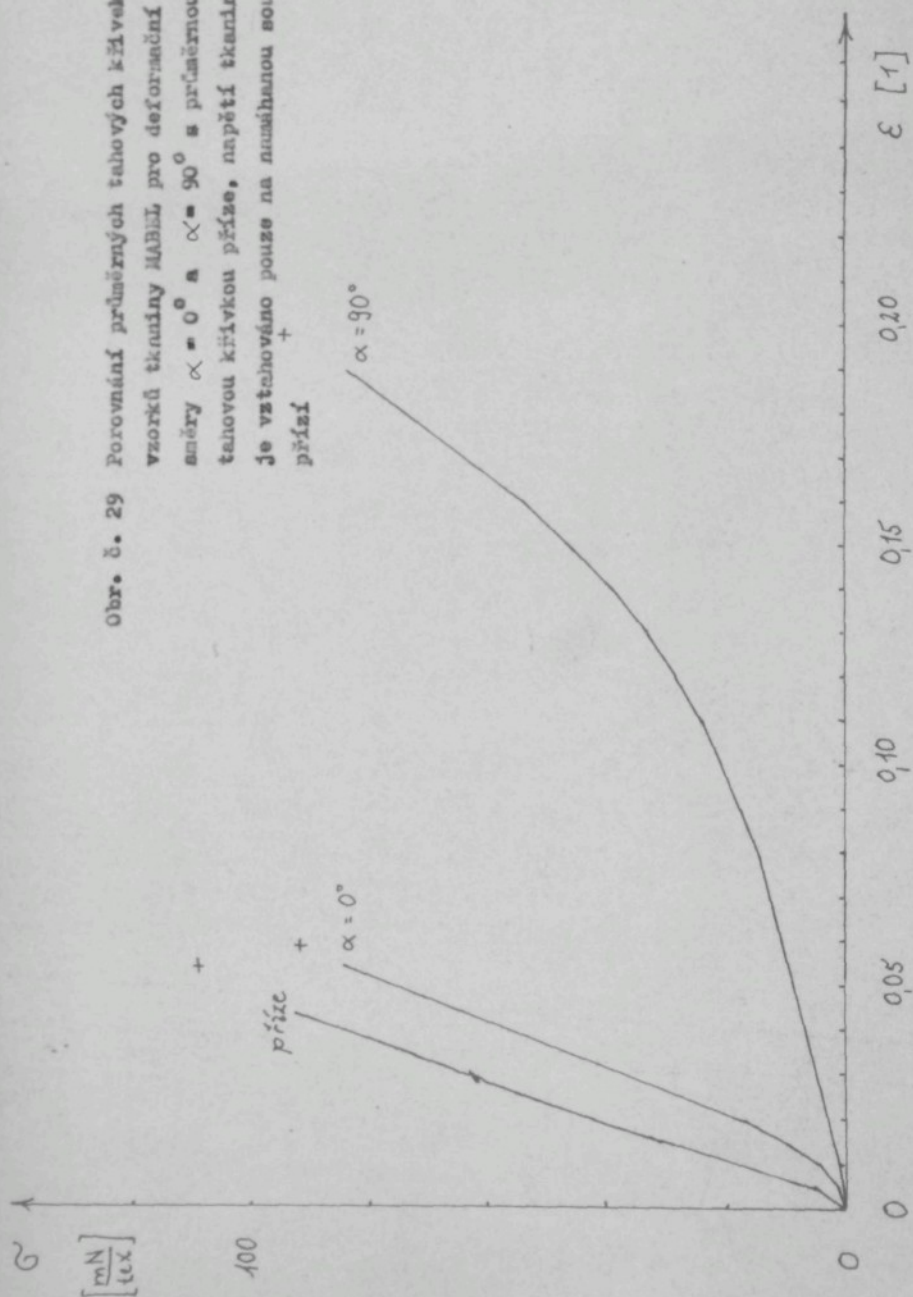


Obr. č. 27 Porovnání průměrných tahových
křivek vzorků tkaniny GLOHY
pro deformační směry $\alpha = 0^\circ$
a $\alpha = 90^\circ$ s průměrnou tahovou
křivkou příze, napětí tkanin
je vztahováno pouze na namáha-
nou soustavu přízí



Obr. 3. 28 Porovnání průměrných tahových křivek vzorků tkaniny MADAPO-LAM pro deformaci směry $\alpha = 0^\circ$ a $\alpha = 90^\circ$ s průměrnou tahovou křivkou příze, napětí tkanin je vztahováno pouze na naměřenou soustavu přízí

Obr. č. 29 Porovnání průměrných tahových křivek vzorků tkaniny MABEL pro deformaci směry $\alpha = 0^\circ$ a $\alpha = 90^\circ$ s průměrnou tahovou křivkou přize, napětí tkanin je vztahováno pouze na namáhanou soustavu přizí



3. ZÁVĚRY

=====

Předmětem této diplomové práce byl výzkum tahové deformačních vlastností tkanin. Pro tento účel byly prozkoumány vlastnosti bavlněných tkanin, a to ve třech směrech orientovaných ve směru osnovy / $= 0^\circ$ /, ve směru útku / $= 90^\circ$ / a ve směru úhlopříčném / $= 45^\circ$ /. Hlavní pozornost byla směřována k otázce vlivu vnitřní struktury tkanin na jejich deformační charakteristiky. Z této práce vyplývají dále uvedené závěry :

1. Napětí na tahových křivkách / s výjimkou tkaniny MADAPOLAM / splňuje pro určitou danou deformaci vztah :

$$\sigma_{\alpha=45^\circ} < \sigma_{\alpha=90^\circ} < \sigma_{\alpha=0^\circ} < \sigma_{\text{příze}} \quad (8)$$

2. Konečné deformace / konečné poměrné prodloužení / splňuje / s výjimkou tkaniny MADAPOLAM / v jednotlivých deformačních směrech vztah :

$$\epsilon_{\alpha=45^\circ}^{\text{kon}} > \epsilon_{\alpha=90^\circ}^{\text{kon}} > \epsilon_{\alpha=0^\circ}^{\text{kon}} > \epsilon_{\text{příze}}^{\text{kon}} \quad (9)$$

3. Na zkoumaných tahové deformačních křivkách v souřadnicích síla - deformace / $F - \epsilon$ / i napětí - deformace / $\sigma - \epsilon$ / lze rozlišit celkem tři oblasti. V oblasti I roste napětí prakticky lineárně s deformací. V další části tahové křivky / oblast II / roste napětí rychleji než poměrné prodloužení a konečně v oblasti III. se opět ustálí přibližně lineární růst napětí s rostoucí deformací.

4. Pro vzorky tkanin, které byly deformovány ve směru osnovy / $\alpha = 0^\circ$ / nebo ve směru útku / $\alpha = 90^\circ$ / lze průběh napětí vysvětlit následujícím způsobem :

- V oblasti I tahové deformační křivky dochází k narovnávání přízí v namáhané soustavě

- V konečné fázi deformace / oblast III / dochází k protahování již narovnaných přízí
- V oblasti II se projevuje současně působení výše uvedených mechanismů

Příze v soustavě kolmé k deformačnímu směru ovlivňuje tahovou křivku jen velmi málo.

5. Chování vzorků tkanin, které byly deformovány ve směru úhlopříčném $\alpha = 45^\circ$ lze také vysvětlit tahové deformační křivky mechanismy uvedenými v bodu 4., ale navíc se zde projevuje změna orientace obou soustav přízí více do směru tahové síly. Z tohoto dalšího deformačního mechanismu vyplývá vysvětlení poměrně značné délky oblastí I a II v porovnání se vzorky deformovanými ve směru osnovy a útku.

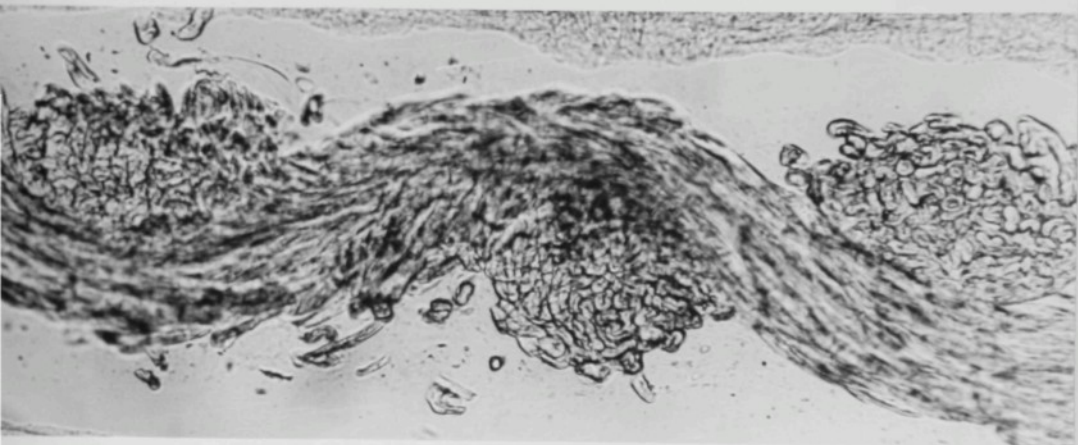
4. LITERATURA

=====

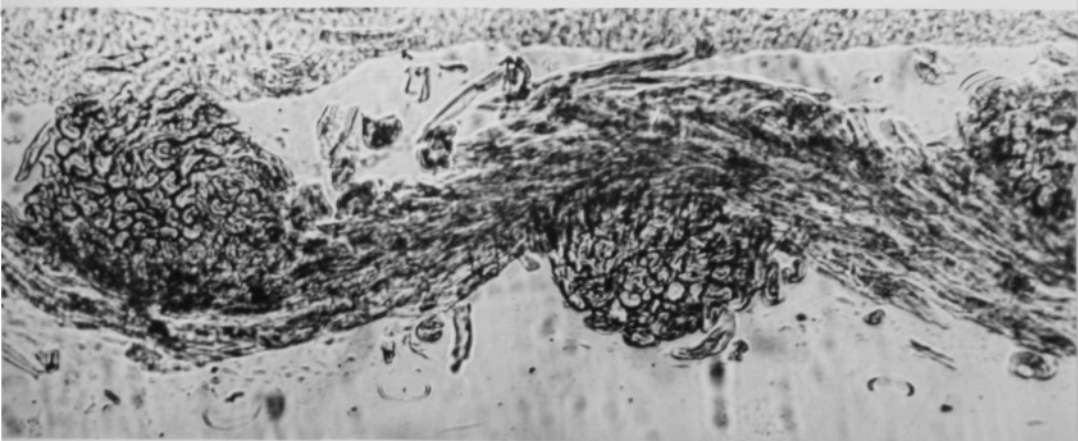
- [1] Olofsson B., A General Model of a Fabric as a Geometric - Mechanical Structure, J. Textile Inst. 55 č. 11 st 541-557 / 1964 /
- [2] Jong S., Postle R., An Energy Analysis of Woven-Fabric - Mechanics by means of Optimal-Control Theory Part I: Tensile Properties, S. Textil Inst. 68 č. 11 s 350-361 / 1977 /
- [3] Leaf G. A. V., Kandil K.H., The Initial Load - Extension Behaviour of Plain - Woven Fabrics J Textile Inst. 71, č. 1 s 1-7 / 1980 /
- [4] Hearle W., Shanahan W., An Energy Method for Calculations in Fabric Mechanics Part I : Principle of the Method, J. Textile Inst. 69 č. 4 s 81-91 / 1978 /
- [5] Shanahan W., Hearle W., An Energy Method for Calculations in Fabric Mechanics. Part II : Examples of Application of the Method to Woven Fabrics, J. Textile Inst. 69, č. 4 s 92-100 / 1978 /
- [6] Ing. Z. Dušek Fotogrammetrická rekonstrukce geometrie textilních útvarů / kandidátská disertační práce / SVÚT Liberec / 1978 /
- [7] Malinowska K. Práce IW Lodz / 1978 /
- [8] Pazourek J. Pracujeme s mikroskopem Praha SNTL str. 210 / 1961 /
- [9] Smirnova I.N., Zidra N.N., Sucharev M.I., IVUZ Techn. legk. prom. č. 3 / 1973 /
- [10] Skljannikov V.P. Optimalizacija strojenja mehaničeskich svojstv tkaněj iz kemičeskich volokon Legk. ind. s 167 / 1974 /

- [11] Šukšinov J.P., Pjatnickij V.D., IVUZ Technol. text. prom.
č. 1 st 35-40 / 1976 /
- [12] ČSN 80 0812 Zkoušení pevnosti v tahu textilních proužků
- [13] Simon J. Zkoušení textilních materiálů a výrobků č. I
st 294 SNTL Praha / 1961 /
- [14] Sborník hl. dokumentů XVI. sjezdu KSČ, nakl. Svoboda
vydání I st 108 Praha / 1981 /

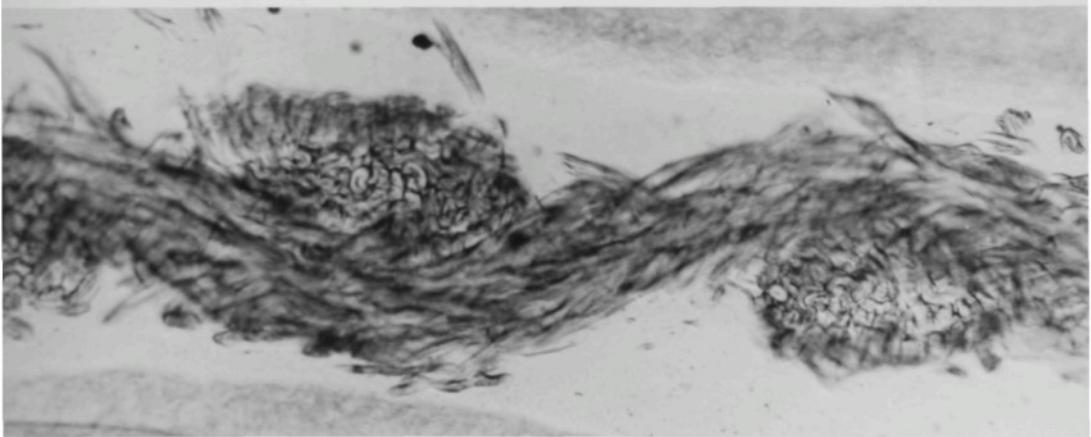
1 Řez tkaninou MADAPOLAM ve směru osnovy



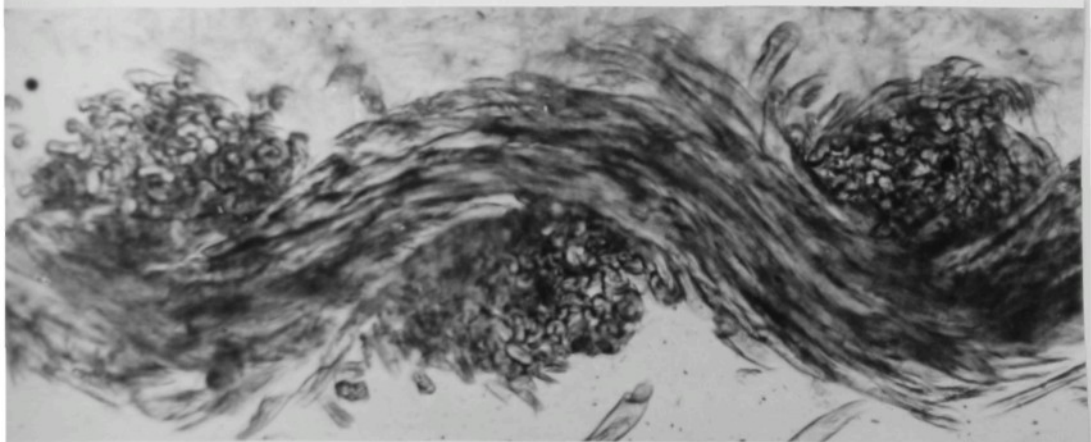
2 Řez tkaninou MADAPOLAM ve směru útku



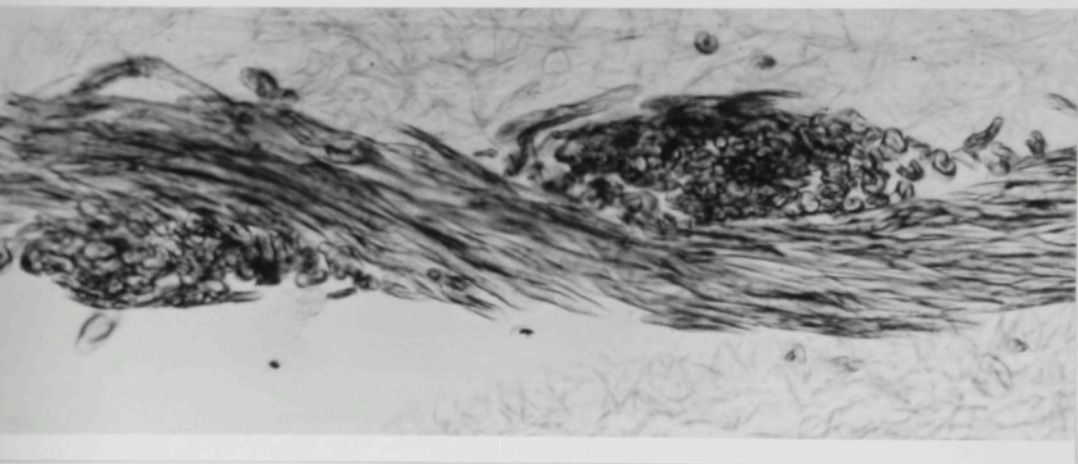
P 3 Řez tkaninou MABEL ve směru osnovy



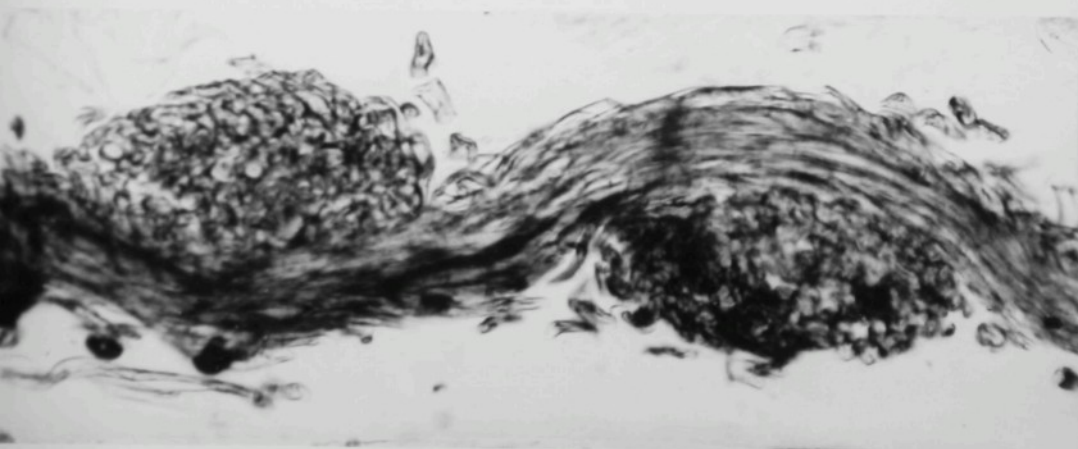
P 4 Řez tkaninou MABEL ve směru útku



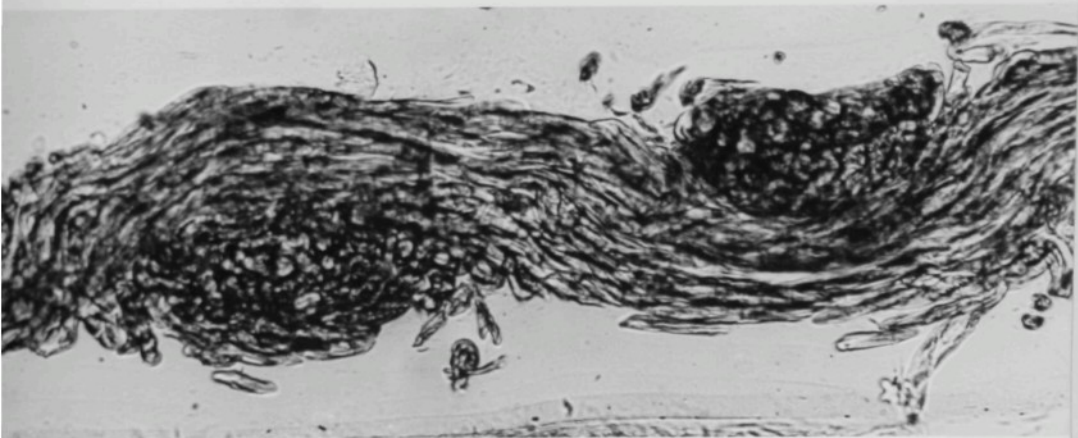
5 Řez tkaninou GLORIMA ve směru osnovy



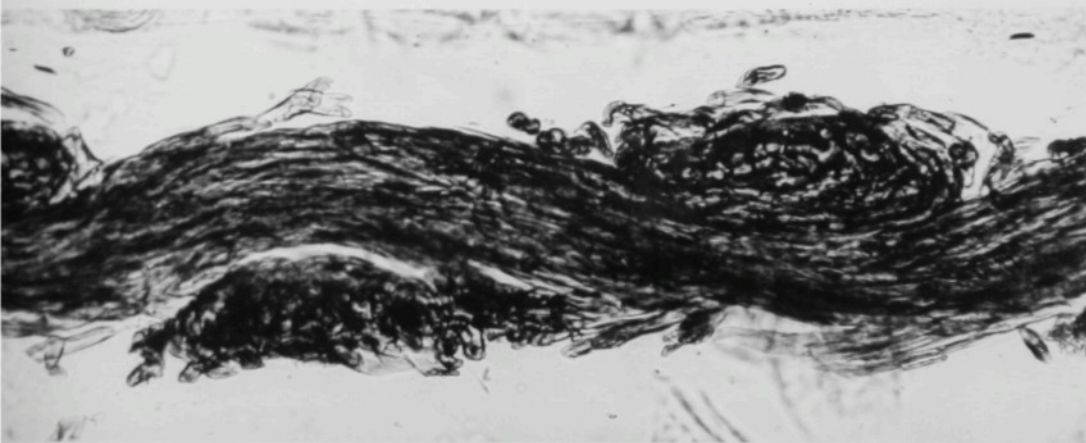
6 Řez tkaninou GLORIMA ve směru útku



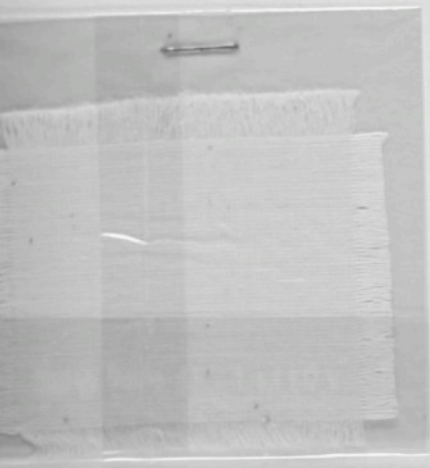
7 Řez tkaninou GLORY ve směru osnovy



8 Řez tkaninou GLORY ve směru útku



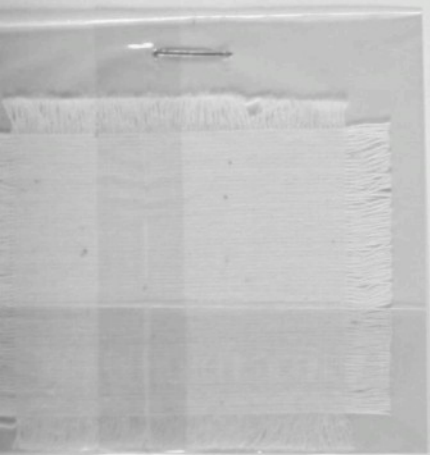
Příloha č. 9 → Vzorčky tkanin :



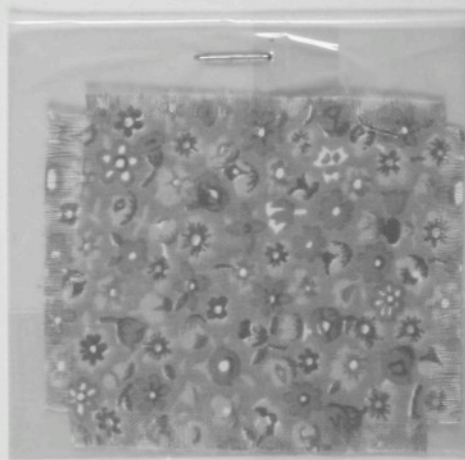
MADAPOLAM



MABEL



GLORIMA



GLORY

V 148/82 T