

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

Katedra: Technologie a řízení konfekční výroby v Prostějově

Bakalářský studijní program: TEXTIL

Studijní obor: Technologie a řízení oděvní výroby – 3107R004

Zaměření: Konfekční výroba

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Studie namáhání textilie a švů u vysokoroztažných textilií jako
anizotropních materiálů**

**The study of the fabric's strain and the seam's strain at the high extensible
fabrics as anisotropic materials**

Kód: 346/06

Vedoucí BP: Ing. Ivana Dosedělová

Konzultant: Doc. Ing. Otakar Kunz, CSc.

Vypracovala: Karolína Lendáková

Počet stran	Počet obrázků	Počet tabulek	Počet grafů	Počet příloh
56	31	5	5	20

V Prostějově dne: 1.5.2006

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

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

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že souhlasím s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Beru na vědomí, že si svou bakalářskou práci mohu vyzvednout v Univerzitní knihovně TUL po uplynutí pěti let po obhajobě.

V Prostějově dne: 1.5.2006

.....

podpis

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucí bakalářské práce ing. Ivaně Dosedělové za její cenné rady a odborné vedení při přípravě této práce. Dále bych chtěla poděkovat konzultantovi Doc. Ing. Otakaru Kunzovi, CSc za podnětné připomínky a cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat firmám za poskytnutí materiálu z OP a.s. Prostějov, Výzkumnému ústavu pletářskému a.s. a Nové Mosilaně a.s v Brně.

Anotace

Téma: **Studie namáhání textilie a švů u vysokoroztažných textilií jako anizotropních materiálů**

Autor: **Karolína Lendřáková**

Hlavním cílem této bakalářské práce je vytvořit metodiku pro podélnou roztažnost švu a příčnou pevnost švu u vysokoroztažných materiálů, kdy vzorky materiálu budou odebírány pod různými úhly.

Experimentální ověření spočívá v určení kritických směrů z polárních diagramů, která jsou riziková pro vytvoření švu na oděvním výrobku.

Annotation

Subject : **The study of the fabric's strain and the seam's strain at the high extensible fabrics as anisotropic materials**

Author's name : **Karolína Lendřáková**

Main intention of this thesis is to create a new methodology for longitudinal extensibility and cross breaking strength of the seam in high extensibility material, when samples of the material will be taken under different angles.

Experimental verification rest in determination critical values directions from polar diagram, that are so risk for creation seam in article of clothing.

Klíčová slova

NAMÁHÁNÍ ŠVŮ

VYSOKOROZTAŽNÉ TEXTILIE

TKANINA

PLETENINA

PODÉLNÁ ROZTAŽNOST ŠVU

PŘÍČNÁ PEVNOST ŠVU

POLÁRNÍ DIAGRAM

STRAINING SEAMS

HIGH EXTENSIBILITY FABRIC

WEB

KNITTING

LONGITUDINAL EXTENSIBILITY

CROSS BREAKING STRENGTH

POLAR DIAGRAM

OBSAH

Úvod.....	9
1. Charakteristika anizotropních plošných textilií.....	10
1.1 Anizotropie textilních materiálů.....	11
1.2 Mechanické vlastnosti plošných textilií.....	12
1.3 Pevnost v tahu a tažnost plošných textilií.....	14
2. Analýza mechanického namáhání výrobků z vysokoroztažných textilií.....	15
2.1 Mechanické namáhání textilií.....	15
2.2 Důsledky mechanického namáhání.....	16
2.3 Pevnost švů.....	18
2.3.1 Příčná pevnost švu.....	19
2.3.2 Podélná roztažnost švu.....	21
2.3.3 Faktory ovlivňující příčnou pevnost švu.....	23
2.3.4 Faktory ovlivňující podélnou roztažnost švu.....	25
3. Metody pro zjišťování mechanicko-fyzikálních vlastností textilií.....	28
3.1 Stávající normované metody.....	28
3.1.1 Metody pro zjišťování pevnosti a roztažnosti u tkanin.....	28
3.1.2 Metody pro zjišťování pevnosti a roztažnosti u pletenin.....	33
3.2 Vlastní návrh podélné roztažnosti a příčné pevnosti švů.....	35
3.2.1 Princip návrhu.....	35
3.2.2 Zkušební přístroj.....	36
3.2.3 Příprava vzorků.....	37
3.2.4 Postup při měření.....	41
3.2.5 Vyhodnocení měření.....	41
3.2.6 Vyhodnocení návrhu.....	41
3.3. Experimentální část.....	42
3.3.1 Podmínky zkoušky.....	42
3.3.2 Tabulky naměřených hodnot.....	44
3.3.3 Výsledky měření.....	47
4. Závěr.....	53
Použitá literatura.....	55
Seznam příloh.....	56

Seznam použitých symbolů

o	osnova
u	útek
ř	řádek
s	sloupek
E	modul pružnosti
σ	napětí [N/m^2]
F_l	vnější síla (působící na šitý spoj) [N]
ε	relativní deformace (prodloužení vzorku při zatěžování) [%]
Δl	absolutní deformace [mm]
l	délka vzorku po namáhání (konečná) [mm]
l_0	počáteční (původní) délka vzorku [mm], zvaná upínací délka
$\varepsilon_{\text{š}}$	roztážnost švu [%]
F_š	pevnost švu [N]
$\Delta l_{\text{š}}$	průměrná změna délky zkušebního vzorku [mm]
$\overline{\varepsilon_{\text{š}}}$	průměrná roztážnost švu [%]
$\overline{F_{\text{š}}}$	průměrná pevnost švu [N]

Úvod

Při užívání výrobků dochází nejčastěji k namáhání švů, což je vyvoláno silovými účinky. Namáhání může být realizováno různými silami např. ohybovými, ale nejhorší následky jsou způsobeny tahovými silami.

U konfekčních výrobků působí síla často ve více směrech současně. Klasickým příkladem namáhaného švu ve více směrech je sedový či loketní šev. U technické konfekce je způsob namáhání podstatně rozmanitější. Důvodem je, že technická konfekce zahrnuje nepřeberné množství výrobků, které se využívají v nejrůznějších oblastech. Oděvní výrobek je při užívání namáhán různými vlivy, nejčastěji mechanickými. Místo, které je více náchylné na deformace působením sil, je šev.

Došlo zde totiž k porušení celistvosti textilie oddělovacím a následně k spojení vrstev spojovacím procesem.

Spotřebitelé od výrobků očekávají vysokou kvalitu spojenou s dlouhou životností. Úkolem výrobců je tedy zajistit co nejvyšší kvalitu u svých výrobků. Proto se zaměřují na trvanlivost výrobku a to především při jejich mechanicko-fyzikálním namáhání.

Jedním z nejdůležitějších sledovaných faktorů je pevnost švu. Tato pevnost je zvláště důležitá u máloroztažných materiálů. U materiálů vysokoroztažných, jako jsou pleteniny a tkaniny s obsahem elastomerových vláken (Lycra), však není pevnost tím nejdůležitějším parametrem. Nejdůležitější roli zde hraje jejich roztažnost. Tyto materiály svojí strukturou zajišťují vysokou hodnotu roztažnosti. Samotné použití těchto roztažných materiálů však nestačí. Je důležité, aby i švy v namáhaných oblastech odpovídaly svojí roztažností danému materiálu.

Tato bakalářská práce se v první části zabývá anizotropií textilních materiálů, faktory a důsledky mechanického namáhání konfekčních výrobků a dále pevností švů, především stávajícími normovanými metodami, které slouží pro zjišťování pevnosti a roztažnosti tkanin a pletenin.

Hlavním cílem je vytvořit novou metodiku pro podélnou roztažnost a příčnou pevnost švu, kdy zkušební vzorky budou odebírány pod různými úhly.

1. CHARAKTERISTIKA ANIZOTROPNÍCH PLOŠNÝCH TEXTILÍ

1.1 Anizotropie textilních materiálů

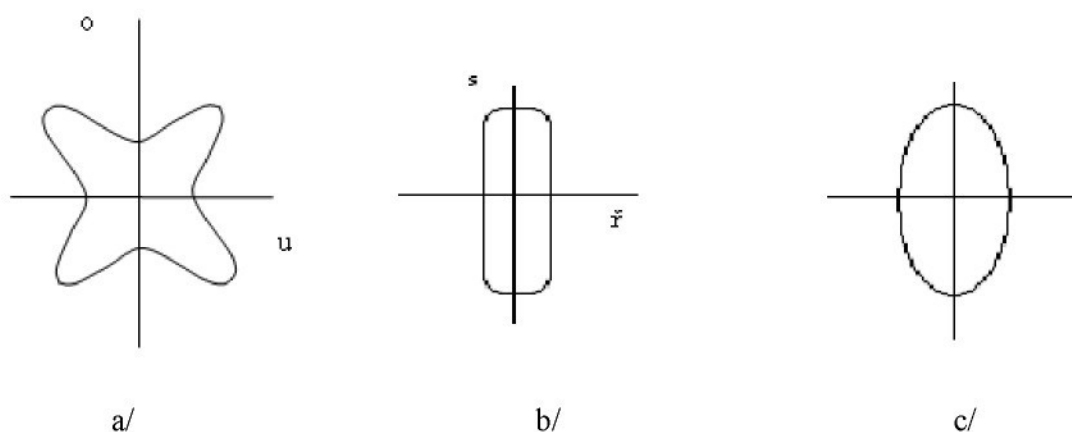
Anizotropie (směrová závislost) je jev, kdy se vlastnosti materiálu v jednom směru výrazně (řádově) liší od vlastností ve směru jiném.[1]

Plošné textilie se vyznačují směrovou závislostí mechanicko-fyzikálních vlastností, které se nazývá anizotropie. Anizotropii je možné vyjádřit matematicky tenzorovým počtem a graficky polárními diagramy.[1]

Anizotropie u plošných textilií je podle [2] způsobena tím, že je textilie tvořena z délkových textilií a ty z vláken. Je téměř nemožné uspořádat vlákna rovnoměrně do všech směrů, a především klasické textilie (tkaniny, pleteniny) mají výrazně nerovnoměrnou orientaci nití a vláken do různých směrů. Nerovnoměrná charakteristika směrového rozložení nižších struktur ovlivňuje řadu vlastností, které se tak stávají směrově závislými.

Tkaniny, pleteniny a netkané textilie jsou z hlediska tahové deformace výrazně anizotropní a mnohdy mají svoji typickou polární charakteristiku (Obrázek 1).

Polární diagram tažnosti, počátečního modulu deformace a pevnosti popisuje anizotropii těchto vlastností, tj. jejich závislost ve směru.



Obrázek 1 Průběh anizotropie deformace u různých textilií

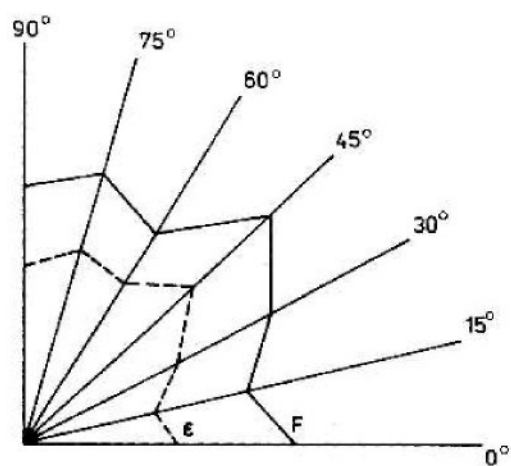
a/ tkanina

b/ pletenina

c/ netkaná textilie

Anizotropie deformace textilií.

Zde se směr namáhání projeví v hojně míře jak u tkanin, tak i u pletenin. Namáhání ve směru jedné soustavy není v některých případech dostačující pro použití dané plošné textilie. Běžné tkaniny jsou tažnější v diagonálním směru než ve směru osnovy či útku, proto se provádí výstřih vzorků v různých směrech, obvykle po úhlu 15° . Ze získaných hodnot pevnosti a tažnosti se sestaví polární diagram (Obrázek 2). Ten vyjadřuje anizotropii mechanických vlastností dané plošné textilie při namáhání v tahu různými směry. [3]



Obrázek 2 Polární diagram namáhání v tahu plošné textilie [3]

1.2 Mechanické vlastnosti plošných textilií

Mechanické vlastnosti plošných textilií popisují jejich odezvu na působení vnějších mechanických sil. Působící síla vyvolává v tělese napětí a důsledkem je deformace tělesa tj. tvarové a rozměrové změny. Odpor materiálu proti deformaci je charakterizovaný modulem, který je definován jako poměr aplikovaného napětí ku vzniklé deformaci materiálu. Čím je tento modul vyšší, tím vyššího napětí je třeba k dosažení deformace. [4]

Základní mechanické vlastnosti popisující chování plošných textilií při silovém působení jsou pevnost a tažnost. Jejich stanovení se provádí různými metodami zkoušením vzorků.

Pevnost se definuje jako maximální tahová síla, zjištěná v průběhu zkoušky vzorku tahem, až do jejího přetrhu.

Tažnost je prodloužení vzorku při dosažení maximální tahové síly, vyjadřuje se v procentech upínací délky.

Elasticita (pružnost) je schopnost látek vrátit se do původního stavu po tom, co síla, která je deformovala přestane působit. Je charakterizována modulem pružnosti E .

Vztahy pro výpočet modulu pružnosti :

Modul pružnosti v tahu E se určuje z Hookova zákona jako podíl napětí σ k poměrnému prodloužení ε .

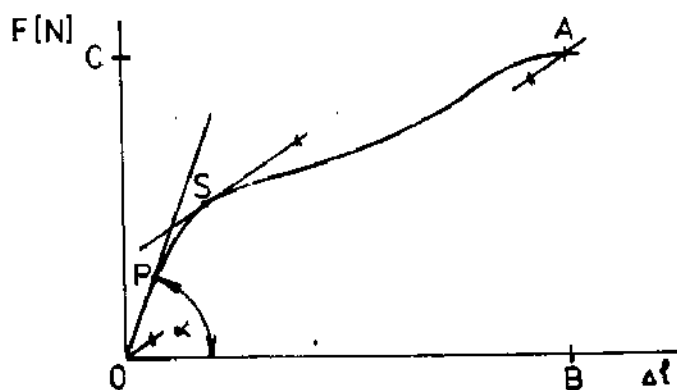
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad [\text{Pa}] \quad (1)$$

Napětí σ se definuje jako podíl síly F a plochy S , na kterou tato síla působí.

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] \quad (2)$$

Tato definice modulu pružnosti se u textilních struktur nedá použít, protože vztah platí pouze v lineárních částech deformační křivky. Ta však při namáhání textilií není v žádné části lineární (pouze při působení velmi malých sil).

Napětí a prodloužení je znázorněno v pracovním diagramu. Pracovní diagram je grafický záznam z tahové zkoušky, je zde zaznamenána síla působící na vzorek a prodloužení vzorku při zkoušce. (Obrázek 3)



Obrázek 3 Pracovní diagram [5]

Z deformační křivky jsou patrné některé charakteristické části:

0 - P oblast pružných (elastických) deformací. Deformace se po uvolnění napětí vrátí.

P mez pružnosti. Nad tímto bodem se začínají projevovat plastické (nevratné) deformace

S počátek kluzu

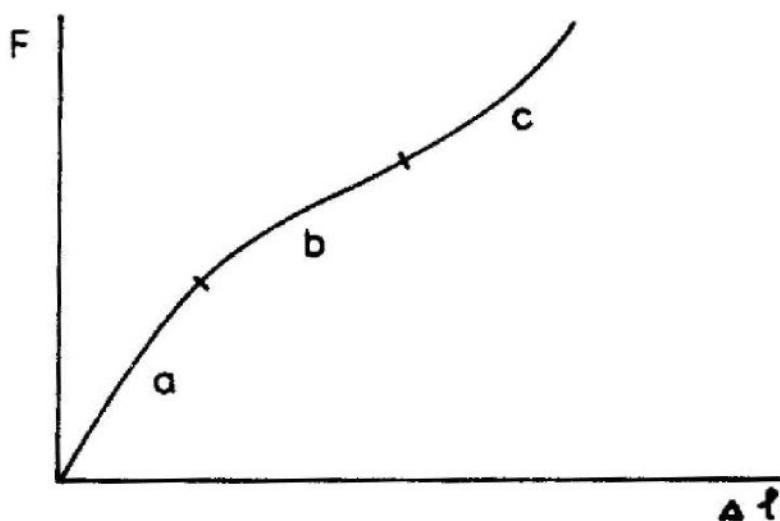
A maximální síla

B Δl max, maximální protažení při přetrhu (destrukci)

C F max, maximální pevnost do přetrhu [5]

1.3 Pevnost v tahu a tažnost plošných textilií

Pevnost v tahu a tažnost plošných textilií patří mezi základní charakteristiky plošných textilií. Vyjadřuje odezvu na silové namáhání a jemu příslušející snímanou sílu. Graficky ji znázorňuje tahová křivka (Obrázek 4) – ta vyjadřuje závislost síly na změně délky. Tahová křivka má charakteristické tři sekce. Tyto sekce nejsou mezi sebou ostře ohraničené, ale přechází jedna v druhou a mají u různých textilií různé relace. Sekce a je výsledkem mezivlákněných třecích sil a to jak ve vazných bodech textilie, tak i v nitích, které jsou napřimovány a u kterých se teprve v sekci b vyskytuje větší přírůstek prodloužení, neboť nastává jejich vyrovnaní tvaru daného vazbou. V tomto silovém poli se tomuto stavu přizpůsobují nitě druhé soustavy (kolmého směru). Sekce c je nástup vlastní pevnosti nití namáhané soustavy a to až k její mezi pevnosti v tahu. [3]



Obrázek 4 Tahová křivka plošné textilie

2. ANALÝZA MECHANICKÉHO NAMÁHÁNÍ VÝROBKŮ Z VYSOKOROZTAŽNÝCH TEXTILIÍ

2.1 Mechanické namáhání textilií

Namáhání je způsob působení na materiál, které u konfekčních výrobků může nastat silou, teplotou, popř. chemicky nebo působením plísní či bakterií.

Mechanické namáhání je podle [6] způsob silového působení na materiál, které se kvantitativně vyjadřuje složkami tenzoru napětí.

Namáhání textilií

Namáhání podle geometrie působících sil:

- tlakem
- tahem
- ohybem
- a jejich kombinace (namáhání kombinované nebo složené)

Podle rychlosti změny působící vnější síly :

- statické (kde změny síly probíhá pomalu)
- dynamické

Při statickém namáhání jsou vnější síly v čase neproměnné , při dynamickém namáhání jsou vnější síly v čase proměnné.

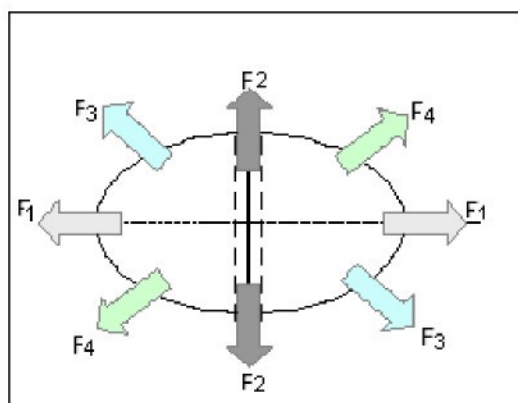
Podle způsobu působení :

- jednorázové (do přetrhu)
- cyklické (bez přetrhu nebo do porušení), dle [3]

Namáhání textilií se švem

- podélném směru
- příčném směru
- obecném směru

Všechny tři případy se mohou na výrobku vyskytnout (Obrázek 5), a to samostatně nebo v kombinaci a každý způsob bude mít jiné následky.



Obrázek 5 Šev musí odolávat působení sil nejen v podélném a příčném směru, ale i ve směru obecném.

- Kde: F1 je vnější síla působící v příčném směru na šitý spoj
F2 vnější síla působící v podélném směru
F3 a F4 vnější síly působící diagonálně

2.2 Důsledky mechanického namáhání

Namáhání se projevuje v celém výrobku. Síly mohou působit různými směry a budou vyvolávat různé napětí v různých částech výrobku. Nejkritičtějšími místy bude spoj – tedy místo, kde došlo k porušení materiálu a jeho následnému spojení se stejným či jiným materiálem, případně s více materiály a to různou technologií.

Odezvou na namáhání vyvolané působením vnějších sil za spolupůsobení dalších činitelů jsou mechanické vlastnosti materiálů, které jsou předmětem mechanických zkoušek materiálů. Základním důsledkem tohoto působení je deformace a destrukce materiálu.

Destrukce je definována podle [4] jako zničení, rozklad, zkáza.

U konfekčních výrobků ji lze chápat jako znehodnocení výrobku, kdy nemůže dále splňovat svou funkci. Destrukce oděvní konfekce je převážně věcí estetickou, naproti tomu při destrukci technické konfekce může dojít až k ohrožení života.

Destrukce švu znamená jeho zničení, které může nastat přetrhem nitě, roztržením materiálu nebo posunem nití ve švu.

Deformace znamená podle [4] změnu tvaru tělesa způsobenou silovými účinky.

Deformace textilie lze chápat jako prodloužení při namáhání vzorku napínáním.

Absolutní deformace se vyjadřuje v absolutních jednotkách Δl [mm]

$$\Delta l = l - l_0 \quad (3)$$

kde l – je konečná délka po natažení [mm]

l_0 – je počáteční (původní) délka vzorku [mm], zvaná upínací délka

Má-li být deformace různých materiálů srovnávána, je ji nutno přepočítat na relativní jednotky, nejčastěji [%]. Nebudeme-li vyjadřovat deformaci v %, bude vyjádřena jako bezrozměrné číslo .

Pro přepočet deformace používáme následující vztahy:

Relativní deformace

$$\varepsilon = \frac{\Delta l [mm]}{l_0 [mm]} = \frac{l - l_0}{l_0} \quad (4)$$

popř.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} * 10^2 \quad [\%] \quad (5)$$

Relativní deformaci do přetrhu zveme **tažnost** [%].

Deformace je popisovaná jako :

- **vrátná** = elastická, lze očekávat pouze v oblasti malých sil a deformací, kde průběh $F=f(\Delta l)$ je lineární.
- **nevratná** = plastická, je časově závislá deformace, která se projevuje zůstatkovým protažením

$$\varepsilon_{\text{celková}} = \varepsilon_{\text{elastická}} + \varepsilon_{\text{plastická}}$$

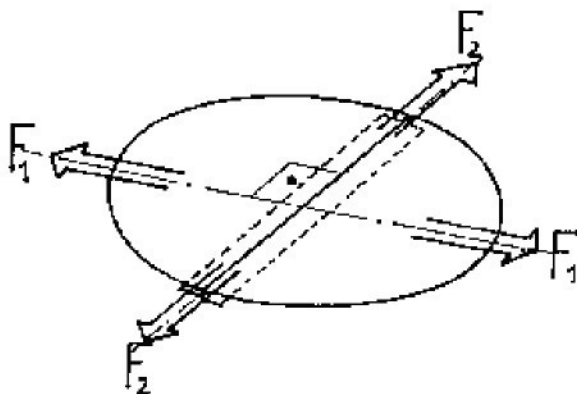
2.3 Pevnost švů

Šev – spojení dvou i více dílů stejných nebo odlišných materiálů různou technologií např. šitím, lepením, svařováním. [6]

Pevnost švu vyjadřuje velikost síly [N] , kterou je šev schopen odolat až do destrukce.

Roztažnost švu vyjadřuje maximální deformaci ve směru šití, kterou je šev schopen vykazat do destrukce.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100 \quad [\%]. \quad (6)$$



Obrázek 6 Zobrazení vnějších působících sil na šitý spoj

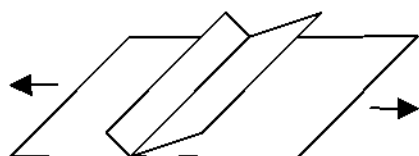
F1 (F1).....vnější síly působící v příčném směru na šitý spoj

F2 (F2).....vnější síly působící v podélném směru [7]

2.3.1 Příčná pevnost švu (F_s)

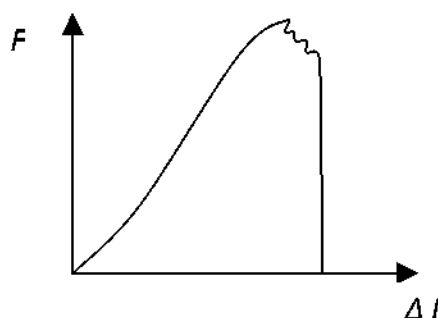
Vyjadřuje sílu působící kolmo na směr šití, která je potřebná k porušení švu nevratnou změnou (Obrázek 7). K nevratnému poškození může dojít při přetržení nitě, přetržením spojované plošné textilie v okolí švu, posunutím osnovních nebo útkových nití ze švu tkaniny, nebo kombinací uvedených případů. [7]

Příčná pevnost švu je u nízkoroztažných textilních materiálů nejdůležitějším parametrem, který charakterizuje odolnost spoje proti vnějšímu namáhání.



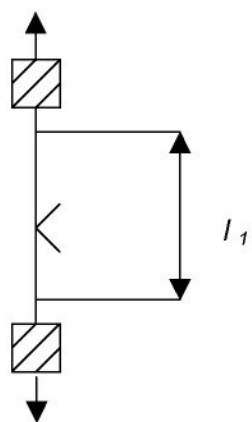
Obrázek 7 Namáhání švu v příčném směru

Podle [7] je příčné namáhání sešité textilie charakterizováno náhlým poklesem pevnosti, neboť došlo k poškození nití v celé šířce vzorku. Tahová křivka je znázorněna viz.(Obrázek 8).

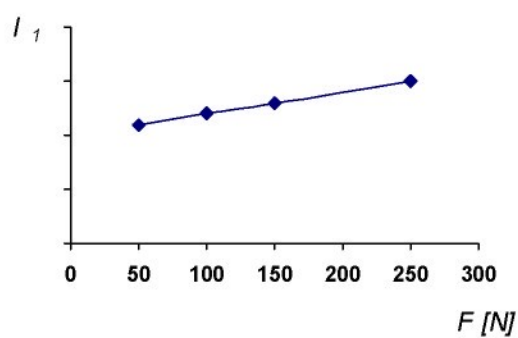


Obrázek 8 Tahová křivka namáhání švu v příčném směru

Při tomto způsobu namáhání však může docházet nejprve ještě k posunu okolních nití kolem švu v závislosti na textilií. Odolnost textilie testujeme na textilií vyznačené l_1 (Obrázek 9) a po zatížení normovanou silou F (50, 100, 150, 250 N) se odečte hodnota původní délky po posunutí. Závislost se zpracuje graficky (Obrázek 10). [7]



Obrázek 9 Označení l_l [7]



Obrázek 10 Grafické zpracování naměřených dat [7]

Vyhotovuje se tzv. účinnost švu podle vztahu :

$$f_s = \frac{F_s}{F} * 10^2 \quad [\%] \quad (7)$$

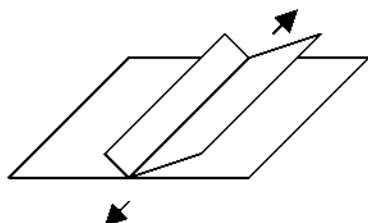
kde f_s – účinnost švu

F_s – příčná pevnost švu [N]

F – pevnost šitého materiálu

2.3.2 Podélná roztažnost švu (ε_s)

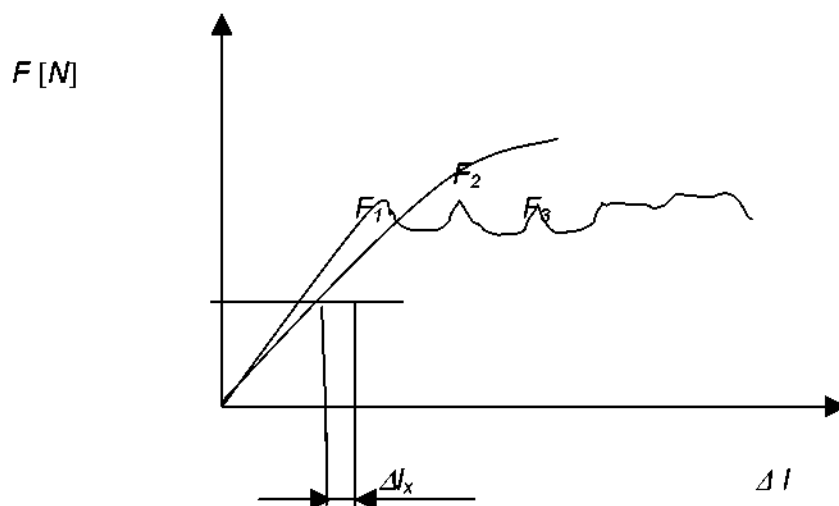
Je schopnost švu odolávat účinku deformačních sil působících ve směru podélném, aniž by došlo k jeho porušení (Obrázek 11). Roztažnost ve směru podélném má zvláštní význam u výrobků z vysokoroztažných materiálů. [7]



Obrázek 11 Namáhání švu v podélném směru

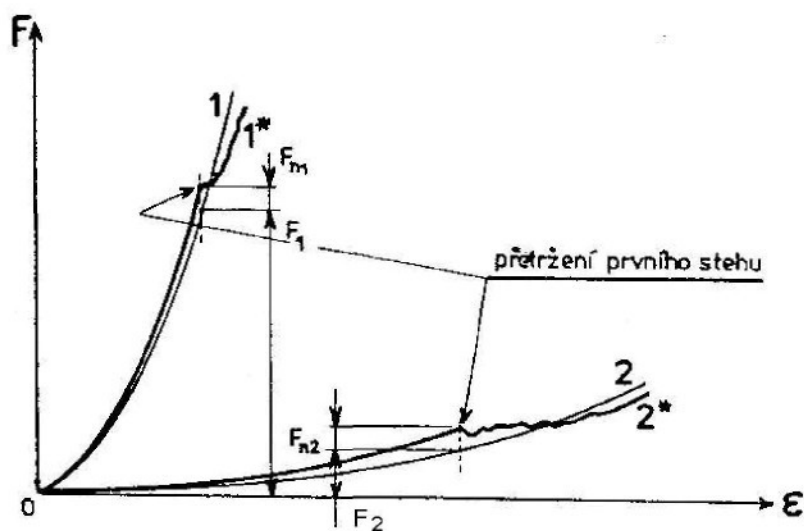
Při namáhání podél směru švu se na tahové křivce (

Obrázek 12) registruje porušení jednotlivých vazných bodů švu ($F_1, F_2, \dots, F_n$). Sešitá textilie vykazuje vyšší strmost (moduly), což je způsobeno zpevněním textilie švem. Při tomto způsobu namáhání není důležitá celková hodnota pevnosti spoje, ale difference Δl_x , která při dané síle F_x vykazuje rozdíl deformace mezi sešitým a nesešitým vzorkem. Je cílem, aby tato hodnota byla co nejnižší.



Obrázek 12 Tahová křivka namáhání švu v podélném směru [7]

Při podélné deformaci švu vzniká napětí, které zčásti přenáší úplet sám (F) a část napětí přenáší šicí nit (F_n) (Obrázek 13). Poměr těchto složek F/F_n závisí na deformačních vlastnostech šité pleteniny a podmínkách tvorby stehu. [8]



Obrázek 13 Grafické zobrazení závislosti napětí – prodloužení švu namáhaného v podélném směru

(Křivky „1“ a „2“ přísluší pletenině bez švu a „1*“, „2*“ téže pletenině s podélně zhotoveným švem.) [8]

2.3.3 Faktory ovlivňující příčnou pevnost švu

Při analýze pevnosti švu vycházíme z vlastností daných textilií. U méně roztažných textilních materiálů jako jsou tkaniny, ale také méně roztažné pleteniny, je příčná pevnost švu nejdůležitějším parametrem, který charakterizuje odolnost spoje proti vnějšímu namáhání. [8]

Odolnost vůči vnějšímu namáhání závisí na:

- druhu a pevnosti použitých nití,
- pevnosti a odolnosti šitého materiálu,
- druhu a parametrech stehu.

Vlastnosti použitých nití

Pevnost švu závisí na pevnosti niti (resp. pevnosti v kliče) přímo úměrně. Při výběru musí vlastnosti niti korespondovat se specifickými vlastnostmi materiálu. Šicí nit musí při používání výrobku odolávat mnohdy značným silovým poměrům, proto musí zajišťovat vysoké užitkové vlastnosti hotového výrobku a to po celou dobu jeho užívání.

Pevnost šitého materiálu

Na pevnost švu působí také vlastnosti a charakter použitého textilního materiálu. Ty jsou ovlivněny druhem použitého vlákna, vazbou textilie, tloušťkou, hustotou a plošnou hmotností. Pevnost švu je ovlivněna také odolností šitého materiálu proti poškození při šití a proti opotřebení při užívání.

Vlastnosti stehu

V konfekční výrobě se využívá celá řada různých druhů stehů. Důležité při výběru stehu je, aby jeho vlastnosti odpovídaly vlastnostem šitého materiálu. Jen tak lze zajistit dostatečnou pevnost a trvanlivost daného spoje.

Mezi nejdůležitější faktory při výběru stehu patří druh a hustota stehu.

Vliv druhu stehu na příčnou pevnost

Druh stehu v závislosti na parametrech ovlivňuje příčnou pevnost švu přímo a velkou měrou.

Na pevnost švu mají z hlediska druhu stehu vliv následující parametry:

- Počet nití daného stehu

Stehy třídy 100 jsou tvořeny jednou nití, která není fixována jinou nití, jsou proto velmi lehce paratelné. Dvou a vícenitné stehy mají oproti tomu výhodu v tom, že vrchní je vždy fixována alespoň jednou nití spodní. Tím mají oproti jednonitným stehům vyšší pevnost. Čím je větší počet nití daného stehu, tím je steh stabilnější a pevnost švu vyšší.

- Počet stehových řádků

Pevnost je závislá na počtu stehových řádků daného stehu. Čím více stehových řádků má daný steh, tím zároveň roste počet vazných bodů. S rostoucím počtem vazných bodů se zvyšuje i pevnost švu. U dvouřádkových stehů není možné počítat s dvojnásobnou pevností švu oproti jednořádkovému stehu. Nedochází zde k dokonalému větvení vnějšího zatížení švu.

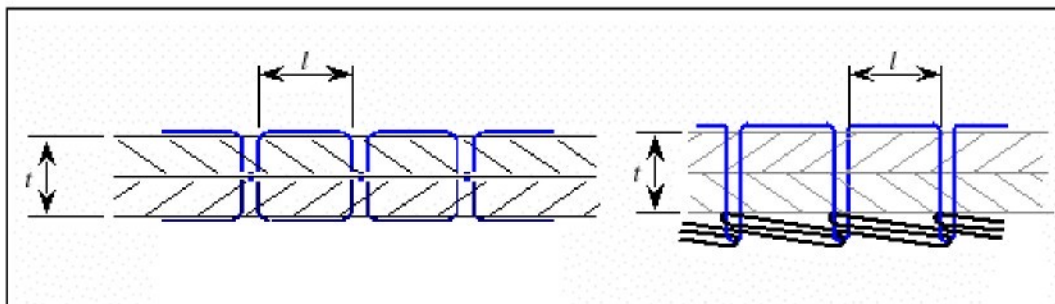
- Opotřebení nití při tvorbě stehu

Při tvorbě stehu dochází k opotřebení šicích nití, které je závislé na způsobu tvorby toho kterého stehu. Důležitým faktorem je počet průchodů nití materiálem. Čím je tento počet vyšší, tím je nit více namáhána a její pevnost klesá. Současně s poklesem pevnosti šicích nití klesá i pevnost daného spoje.

- Opotřebení nití při užívání výrobku

Stehy jsou vystaveny také vnějšímu tření a po delší době praktického užívání se pevnost švů snižuje. Pokles pevnosti souvisí s umístěním vazných bodů daného druhu stehu (Obrázek 14). U stehu třídy 300 jsou vazné body uvnitř materiálu, zatímco u stehu třídy 400 jsou na vnější straně materiálu, nejsou tedy chráněné materiálem proti poškození. Proto u řetízkových stehů dochází k vyššímu oděru v místě vazných bodů a

tím ke snížení pevnosti a narušení stability spoje a to jednak při užívání, ale i při ošetřování. [9]



Obrázek14 Umístění vazných bodů u stehu 301 a 401

2.3.4 Faktory ovlivňující podélnou roztažnost švu

Maximální roztažnost švu v podélném směru závisí na faktorech:

- vlastnosti šicích nití,
- roztažnost materiálu,
- podmínky při tvorbě stehu,
- druh a hustota stehu.

Deformační vlastnosti šicích nití

Na šicí nitě pro šití vysokoroztažných materiálů jsou kladeny zvláštní požadavky. Šicí nit má vliv na pevnost a roztažnost švu při jeho extrémním namáhání.

Při šití roztažných materiálů jsou důležité tyto vlastnosti šicích nití:

co největší jemnost při vysoké pevnosti v tahu,
odpovídající tažnost a pružnost,
stejněměrný a hladký povrch.

Uvedené požadavky splňují syntetické šicí nitě. Ty jsou všeobecně tažnější a pevnější než nitě z přírodních vláken. Vhodné jsou polyesterové nebo jádrové šicí nitě. Vlivem PES jádra mají nitě při malém průřezu velmi dobrou pevnost ve švu a výhodnou roztažnost. [9]

Vlastnosti materiálu

Podélná roztažnost švu je do značné míry ovlivněna roztažností materiálu. Tato vlastnost je u vysokoroztažných materiálů velmi důležitá a je nutné ji zachovat i po zhotovení švu.

Podmínky při tvorbě stehu

Podmínky při tvorbě stehu zahrnují několik parametrů:

- Napětí šicích nití při šití

Roztažnost švu je ovlivňována statickým předpětím šicího materiálu. Potřebné napětí vrchní nitě je obecně závislé na napětí spodní nitě, druhu materiálu, nastavení podávání a nastavení vyrovnávací pružiny druhého napínače vrchní nitě.

- Podávání šitého materiálu

Při šití pletenin je nutné materiál vhodně napínat. Musíme podavač nastavit tak, aby nad stehovou desku vystupovala pouze polovina zoubků. Podávání musí být ukončeno těsně před vpichem jehly do šitého materiálu. Při šití je důležité vyvarovat se natahování textilie, abychom zabránili nepravidelnosti stehu.

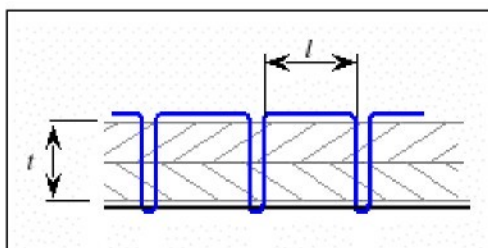
- Tlak patky

Tlak přitlačného zařízení je vázán na pohyb jehelní tyče a na pohyb podavače materiálu. Musí být nastaven tak, aby nedocházelo k poškozování šitého materiálu a aby nedocházelo k prokluzování při šití. Je-li tlak příliš malý, začne materiál pod patkou proklouzávat, vrchní a spodní vrstva materiálu není stejnoměrně posouvána. Je-li tlak příliš vysoký, dojde k nežádoucímu prodloužení a deformaci textilie.

Vliv druhu stehu na podélnou roztažnost švu

Podobně jako příčnou pevnost švů, tak i podélnou roztažnost ovlivňuje druh stehu. Podélnou roztažnost hodnotíme především u vysokoroztažných materiálů jako jsou pleteniny a tkaniny s obsahem vlákna Lycra. Pletenina je velmi roztažná jak ve směru řádků, tak i ve směru sloupků. Vlivem této roztažnosti je poddajná a lehce se tvarově přizpůsobuje. Steh musí tyto vlastnosti materiálu zachovávat. Proto se bude k jejich spojování využívat pružných stehů. Nejčastěji používané jsou stehy řetízkové, které umožňují vysokou roztažnost švu. Dále lze použít steh 301 s přesunem vazných bodů na úroveň stehu 401.

Tím zapracujeme větší zásobu jehelní nitě a při použití pružných spodních nití dosáhneme podobných podmínek roztažnosti švu jako při použití stehu 401.



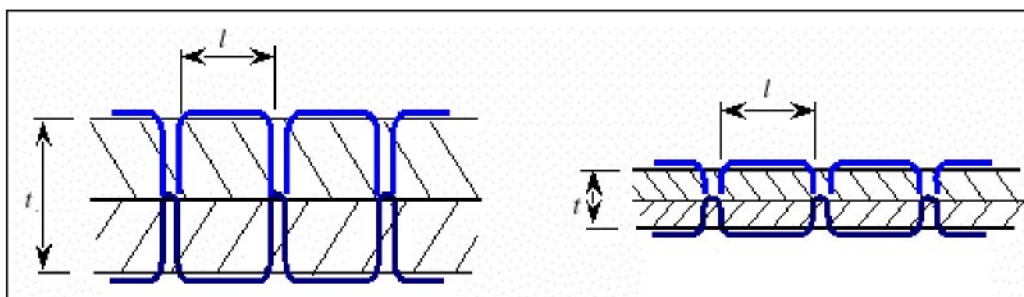
Obrázek 15 Steh 301 s přesunem vazných bodů na úroveň stehu 401

Podélnou roztažnost švu ovlivňuje také délka nitě ve stehu. Pružnost stehu je ovlivněna spotřebou nitě na jeden steh. Čím je tato spotřeba vyšší, tím je steh pružnější.

Vliv hustoty stehu na podélnou roztažnost švu

Současně s rostoucí hustotou stehu se zvyšuje spotřeba nití a roste roztažnost, ale je zde větší nebezpečí poškození materiálu při šití. Hustota ovlivňuje podélnou roztažnost švu množstvím nitě zapracované do díla. Používáme-li menší hustotu stehu, je steh méně pružný a méně se přizpůsobí roztažnosti materiálu. Zvýšíme-li jeho hustotu, zajistíme tím vyšší roztažnost švu a lepší přizpůsobení vlastnostem šitého materiálu.

Roztažnost švu je ovlivněna hustotou v závislosti na tloušťce vrstev šitého materiálu. čím bude vyšší poměr *tloušťky / délce stehu*, tím více nitě zaneseme do materiálu a tím větší bude pružnost švu (Obrázek 16). [9]



Obrázek 16 Délka nitě zanesené do materiálu při různých tloušťkách.

3. METODY PRO ZJIŠŤOVÁNÍ MECHANICKO-FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ TEXTILIÍ

3.1 Stávající normované metody

3.1.1 Metody pro zjišťování pevnosti a roztažnosti u tkanin

Metody jsou určeny zejména pro tkaniny, ale může se i použít pro plošné textilie vyrobené jinými technikami.

Metody nejsou běžně použitelné pro elastické tkaniny, geotextilie, netkané textilie, nánosované textilie, tkaniny ze skleněných vláken a plošné textilie z polykarbamidových vláken nebo z polyolefinových pásků.

Metody u tkanin

- pro zjišťování pevnosti v tahu Strip a Grab ČSN 80 0812
- pro zjišťování příčné pevnosti švů Strip a Grab ČSN 80 0841

Metoda Strip ČSN EN ISO 13934-1

Podstata zkoušky:

Metoda stanoví postup zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle u zkušebních vzorků. Při této metodě je šířka zkušebního vzorku upnuta v čelistech zkušebního přístroje.

Přístroj s konstantním přírůstkem prodloužení CRE musí zajistit konstantní rychlost prodloužení 20 mm/min a 100 mm/min s přesností na $\pm 10\%$ a upínací délka 100 mm a 200 mm s přesností na ± 1 mm.

Šířka čelistí by měla být minimálně 60 mm, ale nesmí být menší než šířka zkušebního vzorku.

Rozměry zkušebního vzorku jsou 50 mm $\pm 0,5$ mm (kromě třásní). Délka musí být taková, aby vyhovovala pro upínací délku 200 mm, kromě textilií, u kterých je podezření, že tažnost při maximální síle bude vyšší než 75%, je upínací délka 100 mm.

Příprava zkušební vzorku:

Z vystřiženého vzorku se v obou delších stran vystřiženého proužku se odstraňuje přibližně stejný počet nití tak dlouho, až šířka zkušební vzorku odpovídá rozměrům vzorku.

Postup zkoušky:

Před zkouškou se musí nastavit upínací délka a rychlost prodloužení.

Zkušební vzorek se centrálně upne tak, aby jeho podélná středová linie procházela středem předních hran čelistí a byla k nim kolmá a aby se přímka nakreslená na zkušebním vzorku kryla s jednou hranou čelistí

Spustí se zařízení pro záznam maximální síly. Pohyblivá svorka se uvede do chodu a zkušební vzorek se napíná až do přetrhu. Zaznamenává se maximální síla v newtonech a uvede se zda došlo. Pokud došlo k přetrhu podle a. nebo b., musí být tyto výsledky vyloučeny a musí být provedeny další zkoušky, aby se získalo pět přetrhů švu.

Pokud při všech přetrzích došlo k přetrhům textilie nebo přetrhům v čelistech, zaznamenávají se jednotlivé výsledky bez výpočtu variačního koeficientu nebo hranic spolehlivosti. Výsledky se konzultují se zainteresovanými stranami. [10]

Metoda Grab ČSN EN ISO 13934-2

Metoda stanoví postup zjišťování maximální síly u zkušebních vzorků. Při této zkoušce je vzorek upnutý ve středové části v čelistech stanovených rozměrů je napínán při konstantní rychlosti do přetržení.

Přístroj s konstantním přírůstkem prodloužení CRE musí zajistit konstantní rychlost protažení 50 mm/min s přesností na $\pm 10 \%$ a upínací délka 100 mm nebo 75 mm, s přesností ± 1 mm.

U této zkoušky je plocha upnutí $25 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

Této plochy lze dosáhnout :

- jedna čelist (25 mm x 40 mm minimálně, přednostně 50 mm) je umístěna tak, aby delší strana byla kolmá ke směru působení síly; druhá čelist o stejných rozměrech je umístěna kolmo k první tak, aby delší strana byla rovnoběžná se směrem působení síly.

- jedna čelist (25 mm x 40 mm minimálně, přednostně 50 mm) je umístěna tak, aby delší strana byla kolmá ke směru působení síly; druhá čelist má rozměry 25 mm x 25 mm.

Rozměry zkušební vzorku jsou 100 mm ± 2 mm a jeho délka musí být dostatečná, aby vyhovovala pro upínací délku 100 mm.

Na každý zkušební vzorek se zakreslí přímka ve vzdálenosti 38 mm od jednoho okraje, která probíhá po celé délce zkušební vzorku.

Provedení a vyhodnocení je stejné jako u metody Strip. [11]

Metoda Strip ČSN EN ISO 13935-1

Metodou STRIP se zjišťuje maximální síla do přetrhu švu. Výsledky získané touto metodou se nedají srovnávat s výsledky získanými jinými metodami.

Metoda je určena pouze pro rovné švy a nikoli pro švy šité do oblouku.

Podstata zkoušky :

Zkušební vzorek plošné textilie o stanovených rozměrech se švem uprostřed je protahován kolmo ke švu při konstantní rychlosti až do přetržení švu.

Přístroj s konstantním přírůstkem prodloužení CRE, přístroj musí zajistit konstantní rychlost protažení 100 mm/min s přesností na ± 10%. Na přístroji musí být nastavena upínací délka 200 mm s přesností ± 1 mm.

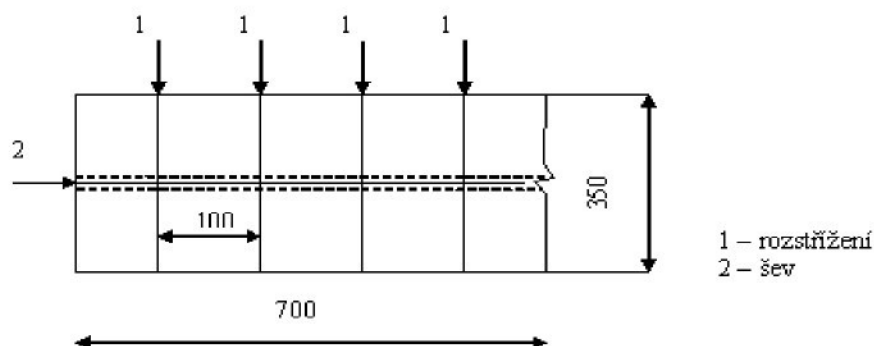
Plochy čelistí musí být hladké a ploché, pouze v případě, že by vzorek prokluzoval se mohou použít rýhované nebo zvlněné čelisti.

Šířka čelistí by měla být minimálně 60 mm, ale nesmí by menší než šířka zkušební vzorku.

Vzorky :

Z plošné textilie se vystříhne laboratorní vzorek o rozměrech 350 mm x minimálně 700 mm. Vzorek se polovinu přeloží tak, aby hrana skladu byla rovnoběžná s delší stranou vzorku. V tom směru se ušije odsouhlasený šev a hrana skladu se rozstříhne tak, aby se dosáhlo odsouhlaseného přídavku na šev. Švy ke zkoušce mohou být ušity rovnoběžně se směrem osnovy a útku, nebo s oběma směry.

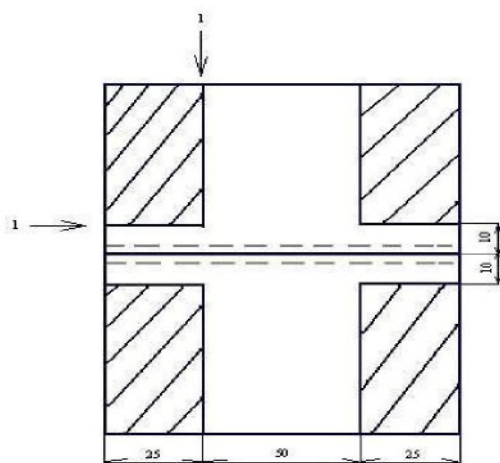
Z každého laboratorního vzorku se vystříhne sada minimálně pěti zkušebních vzorků o šířce 100 mm. (Obrázek)



Obrázek 17 Laboratorní vzorek se švem a znázornění zkušebních vzorků

Příprava zkušebních vzorků :

Každý zkušební vzorek se čtyřikrát nastříhne ve vzdálenosti 10 mm od švu do hloubky 25 mm. Plocha od okraje k nástřihům se vypáře tak, aby skutečná šířka zkušebního vzorku byla 50 mm. Na ploše do 10 mm od švu se ponechá celá šířka 100 mm. U plošných textilií, u kterých nemohou být takto vypárané nitě, se zkušební vzorky na požadovaný tvar nastříhnou, přitom je třeba dbát, aby žádná část skutečné velikosti vzorku nabyla nastřížena (Obrázek 18).



Obrázek 18 Zkušební vzorek

Postup zkoušky :

Před vlastní zkouškou se na trhacím přístroji nastaví upínací délka 200 mm $\pm$ 1 mm a také rychlost prodloužení 100 mm/min.

Zkušební vzorek se centrálně upne tak, aby jeho podélná střední osa procházela středem předních hran čelistí a aby síla působila kolmo ke švu, který je umístěn ve středu upínací délky. Po uzavření horních čelistí se zkušební vzorek zatížený pouze vlastní hmotností zavede bez předpětí do spodních čelistí a spodní svorka se uzavře.

Spustí se zařízení pro záznam maximální síly. Pohyblivá svorka se uvede do chodu a zkušební vzorek se napíná až do přetrhu. Zaznamenává se maximální síla v newtonech a uvede se zda došlo

- a. k přetrhu textilie
- b. k přetrhu textilie v čelistech
- c. k přetrhu textilie ve švu
- d. k přetrhu šicí nitě
- e. k vytažení nitě
- f. ke kombinaci těchto možností

Pokud došlo k přetrhu podle a. nebo b., musí být tyto výsledky vyloučeny a musí být provedeny další zkoušky, aby se získalo pět přetrhů švu.

Pokud při všech přetrzích došlo k přetrhům textilie nebo přetrhům v čelistech, zaznamenávají se jednotlivé výsledky bez výpočtu variačního koeficientu nebo hranic spolehlivosti. Výsledky se konzultují se zainteresovanými stranami.

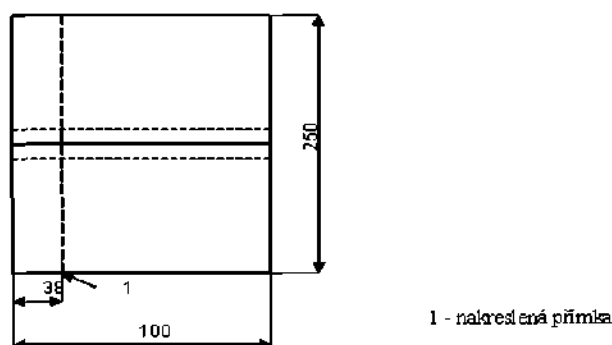
U švů, u kterých nastal přetrh c. až f., se vypočítá aritmetický průměr hodnot maximální síly v newtonech pro každý zkoušený směr. V případě požadavku se vypočítá variační koeficient s přesností na nejbližší 0,1% a 95% hranice spolehlivosti.
[12]

Metoda Grab ČSN EN ISO 13935-2

Metodou GRAB se zjišťuje maximální síla do přetrhu švu.

Upínací délka, rychlost prodloužení a plocha upnutí vzorku je stejná jako u metody Strip ČSN EN ISO 13934-2.

Rozměry vystřiženého vzorku jsou 100 mm x 250 (Obrázek 19).



Obrázek 19 Zkušební vzorek připravený ke zkoušce

Provedení i vyhodnocení je stejné jako u metody Strip ČSN EN ISO13935-1. [13]

Rozdíly metod Grab a Strip:

- v přípravě zkušebního vzorku
- v upnutí zkušebního vzorku v čelistech
- plochy čelistí jsou jiné
- upínací délka a rychlost prodloužení

3.1.2 Metoda pro zjišťování pevnosti a roztažnosti u pletenin

Metoda pro zjišťování pevnosti v tahu a tažnosti pletenin ČSN 80 0810 platí pro všechny druhy pletenin a určuje metodu zjišťování pevnosti v tahu a tažnosti elementárních vzorků.

Podstata zkoušky:

Plynulé zatěžování elementárních vzorků do jejich porušení, tj. zjištění tržné síly a k ní odpovídající prodloužení.

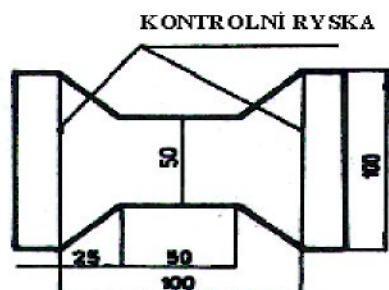
Vzorky :

Z každého jednotlivého vzorku se vystříhne podle šablony (Obrázek 20) pět elementárních vzorků po sloupku a pět elementárních vzorků po řádku.

Elementární vzorky se vystříhnou tak, aby v každé skupině byla jiná skupina řádků a sloupků pleteniny. První vzorky se vystříhnou 50 mm od kraje pleteniny. Vzorky stříhané po sloupku musí mít obě dvě podlouhlé strany ve střední rovné části rovnoběžné se sloupky a vzorky po řádku musí mít podlouhlé strany rovnoběžné

s řádky. Na vzorcích se naznačí kontrolní čáry, které po svinutí vzorku zůstanou na povrchu.

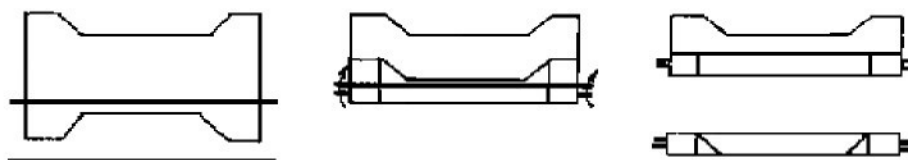
Délka vzorků je nejméně 160 mm.



Obrázek 20 Šablona pro vystřížení pleteniny

Postup zkoušky:

Vzorky pleteniny se upnou do upínacích čelistí ve svinutém stavu. Vzorky se srolují ručně na rovné podložce pomocí jehlic postupným znázorněním (Obrázek 21). Potom se uchopí do rukou jehlice, které se vytáhnou. Horní svorka se zajistí a v místě vyznačené kontrolní rysky se jeden konec upne do horních upínacích čelistí. Potom se svorka odjistí a druhý konec se upne do dolních čelistí.



Obrázek 21 Zkušební vzorek připravovaný ke zkoušce

Zpracování výsledků zkoušky:

Pevnost v tahu se udává v N, tažnost v %. Z výsledků pěti zkoušek po řádku a po sloupku se vypočítá průměrná pevnost v tahu a tažnost pro každý směr. [14]

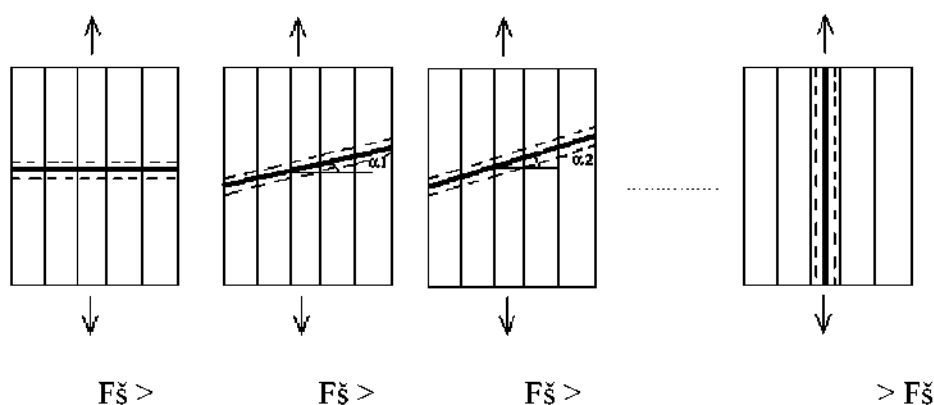
3.2 Vlastní návrh podélné roztažnosti a příčné pevnosti švů

Cílem návrhu práce bylo vytvořit metodiku pro měření roztažnosti a pevnosti u vysokoroztažných textilních materiálů.

Návrh vychází z teorie, že příčná pevnost švu u vysokoroztažných materiálů není z hlediska oděvního výrobku nejdůležitější vlastností. Funkčnost výrobku bude lépe charakterizovat podélná roztažnost švu, při které působící síly napínají nit, která má menší roztažnost než spojovaný materiál. U příčného namáhání dojde nejprve k deformaci materiálu a až po vypnutí struktury se působící síly rozkládají na jednotlivé nitě švu. Při tomto namáhání většinou nedochází k destrukci švu. Naopak je tomu u podélném namáhání, kdy je nit přímo namáhána na tah.

3.2.1 Princip návrhu

Současné normy ČSN EN ISO 13935-1 a ČSN EN ISO 13935-2 stanovují odběr vzorků a vyhodnocují příčnou pevnost švu. Vzorky jsou odebírány ve směru struktury materiálu a šev je zhotovován kolmo ke směru osnovy. Tato situace neodpovídá reálnému namáhání švů v praxi. Při praktickém užívání výrobku jsou švy namáhány nejen ve směru kolmém ke švu, ale i ve směru podélném nebo pod různými úhly. Také švy na výrobku jsou zhotovovány nejen ve směru kolmém na hlavní směry struktury, ale i pod různými úhly.



Obrázek 22 Namáhání švů pod různými úhly

Lze předpokládat, že pevnost švu ($F_{\text{š}}$) u vysokoroztažných materiálů bude vykazovat nejvyšší hodnoty při namáhání příčném (Obrázek 22). Vzhledem k této

skutečnosti nás bude zajímat kritická situace, kdy je teoreticky Fš nejnižší, tedy při podélném namáhání švů.

Vzhledem ke skutečnosti, že švy mohou být vedeny pod různými úhly ke struktuře, bude zajímavé zkoumat změnu pevnosti při změně směru švu vůči hlavním směrům struktury.

Vyhodnocována bude jak podélná roztažnost (a současně i získáme hodnotu úhlů potřebné k porušení švů při podélném namáhání) tak příčná pevnost (a současně získáme druhotnou hodnotu deformace vzorku při příčném namáhání).

Vzorky v návrhu budou odebírány pod různými úhly vůči směru struktury a výsledky se budou vynášet do polárního diagramu.

3.2.2 Zkušební přístroj

Zkoušky budou prováděny na trhacím přístroji PROMI PC 3000 N na katedře Technologie a řízení konfekční výroby (Obrázek 23).



Obrázek 23 Trhací přístroj PROMI PC 3000

Pro tuto metodu bude; použit přístroj s konstantním přírůstkem prodloužení CRE, který musí být v souladu s EN 30012-1. Přístroj musí zajistit konstantní rychlost protažení 100 mm/min s přesností na $\pm 10\%$. Na přístroji musí být nastavena upínací délka 200 mm s přesností $\pm 1 \text{ mm}$.

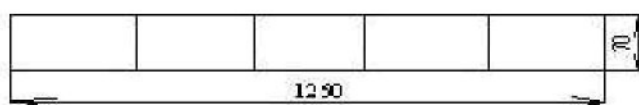
Čelisti přístroje musí udržet zkušební vzorek bez prokluzování a nesmí přerézávat nebo jinak poškozovat zkušební vzorek.

3.2.3 Příprava vzorků

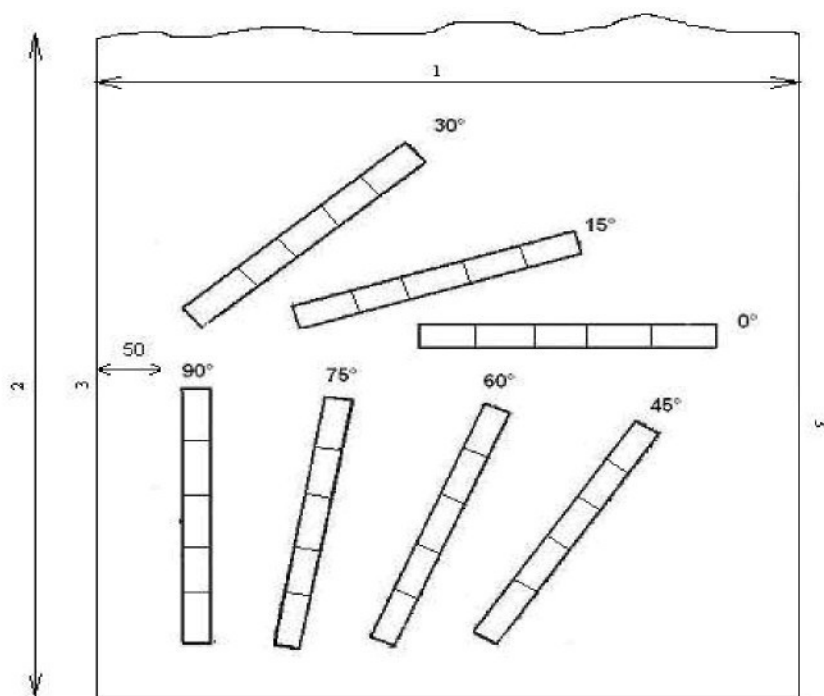
Příprava vzorků pro podélnou roztažnost švů

Odběr vzorků:

Na plošnou textilii se zakreslí dle šablony (Obrázek 24) laboratorní vzorky odstupňované po úhlech 0° (ve směru útku), 15° , 30° , 45° , 60° , 75° až 90° (ve směru osnovy (Obrázek 25). Laboratorní vzorky musí být minimálně 50 mm od okraje. Vzorky se vystříhnou z plošné textilie o rozměrech 70 mm x 1250 mm .



Obrázek 24 Šablona laboratorního vzorku textilie

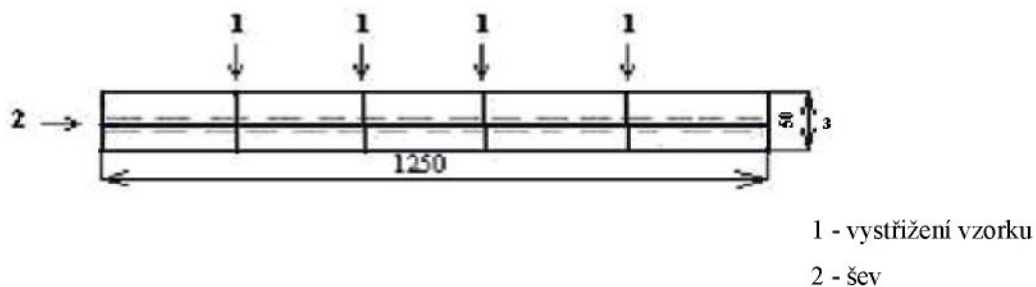


- 1 Šířka plošné textilie
- 2 Délka plošné textilie
- 3 Okraje

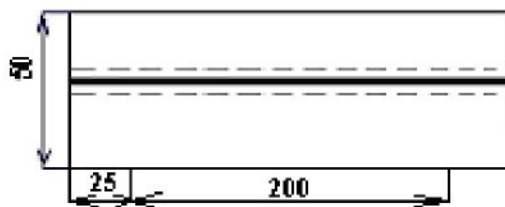
Obrázek 25 Rozmístění zkušebních vzorků pod určitými úhly

Příprava švů:

Vzorky se v polovině se přeloží tak, aby hrana skladu byla rovnoběžná s delší stranou vzorku (Obrázek 26). V tomto směru se ušije rovnoměrný šev a hrana skladu se rozstříhne. Z každého laboratorního vzorku se švem se vystříhne sada pěti zkušebních vzorků (Obrázek 27).



Obrázek 26 Laboratorní vzorek textilie

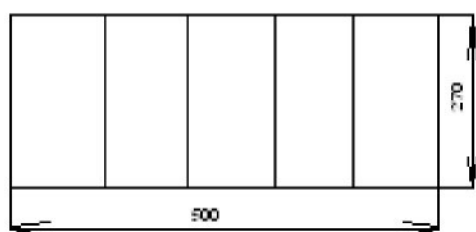


Obrázek 27 Zkušební vzorek textilie

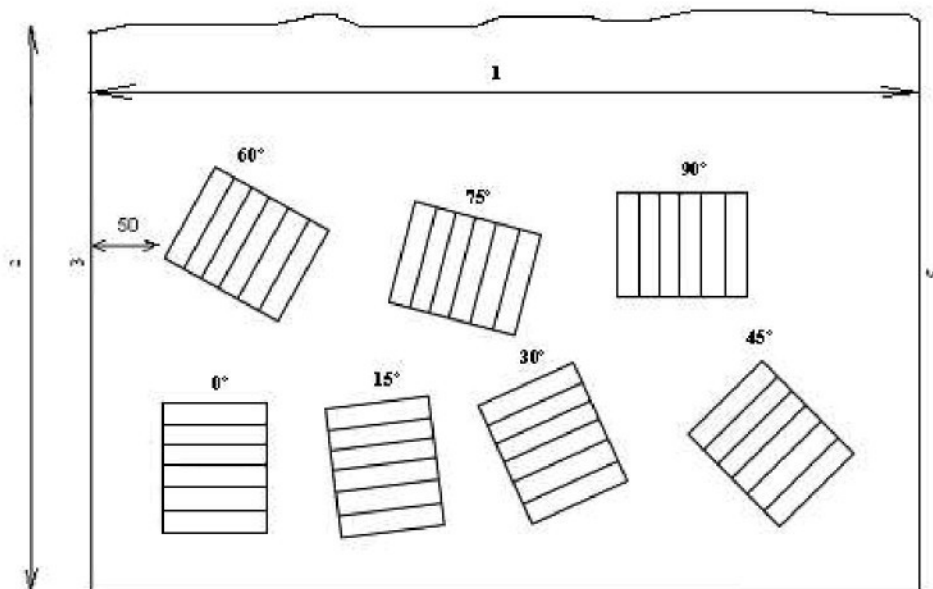
Příprava vzorků pro příčnou pevnost švů

Odběr vzorků:

Na plošnou textilií se zakreslí dle šablony (Obrázek 28) laboratorní vzorky odstupňované po úhlech 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° až 90° (Obrázek 29). Laboratorní vzorky musí být minimálně 50 mm od okraje. Vzorky se vystříhnou z plošné textilie o rozměrech 500 mm x 270 mm.



Obrázek 28 Šablona laboratorního vzorku textilie



1 Šířka plošné textilie

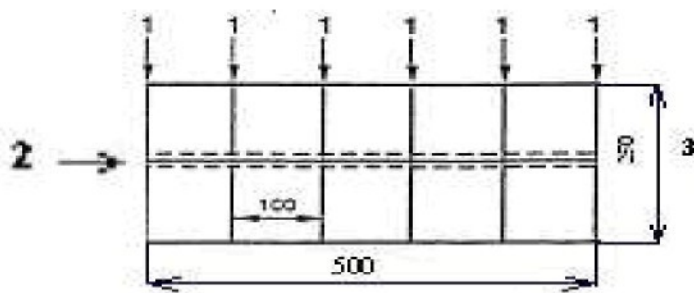
2 Délka plošné textilie

3 Okraje

Obrázek 29 Rozmístění zkušebních vzorků pod určitými úhly

Příprava švů:

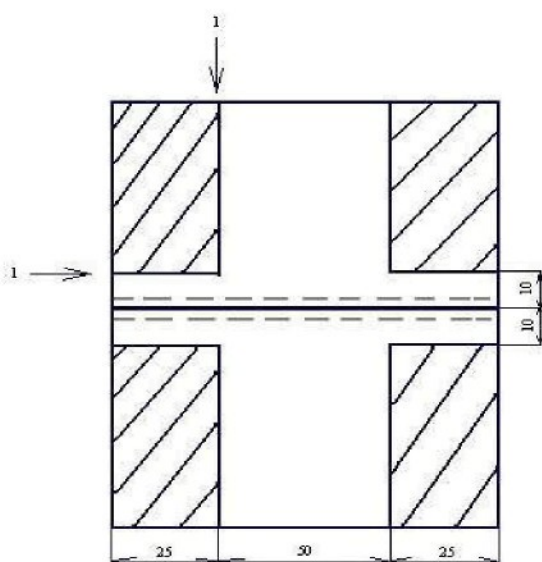
Laboratorní vzorky se v polovině se přeloží tak, aby hrana skladu byla rovnoběžná s delší stranou vzorku (Obrázek 30). V tomto směru se ušije rovnoměrný šev a hrana skladu se rozstříhne. Z každého laboratorního vzorku se švem se vystříhne sada minimálně pěti zkušebních vzorků.



- 1 Rozstřížení
- 2 Šev
- 3 Délka před sešitím

Obrázek 30 Laboratorní vzorek textilie

Zkušební vzorek se nyní upraví vystřížením materiálu, aby konečný vzorek pro zkoušení byl ve tvaru kříže. Rozměry vzorku jsou uvedeny viz (Obrázek 31). Při stříhání se musí dávat pozor, aby žádná část skutečné velikosti vzorku nebyla nastřížena.



Obrázek 31 Zkušební vzorek textilie

3.2.4 Postup při měření

Vzorek se upne do čelistí tak, aby spoj byl uprostřed čelistí a síla působila v případě podélné roztažnosti ve směru švu a v případě příčné pevnosti kolmo ke švu. Po spuštění se horní čelist pohybuje konstantní rychlostí, přičemž se zaznamenává závislost síly na změně délky do grafu. Postupně dochází k napínání vzorku až do přetrhu prvního stehu. Ze zobrazeného grafu a hodnot které se naměří, se získají data, síly potřebné k přetrhu prvního stehu a změny délky Δl zaznamenané při této síle. Výsledky se zapíší do tabulek. Zobrazení zkoušek na přístroji viz Příloha č. 19.

3.2.5 Vyhodnocení měření

Vyhodnocení naměřených dat je možné provést, pomocí programu Microsoft Excel, zaznamenáním naměřených dat do polárních diagramů, ve kterých se zobrazí kritické hodnoty pevnosti švů zhotovených v různých úhlech.

3.2.6 Vyhodnocení návrhu

Nová metodika umožňuje oproti normovaným metodám popsaných v kapitole 3.1.1 zjišťovat podélnou roztažnost a příčnou pevnost švu s tím, že švy u textilních materiálů budou odebírány pod určitými úhly. Zpracováním naměřených dat programem Microsoft Excel se získává analytické vyjádření ve tvaru polárních diagramů. V polárních diagramech se zaznamenávají průměrné hodnoty zkoušených vzorků získané z experimentálního měření a tím se zjistí kritické hodnoty, které určují, kdy šev není vhodný tvořit pod určitým úhlem.

Z experimentálního mě také vyplývá, že čím je větší roztažnost švu materiálu, tím je nižší pevnost švu a naopak.

3.3 Experimentální část

Pokusy byly prováděny na trhacím přístroji PROMI PC 3000 na katedře Technologie a řízení konfekční výroby. Parametry přístroje jsou uvedené v kapitole 3.2.2.

3.3.1 Podmínky zkoušky

Použité materiály:

- pro zkoušku podélné roztažnosti švu

Tkanina 1. - složení : 50%WO + 47%PES + 3% Elastan
 - vazba: plátňová
 - Elastan obsažen v osnově a útku
 - vzorek tkaniny viz. Příloha č. 1

Tkanina 2. - složení : 44%WO + 54%PES + 2% Elastan
 - vazba: plátňová
 - Elastan obsažen v útku
 - vzorek tkaniny viz. Příloha 2

Pletenina 1. - složení : 64%CO + 36% PPh
 - oboulicní
 - vzorek pleteniny viz. Příloha č.3

Pletenina 2. - složení : 56%CO 41% PPh 3%Elastan
 - interloková
 - vzorek pleteniny viz. Příloha č.4

- pro zkoušku příčné pevnosti švu

- Tkanina 3.
- složení : 60% WO +38%PES + 2% Elastan
 - vazba: plátňová
 - Elastan obsažen v útku
 - vzorek tkaniny viz. Příloha č.5

Použitá nit pro sešití vzorků :

Nitě firmy : COUTS (Astra)

N_e : 100

Složení : 100 % PES

Použité šicí stroje:

Pro vytvoření zkušebních vzorků u tkanin byl použit průmyslový šicí stroj značky JUKI DDL-55 30N obrázek viz. Příloha č.18, který šije dvounitným vázaným stehem.

Pro vytvoření zkušebního vzorku u pletenin byl použit průmyslový šicí stroj značky JUKI MH-481 obrázek viz. Příloha č.18, který šije dvounitným řetízkovým stehem . Hřbetový šev měl hustotou stehu 4 stehy na 1 *cm*.

Zkušební vzorky:

Zhotoveny dle pokynu uvedené v kapitole 3.2.3

Postup zkoušky:

Zhotoven dle pokynu uvedené v kapitole 3.2.4

Parametry měření:

- upínací délka 200 mm
- rychlost zatěžování 100mm/min

3.3.2 Tabulky naměřených hodnot

Naměřené hodnoty byly zaznamenány do tabulek, které byly zpracovány statisticky.

Kompletní hodnoty každého zkoušeného vzorku jsou i s grafy znázorněny v Příloze č. 6-15. Průměrné hodnoty jsou v tabulkách 1-6.

Statistické zpracování naměřených dat

Hodnota „průměr“ představuje:

- ve sloupci $F_{\bar{s}}$: průměrnou příčnou pevnost, tj. sílu nutnou k porušení prvního stehu ve švu:

$$\overline{F}_{\bar{s}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{\bar{s}i} \quad [\text{N}], \quad (8)$$

- ve sloupci $\Delta l_{\bar{s}}$: průměrnou změnu délky zkušební vzorku zaznamenanou k porušení prvního stehu ve švu:

$$\overline{\Delta l}_{\bar{s}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta l_{\bar{s}i} \quad [\text{mm}], \quad (9)$$

- ve sloupci $\epsilon_{\bar{s}}$: průměrnou roztažnost švu při porušení prvního stehu ve švu:

$$\overline{\epsilon}_{\bar{s}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \epsilon_{\bar{s}i} \quad [\%], \quad (10)$$

$$\epsilon_{\bar{s}i} = \frac{\Delta l_i}{l_0} \cdot 100 \quad [\%] \quad (11)$$

kde

kde n je počet měření, tj. 5

l_0 upínací délka, tj. 200 mm (proto $\epsilon_{\bar{s}}$)

- výběrový rozptyl a směrodatná odchylka

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (12)$$

$$s = \sqrt{s^2} \quad (13)$$

- variační koeficient

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (14)$$

Tabulka č. 1: I. Experiment – tkanina 1 pod různými úhly

Vzorek č.	$\overline{F_s}$ [N]	$\overline{\Delta l_s}$ [m]	$\overline{\epsilon_s}$ [%]
0°	84,92	54,9	27,33
15°	39,3	46,1	23,06
30°	23,06	50,2	25,05
45°	21	49,9	24,95
60°	22,8	47,16	23,58
75°	45,1	44,6	22,3
90°	151,5	46,6	23,3

Tabulka č. 2: II. Experiment – tkanina 2. pod různými úhly

Vzorek č.	$\overline{F_s}$ [N]	$\overline{\Delta l_s}$ [m]	$\overline{\epsilon_s}$ [%]
0°	263	46	23
15°	75,14	52,88	26,33
30°	49,06	56,1	28,05
45°	31,6	50,4	25,2
60°	40,16	45,7	22,85
75°	164,8	44,4	22,2
90°	588	46,6	23,3

Tabulka č. 3: III. Experiment – pletenina 1. pod různými úhly

Vzorek č.	$\overline{F_s}$ [N]	$\overline{\Delta l_s}$ [m]	$\overline{\epsilon_s}$ [%]
0°	18	106	53
15°	23	106	53
30°	24,5	88	44
45°	26	92	46
60°	31	90	46
75°	32	73	36
90°	34	78	39

Tabulka č. 4: IV. Experiment – pletenina 2. pod různými úhly

Vzorek č.	$\overline{F_s}$ [N]	$\overline{\Delta l_s}$ [m]	$\overline{\epsilon_s}$ [%]
0°	25	92	46
15°	25	78	39
30°	27	80	40
45°	25	73	36
60°	25	63	31
75°	38	60	30
90°	48	67	33

Tabulka č.5: V. Experiment – tkanina 3. pod různými úhly

Vzorek č.	$\overline{F_s}$ [N]	$\overline{\Delta l_s}$ [m]	$\overline{\epsilon_s}$ [%]
0°	217,2	53,6	26,8
15°	202,2	85,4	42,7
30°	246,6	96,4	48,2
45°	228,6	92,4	46,2
60°	249,2	80,8	40,4
75°	217,44	78,4	39,2
90°	216,2	40,6	20,6

3.3.3 Výsledky měření

Průměrné hodnoty pevnosti F_z [N] a roztažnosti ϵ_s [%] byly zpracovány do polárních diagramů pomocí programu Microsoft Office Excel. Polární digramy jsou znázorněny v Příloze č. 16-17.

Podélná pevnost švu

I. Experiment: Polární diagram tkaniny 1.

U polárního diagramu tkaniny 1 byly zjištěny kritické hodnoty:

- pro pevnost v úhlech 30° , 45° , 60°
- pro roztažnost v úhlech 15° a 75°

II. Experiment: Polární diagram tkaniny 2.

U polárního diagramu tkaniny 2 byly zjištěny kritické hodnoty:

- pevnost v úhlu 30° , 45° a 60°
- roztažnost v úhlech 0° a 60°

III. Experiment: Polární diagram pleteniny 1.

U polárního diagramu pleteniny 1 byly zjištěny kritické hodnoty:

- pevnost v úhlu 0°
- roztažnost v úhlech 45° a 75°

IV. Experiment: Polární diagram pleteniny 2.

U polárního diagramu pleteniny 2 byly zjištěny kritické hodnoty:

- pevnost v úhlech 45° a 60°
- roztažnost v úhlech 15° , 60° a 75°

Příčná pevnost švu

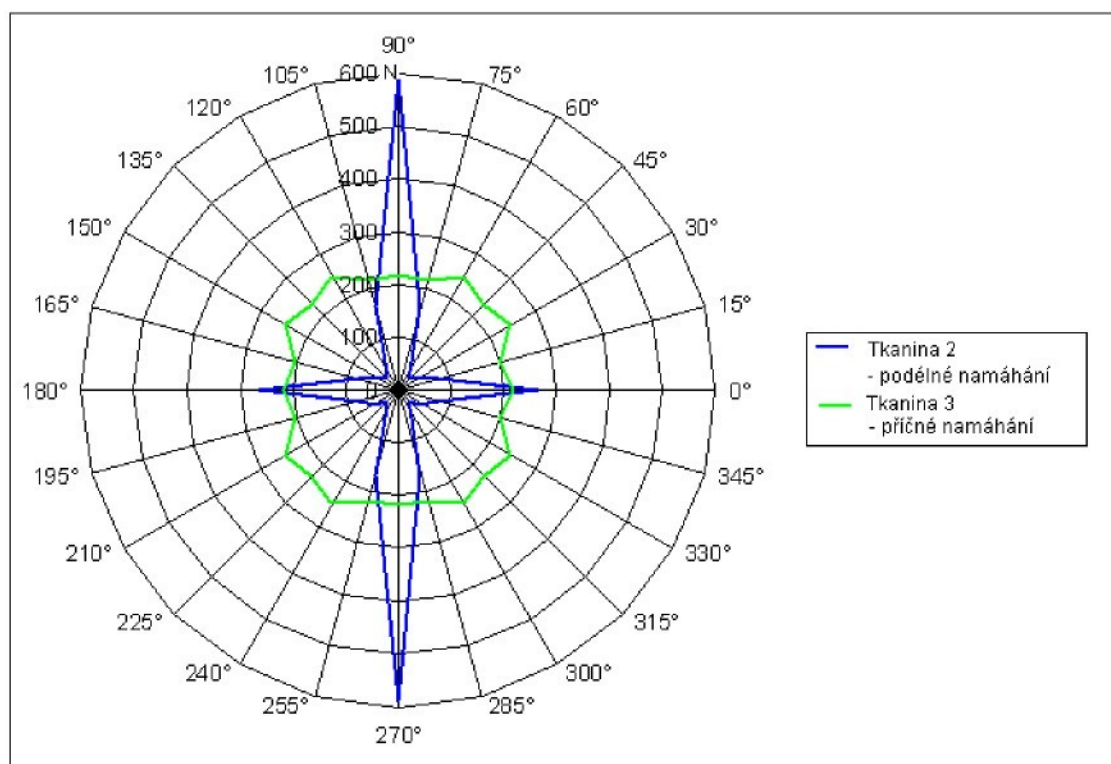
V. Experiment: Polární diagram tkaniny 3.

U polárního diagramu tkaniny 3 byli zjištěny kritické hodnoty:

- pevnost v úhlech 15° a 45°
- roztažnost v úhlech 0° a 90°

Porovnání zkoušených textilií

Porovnání pevnosti švů zhotoveného na shodných textiliích při podélném a příčném namáhání švů (Graf 1). Tkanina 2 odpovídá svým složením a strukturou tkanině 3.

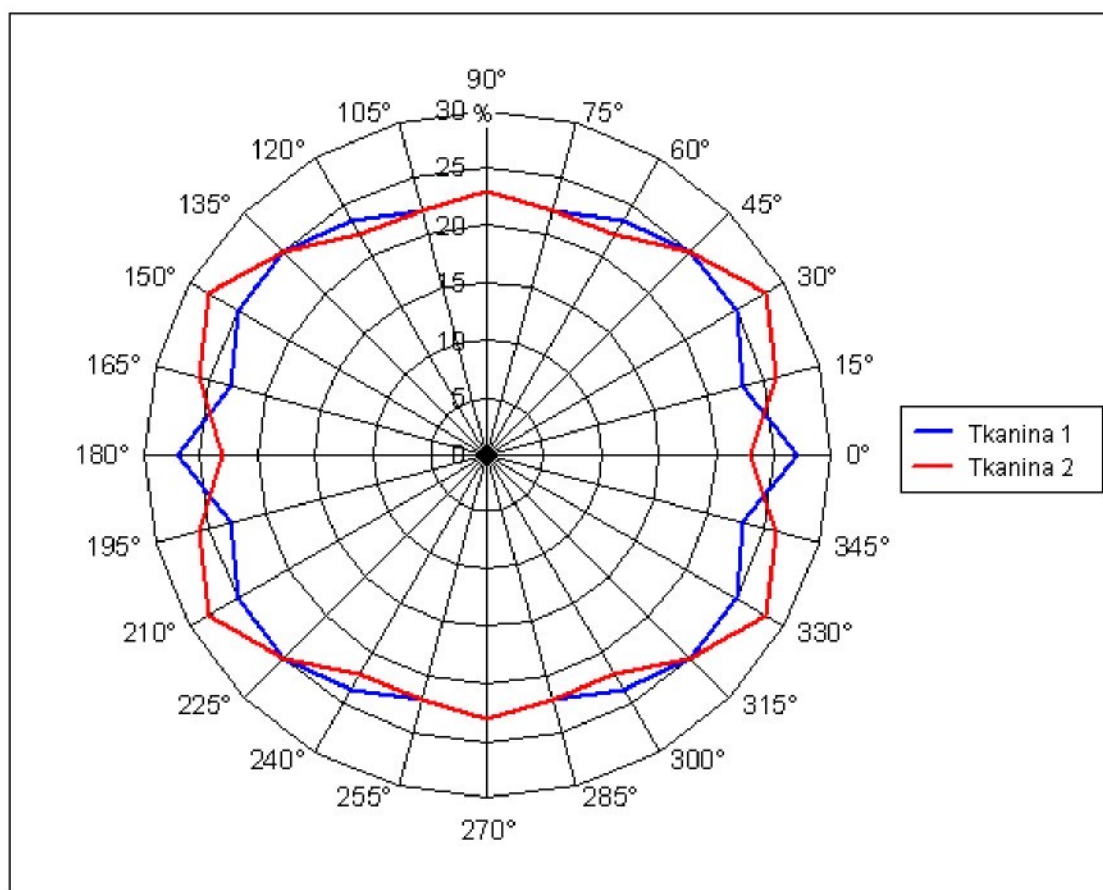


Graf 1 Porovnání pevnosti švu v polárním diagramu

Zobrazovací modul: $F_s \text{ 1mm} = 1 \text{ N}$

Je zřejmé, že pevnost švu vykazuje velké rozdíly v různých směrech při podélném namáhání oproti příčnému namáhání, které má v různých směrech jen nízké výkyvy.

Porovnání roztažnosti švu tkaniny 1 a tkaniny 2 při podélném namáhání švů (Graf 2).

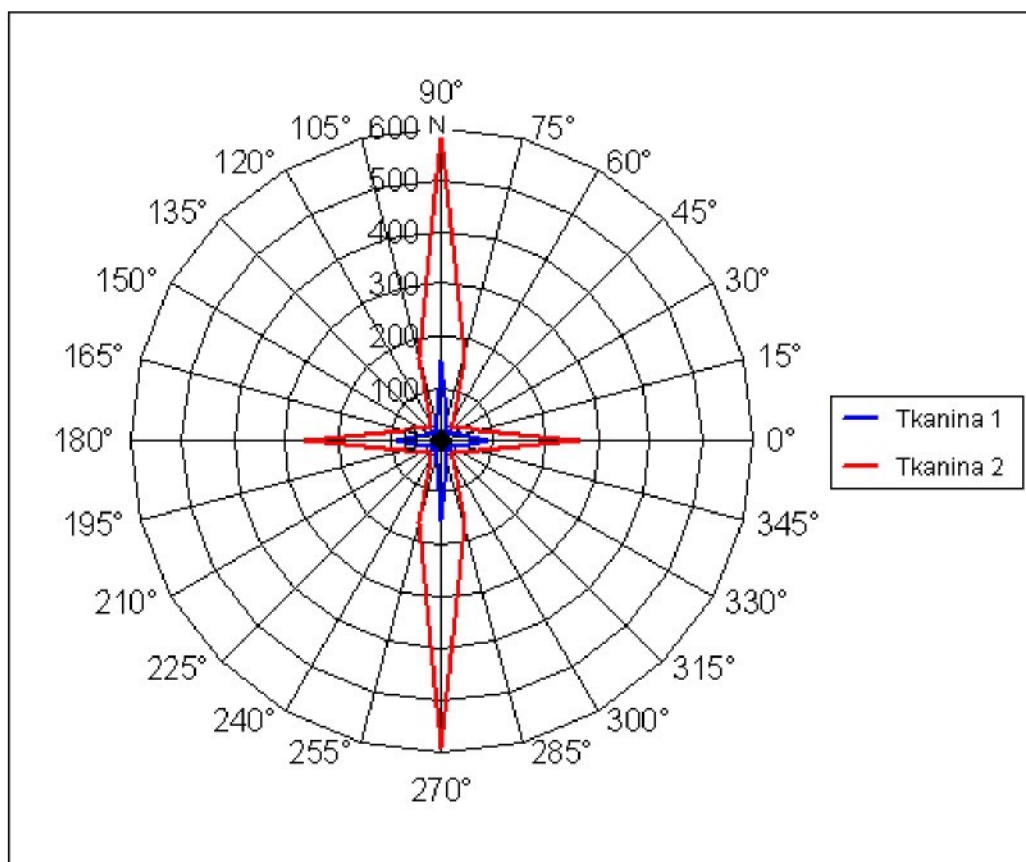


Graf 2 Porovnání roztažnosti švu v polárním diagramu

Zobrazovací modul: ϵ_s 1mm = 1 %

Při porovnání daných tkanin se neprojevují výrazné výkyvy v roztažnosti švu při podélném namáhání v různých směrech. Z diagramů lze vyčíst kritická místa pro zhotovení švů, které mají být při užívání výrobku namáhány na tah ve směru švu.

Porovnání pevnosti švu tkaniny 1 a tkaniny 2 při podélném namáhání švů (Graf 3).



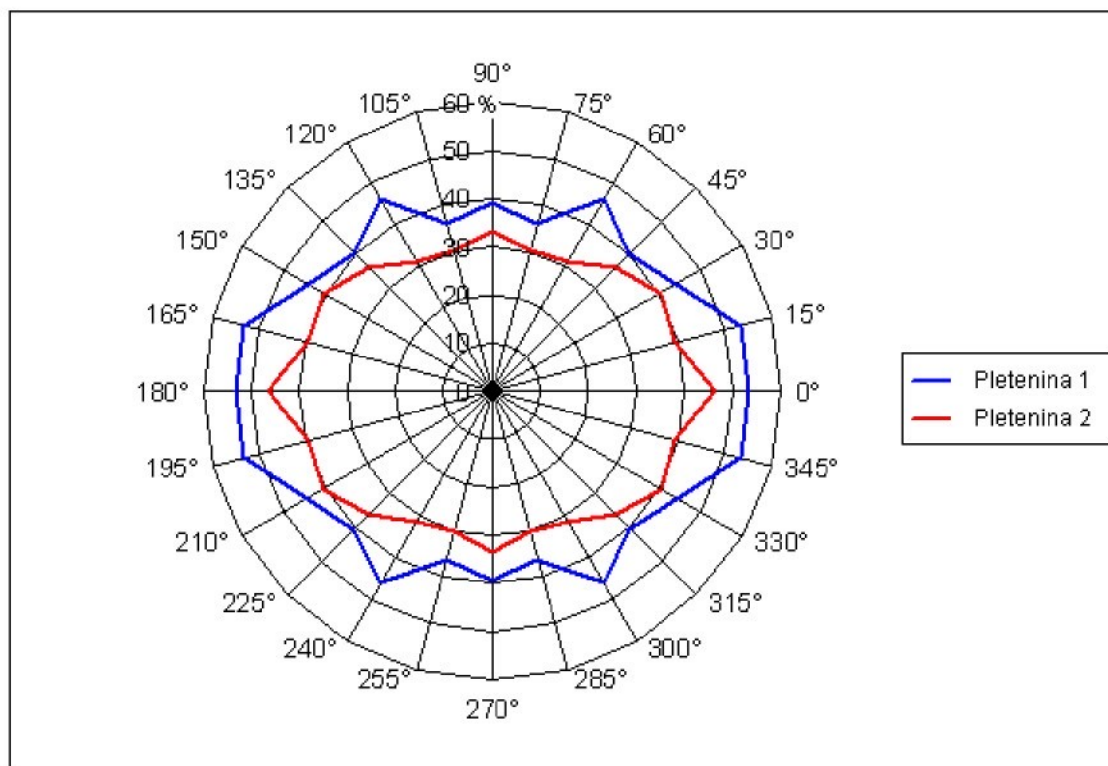
Graf 3 Porovnání pevnosti švu v polárním diagramu

Zobrazovací modul: $F_g \text{ 1mm} = 1 \text{ N}$

Pevnost švu u tkanin vykazuje výkyvy v různých směrech zhotovení švu vůči struktuře, výrazně vysoká pevnost švu je ve směru útku a osnově oproti jiným směrům. Z diagramů lze vyčíst kritická místa pro zhotovení švů, které mají být při užívání výrobku namáhány na tah ve směru švu.

V porovnání tkanina 2 nabývá ve všech směrech struktury vyšších hodnot oproti tkanině 1 a je to z důvodu struktury materiálu.

Porovnání roztažnosti švu pleteniny 1 (obouliční) a pleteniny 2 (interloková) při podélném namáhání švů (Graf 4) .



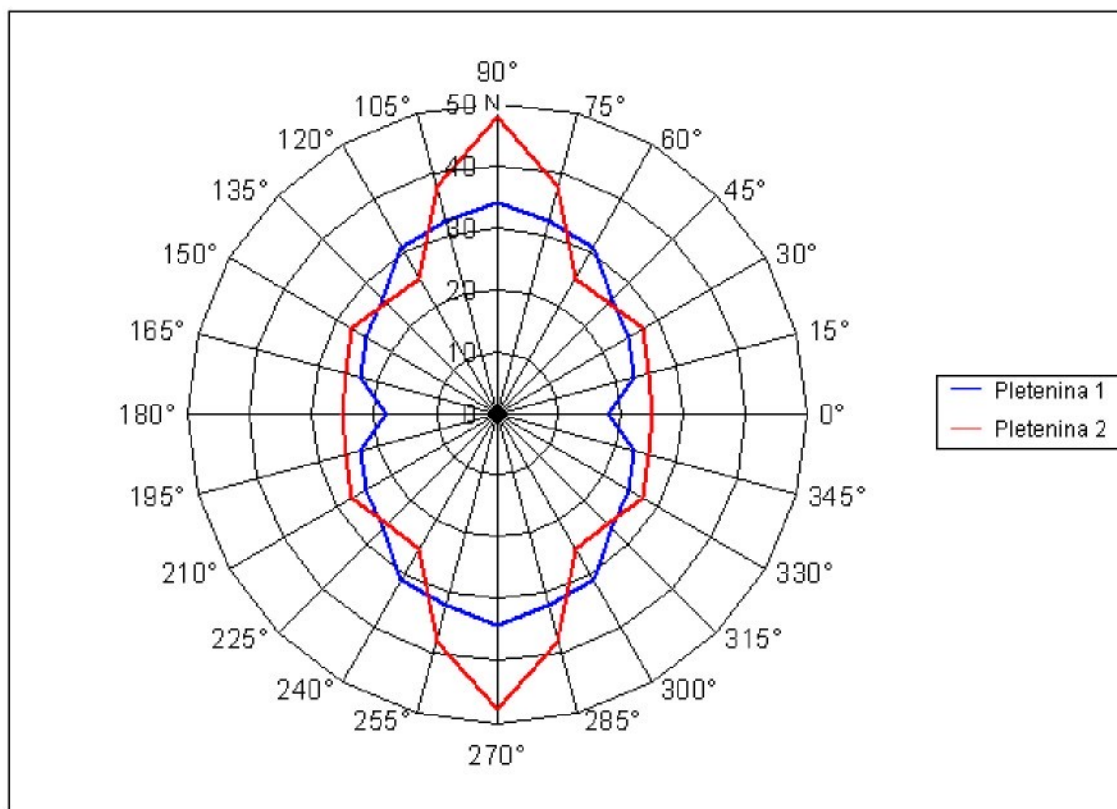
Graf 4 Porovnání roztažnosti švu v polárním diagramu

Zobrazovací modul: ϵ_s 1mm = 1 %

Roztažnost švu u pletenin vykazuje výkyvy v různých směrech zhotovení švu vůči struktuře. Z diagramů lze vyčíst kritická místa pro zhotovení švů, které mají být při užívání výrobku namáhány na tah ve směru švu.

V porovnání pletenina 1 nabývá ve všech směrech struktury vyšších hodnot oproti pletenině 2 a je to z důvodu struktury materiálu.

Porovnání pevnosti švu pleteniny 1 (oboulícní) a pleteniny 2 (interloková) při podélném namáhání švů (Graf 5) .



Graf 5 Porovnání pevnosti švu v polárním diagramu

Zobrazovací modul: F_s 1mm = 1 N

Pevnost švu u pletenin vykazuje výkyvy v různých směrech zhotovení švu vůči struktuře. Z diagramů lze vyčíst kritická místa pro zhotovení švů, které mají být při užívání výrobku namáhány na tah ve směru švu.

V porovnání má pletenina 1 v různých směrech jen nízké výkyvy oproti pletenině 2.

4. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla zaměřena na studie chování anizotropních vysokoroztažných textilních materiálů při namáhání, které ovlivňují podélnou roztažnost a příčnou pevnost švů u oděvních výrobků.

První teoretická část se zabývá anizotropií a mechanickými vlastnostmi textilních materiálů, kde byly rozebrány důležité pojmy, jako je pevnost, tažnost, elasticita. Další teoretická část se zabývá způsoby mechanického namáhání textilií a důsledky mechanického namáhání. Dále jsou zde rozebrány faktory, které ovlivňují příčnou pevnost a podélnou roztažnost švu. Ze studie vyplývá, že při užívání výrobků z vysokoroztažných textilií je důležité sledovat švy v namáhaných oblastech tak, aby odpovídaly svojí roztažností danému materiálu.

Další část se zabývá stávajícími normovanými metodami pro zjišťování pevnosti a roztažnosti u tkanin a u pletenin. U stávajících metod jsou zkušební vzorky odebírány ve směru struktury materiálu a šev je zhotovován kolmo ke směru osnovy. To neodpovídá reálnému namáhání při užívání výrobků v praxi, kdy švy jsou namáhány nejenom ve směru kolmém ke švu, ale i ve směru podélném nebo pod různými úhly. Proto byl v této práci vytvořen návrh metodiky podélné roztažnosti a příčné pevnosti švů, kdy zkušební vzorky jsou odebírané pod různými úhly. Návrh je realizován v experimentální části, kde je na příkladu analýzy vybraných materiálů vyhodnocen.

Podstata zkoušky spočívá v tom, že vzorek tkaniny se švem v podélném nebo příčném směru upne do čelistí trhacího přístroje a poté se napíná až do přetrhu prvního stehu. Zaznamenávají se naměřené hodnoty pevnosti a roztažnosti švu, které se po provedení zkoušky zaznamenávají do polárních diagramů (viz.kapitola 3.2.6). Cílem experimentu bylo vyhodnotit kritické hodnoty tvorby švu v různých úhlech. Pro tyto zjištěné kritické hodnoty v polárních diagramech není vhodná tvorba švu na oděvním výrobku. V práci bylo také vyhodnoceno porovnání polárních diagramů mezi podélnou roztažností švu a příčnou pevností švu, dále porovnání tkanin a pletenin u podélné roztažnosti.

Navrhovanou metodiku lze využít v praxi při výrobě oděvních a technických výrobků z textilií. Před tvorbou se předem určí kritické hodnoty úhlů na stanovený materiál pro daný výrobek, kdy není vhodné tvořit šev.

Použitá literatura :

- [1] Strutex , 9. mezinárodní konference TU v Liberci, prosinec 2002
- [2] Kovář, R. : Struktura a vlastnosti plošných textilií, TUL, 2003
- [3] Staněk, J. : Nauka o textilních materiálech, díl I, část 4, Vlastnosti délkových a plošných textilií, Liberec 1988 – VŠST
- [4] Adamíková, R. : Vliv provázání nití ve tkanině na chování tkaniny při 2osém namáhání, DP, TUL, 2002
- [5] Kovačič, V. : Textilní zkušebnictví, díl II, Liberec 2002
- [6] Všeobecná encyklopedie diderot, 1999
- [7] Staněk, J. – Kubičková, M. : Oděvní materiály, VŠST, Liberec 1986
- [8] Kunz, O. – Němec, J.: Speciální technologie výroby ochranných oděvů. Sborník ze sympozia Ochranné oděvy II, TUL/FT/KKV Prostějov 2002
- [9] Dosedělová, I. : Problematika technických konfekcí, charakteristiky spojů a jejich vlastností, 2004
- [10] Norma ČSN EN ISO 13934-1
- [11] Norma ČSN EN ISO 13934-2
- [12] Norma ČSN EN ISO 13935-1
- [13] Norma ČSN EN ISO 13935-2
- [14] Norma ČSN 80 0810

Seznam příloh:

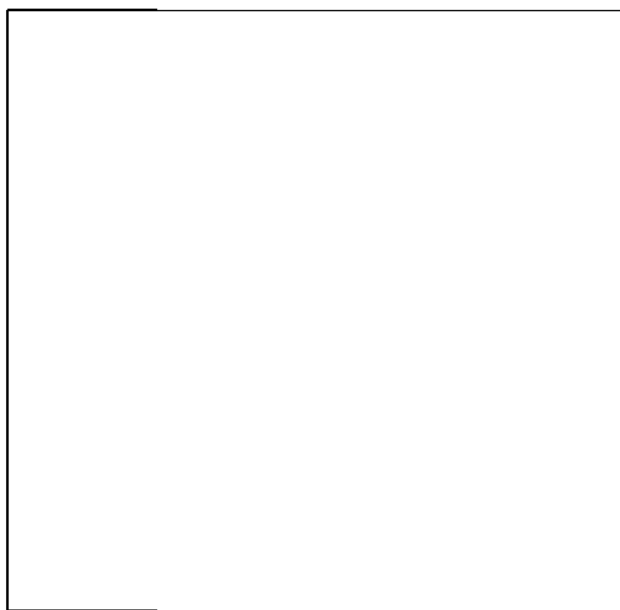
Příloha 1	Vzorek materiálu – tkanina 1
Příloha 2	Vzorek materiálu – tkanina 2
Příloha 3	Vzorek materiálu – pletenina 1
Příloha 4	Vzorek materiálu – pletenina 2
Příloha 5	Vzorek materiálu – tkanina 3
Příloha 6	Výpočty experimentu I. – tkanina 1
Příloha 7	Výpočty experimentu II. – tkanina 2
Příloha 8	Výpočty experimentu III. – pletenina 1
Příloha 9	Výpočty experimentu IV. – pletenina 2
Příloha 10	Výpočty experimentu V. – tkanina 1
Příloha 11	Grafické znázornění zkoušky podélné roztažnosti švu – tkanina 1
Příloha 12	Grafické znázornění zkoušky podélné roztažnosti švu – tkanina 2
Příloha 13	Grafické znázornění zkoušky podélné roztažnosti švu – pletenina 3
Příloha 14	Grafické znázornění zkoušky podélné roztažnosti švu – pletenina 2
Příloha 15	Grafické znázornění zkoušky příčné pevnosti švu – tkanina 3
Příloha 16	Polární diagramy zkoušky podélné roztažnosti švu
Příloha 17	Polární diagramy zkoušky příčné pevnosti švu
Příloha 18	Ukázky měřených vzorků po laboratorních zkouškách
Příloha 19	Fotografické znázornění zkoušek na trhacím přístroji
Přílohy 20	Fotografie šicích strojů

Pozn.: přílohy viz originál BP.

Příloha 1

Vzorek materiálu – tkanina 1

- složení: 50 % WO + 47 % PES + 3 % Elastanu
- elastan obsažen v útku i osnově,
- vazba plátnová,
- plošná měrná hmotnost 200 g/m²,
- vzorek tkaniny:



Příloha 2

Vzorek materiálu – tkanina 2

- složení: 44 % WO + 54 % PES + 2 % Elastanu
- elastan obsažen v útku,
- vazba plátňová,
- plošná měrná hmotnost 190 g/m²,
- vzorek tkaniny:



Příloha 3

Vzorek materiálu – pletenina 1

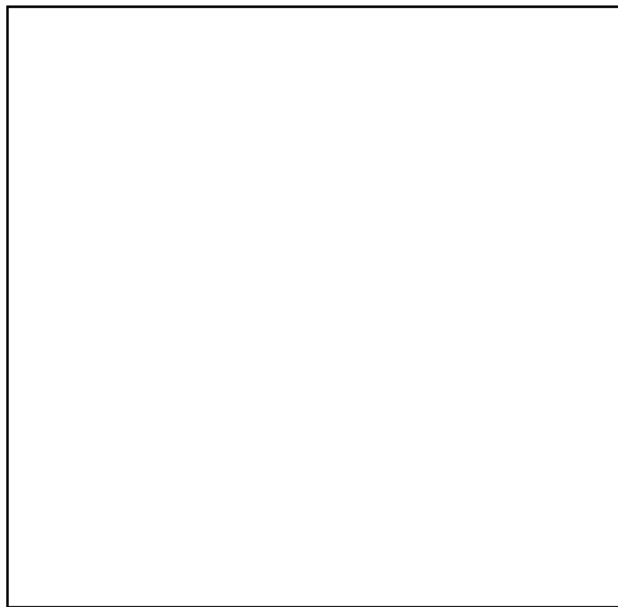
- složení: 64%CO + 36% PPh
- oboulící pletenina
- plošná měrná hmotnost 160 g/m²,
- vzorek pleteniny:



Příloha 4

Vzorek materiálu – pletenina 2

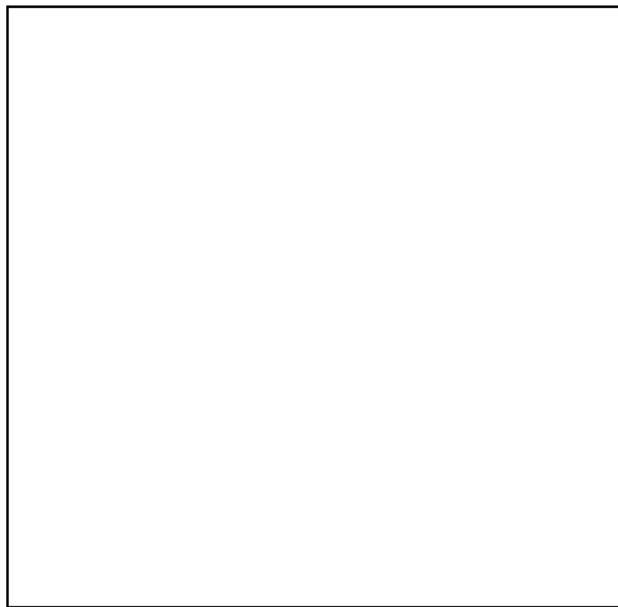
- složení: 56%CO 41% PPh 3%LYCRA
- interloková pletenina
- plošná měrná hmotnost 180 g/m²,
- vzorek pleteniny:



Příloha 5

Vzorek materiálu – tkanina 3

- složení: 60 % WO + 38 % PES + 2 % Elastanu
- elastan obsažen v útku,
- vazba plátňová,
- plošná měrná hmotnost 150 g/m²,
- vzorek tkaniny:



Parametr	vzorek 45°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	21	46	23	0	15,21	3,8
2	20,5	50	25	0,25	0,01	0,0025
3	20,5	54	27	0,25	16,8	4,2
4	21	51	25,5	0	1,21	0,3
5	22	48,5	24,25	1	1,96	0,49
průměr	21	49,9	24,95	1,5	35,19	8,7925

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	0,3	0,54	2,6
Δlš [mm]	7	2,6	5
eš [%]	1,75	1,3	5

Parametr	vzorek 60°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	24	44,8	22,4	1,44	5,56	1,39
2	24	47	23,5	1,44	0,025	0
3	21	49	24,5	3,24	3,38	0,84
4	22	47	23,5	0,64	0,025	0
5	23	48	24	0,04	0,7	0,17
průměr	22,8	47,16	23,58	6,8	9,69	2,4

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	1,36	1,16	5
Δlš [mm]	1,9	1,37	2
eš [%]	0,48	0,69	2,9

Parametr	vzorek 75°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	49	43	21,5	16	1,96	0,25
2	48	45	22,5	9	0,16	0,25
3	43	44	22	4	0,36	0
4	44,5	46	23	0,25	1,96	1
5	41	45	22,5	16	0,16	0,25
průměr	45,1	44,6	22,3	45,25	4,6	1,75

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	9	3	6
Δlš [mm]	0,92	0,95	2
eš [%]	0,35	0,59	2

Parametr	90°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ϵ_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	169	47	23,5	324	1	0,25
2	140	48	24	121	4	1
3	143,6	46	23	64	0,16	0,09
4	162	46	23	121	0,16	0,09
5	143	46	23	64	0,16	0,09
průměr	151,52	46,6	23,3	694	5,48	1,52

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	138	11	7
Δlš [mm]	1,37	1,1	2,5
eš [%]	0,3	0,54	2

Příloha 7

Výpočty experimentu II. – tkanina 2

Parametr	vzorek 0°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	296	48	24	1089	4	1
2	265	46	23	4	0,64	0,81
3	205	46	23	3364	0,64	0,81
4	298	44	22	1225	4	4
5	255	47	23,5	64	1	1
průměr	263,8	46,2	23,1	5746	10,28	7,62

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	1149	33	12
Δl_s [mm]	2	1,4	3
e_s [%]	1,4	1,18	5

Parametr	vzorek 15°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	77	47	23	4	25	9
2	76	58	29	1	36	9
3	74	51	25,5	1	1	1
4	73,7	51,4	25,7	4	1	1
5	75	57	28,5	0,81	25	4
průměr	75,14	52,88	26,34	10,81	88	24

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	2,1	1,4	1
Δl_s [mm]	17,6	4	8
e_s [%]	4,8	2,1	8

Parametr	30°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	46	51	25,5	9	25	9
2	43,5	53	26,5	25	9	4
3	53	63	31,5	16	49	9
4	55	57	28,5	36	1	1
5	47,8	56,5	28,25	4	0,25	0,062
průměr	49,06	56,1	28,05	90	84,25	23,062

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	18	4,2	8
Δl_s [mm]	16,8	4	7
e_s [%]	4,6	2	7

Parametr	vzorek 45°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	37	50	25	25	0,36	0,64
2	27	47	23,5	16	9	4
3	34,4	54	27	9	16	4
4	29	48	24	4	4	1
5	30,6	53	26,5	0,25	9	2,25
průměr	31,6	50,4	25,2	54,25	38,36	11,89

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	10	3	10
Δlš [mm]	7,6	2,7	5
eš [%]	2,3	1,5	6

Parametr	vzorek 60°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	40,6	44	22	0,16	1	0,64
2	40,6	46	23	0,25	0,09	1
3	40	46	23	0,01	0,09	1
4	39	46	23	1	0,09	1
5	40,6	46,5	23,25	0,25	2,25	2,25
průměr	40,16	45,7	22,85	1,67	3,52	5,89

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	0,32	0,56	1
Δlš [mm]	0,7	0,83	1
eš [%]	1,1	1	4,6

Parametr	vzorek 75°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	183	43	21,5	361	1	0,25
2	156	47	23,5	64	9	2,25
3	171	45	22,5	49	1	0,25
4	151	42	21	13	4	1
5	163	45	22,5	1	0,36	0,09
průměr	164,8	44,4	22,2	488	15,36	3,84

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	97	9,8	6
Δlš [mm]	3	1,7	3
eš [%]	0,76	0,87	3,9

Parametr	90°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ϵ_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(\epsilon_i - \bar{\epsilon})^2$
1	613	48	24	625	4	1
2	609	46	23	441	0,16	0,49
3	602	43	21,5	196	9	4
4	570	48	24	324	4	1
5	550	48	24	144	4	1
průměr	588,8	46,6	23,3	1730	21,16	7,49

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	346	18	3
Δl_s [mm]	4,2	2	4
ϵ_s [%]	1,4	1,18	5

Příloha 8

Výpočty experimentu III. – pletenina 1

Parametr	vzorek 0°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	18	115	57,5	0,0144	81	16
2	18	76	38	0,0144	900	25
3	18	106	53	0,0144	0,36	0,64
4	18	109	54,5	0,0144	9	0,25
5	18,6	126	63	0,2304	400	100
průměr	18,12	106,4	53,2	0,288	1390,36	141,89

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	0,057	0,23	1
Δl_s [mm]	278	16	15
e_s [%]	28	5	9

Parametr	vzorek 15°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	25	112	56	4	36	9
2	22	98,5	49,25	1	64	16
3	22	90	45	1	256	64
4	25,8	120	60	4	196	49
5	25	112,5	56,25	4	36	9
průměr	23,96	106,6	53,3	14	588	147

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	2,8	1,6	7
Δl_s [mm]	117	10	10
e_s [%]	29,4	5,4	10

Parametr	vzorek 30°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	25,8	64	32	0,04	576	144
2	25	103	51,5	1	225	7,5
3	25	105	52,5	1	17	8,5
4	29	86	43	25	4	4
5	18	84	42	36	16	16
průměr	24,56	88,4	44,2	63,04	838	180

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	12,6	3,5	14
Δl_s [mm]	167	12,9	14
e_s [%]	36	6	13

Parametr	vzorek 45°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	30,6	89	44,5	16	9	16
2	30,6	109,5	54,75	16	289	196
3	23	77	38,5	9	225	56,25
4	25	93	46,5	1	1	0,25
5	25	93,5	46,75	1	1	0,25
průměr	26,84	92,4	46,2	43	525	268,75

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	8,6	2,9	11
Δlš [mm]	105	10	11
eš [%]	53	7,2	15

Parametr	vzorek 60°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	37	103	51,5	36	169	30
2	30	92	46	1	4	1
3	31,5	78	39	0,25	144	36
4	30,6	86	43	0,16	16	4
5	30	92,5	46,25	1	4	1
průměr	31,82	90,3	45,15	38,41	337	72

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	7,6	2,7	8
Δlš [mm]	67	8	9
eš [%]	14	3,7	8

Parametr	vzorek 75°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	29	73,5	36,75	9	0	0,01
2	33	78	39	1	25	9
3	30	72	36	4	1	0,42
4	35	69	34,5	9	16	4
5	33	74	37	1	1	1
průměr	32	73,3	36,65	24	43	14,43

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	4,8	2	6
Δlš [mm]	8,6	2,9	4
eš [%]	2,8	1,6	4

Parametr	vzorek 90°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ϵ_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(\epsilon_i - \bar{\epsilon})^2$
1	32,5	81	40,5	4	9	2,25
2	35	74	37	1	16	4
3	37	87	43,5	9	81	16
4	35	79	39,5	0,09	1	0,16
5	34	70	35	0,09	64	16
průměr	34,7	78,2	39,1	14,18	171	38,41

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	2,8	1,6	4
Δl_s [mm]	34	5,8	7
ϵ_s [%]	7,6	2,7	7

Příloha 9

Výpočty experimentu IV. – pletenina 2

Parametr	vzorek 0°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	25,8	94	47	0,04	4	1
2	26,8	83	41,5	1	1	25
3	22	94	47	9	4	1
4	24	81	40,5	1	81	0,25
5	27	108	54	4	256	16
průměr	25,12	92	46	15,04	346	43,25

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	3	1,7	6
Δl_s [mm]	69	8,3	9
e_s [%]	8,6	2,9	6

Parametr	vzorek 15°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	25	78	39	1	484	121
2	26	104,5	52,25	0,64	16	4
3	28	103	51,5	4	9	1
4	27	112,5	56,25	1	144	36
5	28	106	53	4	36	9
průměr	26,8	100,8	50,4	10,64	689	171

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	2	1,4	5
Δl_s [mm]	20	4,4	4
e_s [%]	10	3,1	6

Parametr	vzorek 30°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	29	73,5	36,75	4	49	16
2	27	68	34	0,36	484	36
3	26	73	36,5	1	49	16
4	28	91	45,5	1	121	25
5	27	99	49,5	0,36	361	81
průměr	27,4	80,9	40,45	6,72	1064	174

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	1,3	1,1	4
Δl_s [mm]	212	14,5	18
e_s [%]	34	5,8	14

Parametr	vzorek 45°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	28	68	34	9	25	4
2	25	78	39	0,16	25	9
3	23	66	33	4	49	9
4	27	79,5	39,75	4	4	9
5	25	76	38	0,16	9	4
průměr	25,6	73,5	36,75	17,32	112	35

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	3,4	1,8	7
Δlš [mm]	22	4,6	6
eš [%]	7	2,6	7

Parametr	vzorek 60°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	28	57	28,5	9	9	6,25
2	27	73	36,5	4	100	25
3	26	54	27	1	81	16
4	26	65	32,5	1	4	1
5	22	68	34	9	25	9
průměr	25,8	63,4	31,7	24	219	57,25

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	4,8	2,1	8
Δlš [mm]	43	6,5	10
eš [%]	11	3,3	10

Parametr	vzorek 75°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	38	61	30,5	0,04	1	0,04
2	37	57	28,5	1	9	4
3	45	65	32,5	49	25	4
4	36	60	30	4	0,16	0,49
5	38	60	30	0,04	0,16	0,49
průměr	38,8	60,6	30,3	54,08	35,32	9,02

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	10,8	3,2	8
Δlš [mm]	7	2,6	4
eš [%]	1,8	1,3	4

Parametr	vzorek 90°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ϵ_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(\epsilon_i - \bar{\epsilon})^2$
1	54	64	32	36	9	1
2	51	74	37	9	49	16
3	48	69	34,5	0,49	4	1
4	44,5	62	31	16	25	4
5	44	70	35	16	9	4
průměr	48,3	67,8	33,9	77,49	96	26

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	15,4	3,9	8
Δl_s [mm]	19,2	4,3	6
ϵ_s [%]	5,2	2,2	6

Příloha 10

Výpočty experimentu V. – tkanina 3

Parametr	vzorek 0°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	217	58	29	0,64	25	9
2	241	52	26	576	1	0,4
3	225	56	28	64	9	4
4	198	50	25	361	9	1
5	205	52	26	144	1	0,64
průměr	217,2	53,6	26,8	1145,64	45	15,04

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	229	15	6
Δl_s [mm]	9	3	5
e_s [%]	3	1,7	6

Parametr	vzorek 15°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	133	78	39	476	49	9
2	215	83	41,5	169	4	0,25
3	221	94	47	361	81	25
4	213	84	42	121	1	0,09
5	229	88	44	729	9	4
průměr	202,2	85,4	42,7	1856	144	38,34

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	371	19	9
Δl_s [mm]	28	5	6
e_s [%]	7	2,6	6

Parametr	vzorek 30°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ε_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	243	94	47	9	4	1
2	226	86	43	400	100	25
3	254	94	47	64	4	1
4	270	118	59	576	484	121
5	240	90	45	36	36	9
průměr	246,6	96,4	48,2	1085	628	157

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	217	14	5
Δl_s [mm]	125	11	11
e_s [%]	31	5,5	11

Parametr	vzorek 45°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	e_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	212	99	49,5	256	49	9
2	227	100	50	1	64	16
3	232	87	43,5	16	25	4
4	253	92	46	625	0,36	0,64
5	219	84	42	81	64	16
průměr	228,6	92,4	46,2	979	202,36	45,64

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	195	13,9	6
Δlš [mm]	40	6	6
eš [%]	9	3	6

Parametr	vzorek 60°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	e_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	244	86	43	25	36	9
2	225	74	37	576	36	9
3	278	85	42,5	841	25	4
4	244	78	39	25	4	1
5	255	81	40,4	36	1	0
průměr	249,2	80,8	40,38	1503	102	23

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	300	17	6
Δlš [mm]	20	4,4	5
eš [%]	4,6	2	5

Parametr	vzorek 75°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	e_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(e_i - \bar{e})^2$
1	256,6	80	40	441	4	1
2	224,6	81	40,5	49	9	0,25
3	193	76	38	576	4	1
4	193	76	38	576	4	1
5	220	79	39,5	9	1	0,09
průměr	217,44	78,4	39,2	1651	22	3,34

odchylky	s^2	s	v (%)
Fš [N]	330	18	8
Δlš [mm]	4,4	2	2
eš [%]	0,66	0,81	2

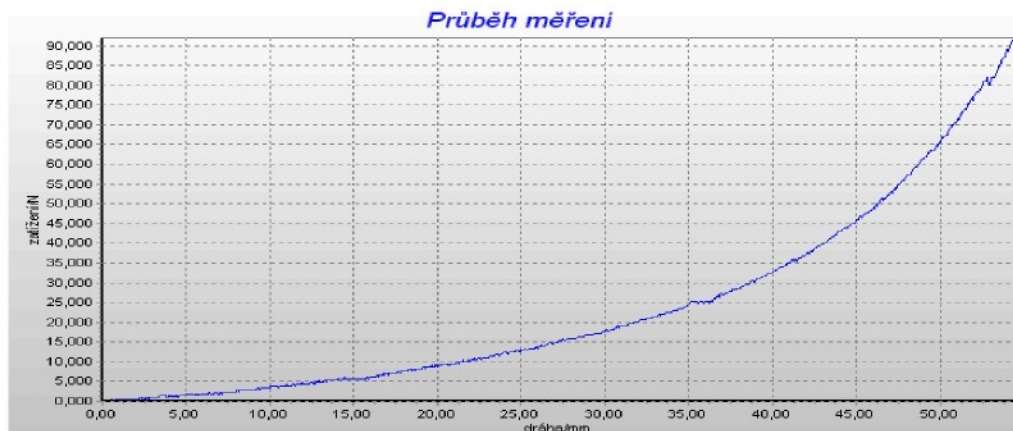
Parametr	vzorek 90°					
Vzorek č.	F_s [N]	Δl_s [mm]	ϵ_s [%]	$(F_i - \bar{F})^2$	$(\Delta l_i - \bar{\Delta l})^2$	$(\epsilon_i - \bar{\epsilon})^2$
1	233	50	25	289	100	25
2	253	45	22,5	1369	25	4
3	160	48	24	3136	64	16
4	228	34	18,5	144	36	2,25
5	207	26	13	81	196	49
průměr	216,2	40,6	20,6	5019	421	96,25

odchylky	s^2	s	v (%)
F_s [N]	1003	31	14
Δl_s [mm]	84	9	22
ϵ_s [%]	19	4	21

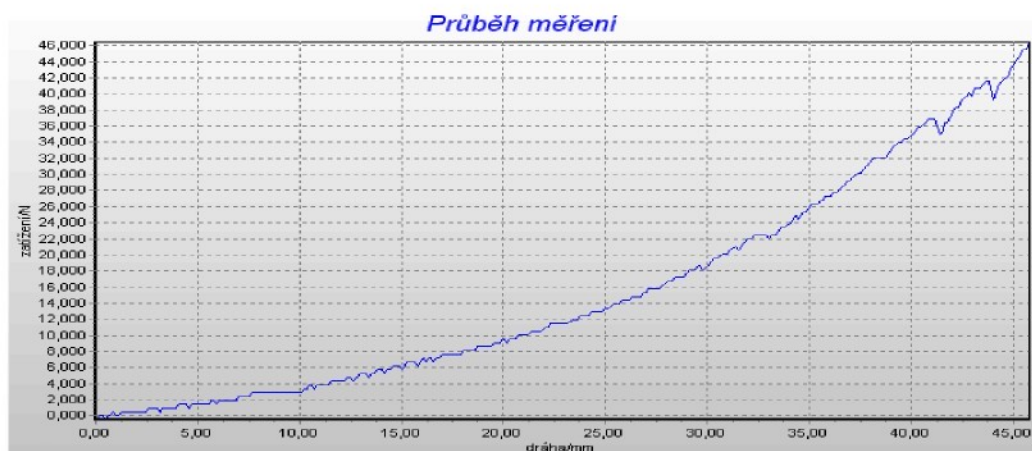
Příloha 11

Grafické znázornění zkoušky podélném roztažnosti švu – tkanina 1

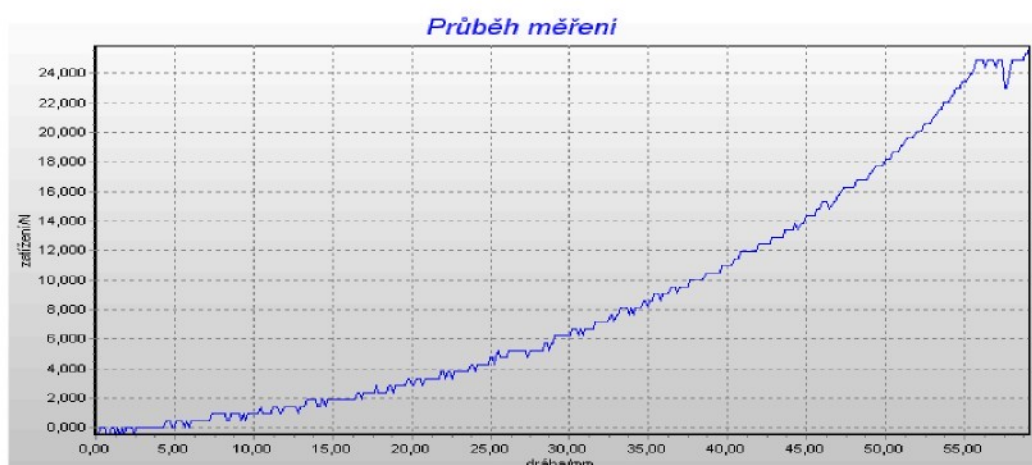
Vzorek tkaniny v úhlu 0°



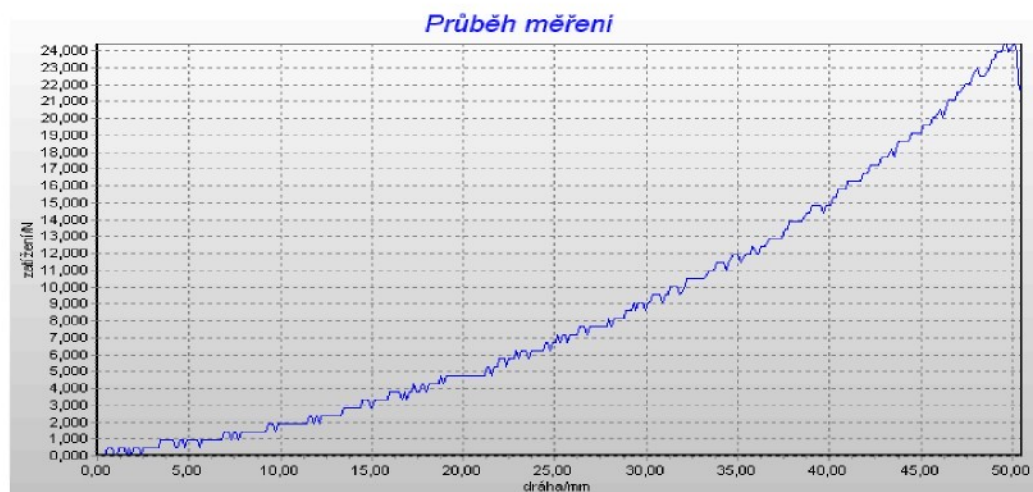
Vzorek tkaniny v úhlu 15°



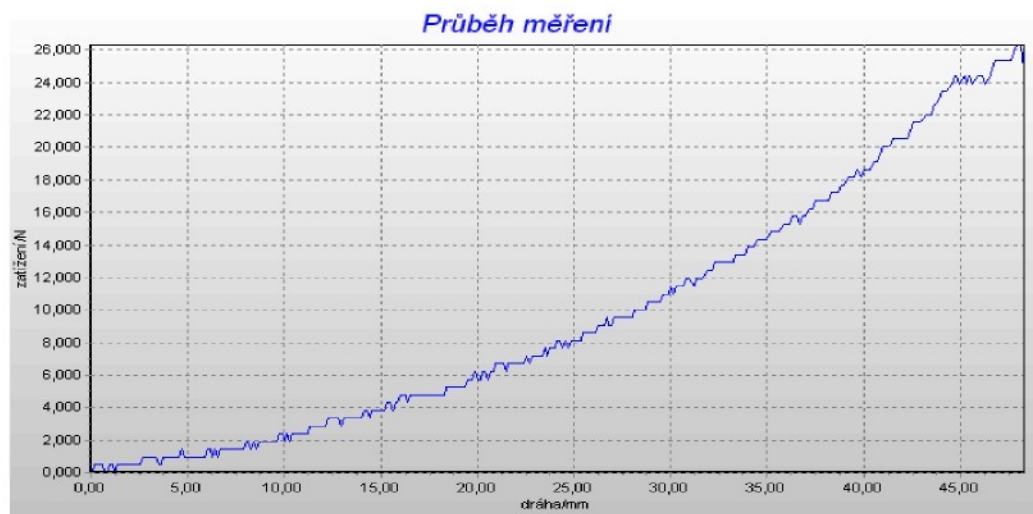
Vzorek tkaniny v úhlu 30°



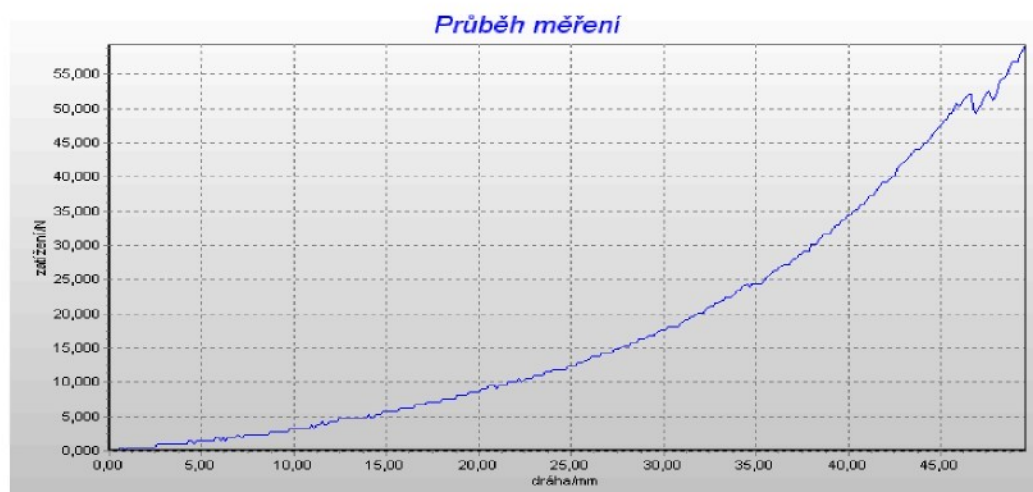
Vzorek tkaniny v úhlu 45°



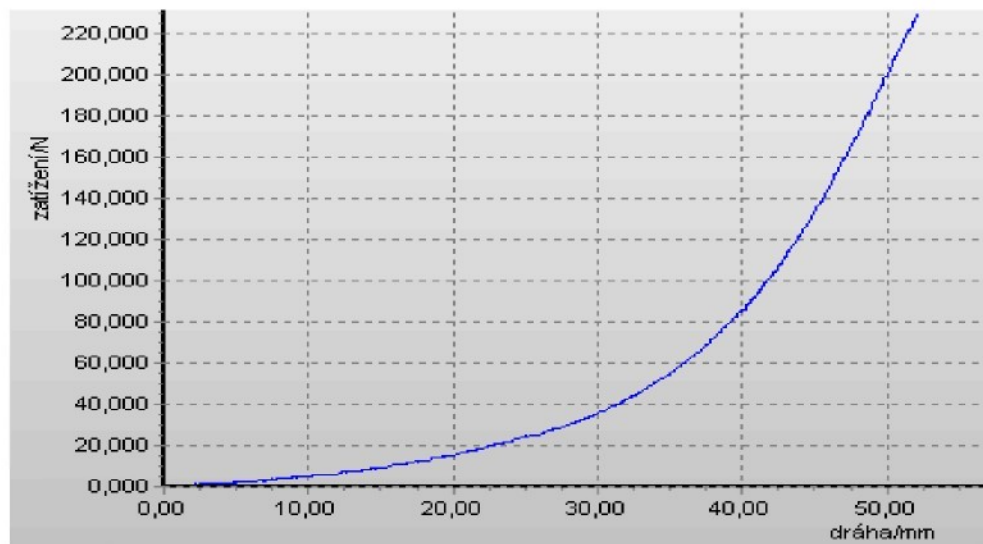
Vzorek tkaniny v úhlu 60°



Vzorek tkaniny v úhlu 75°



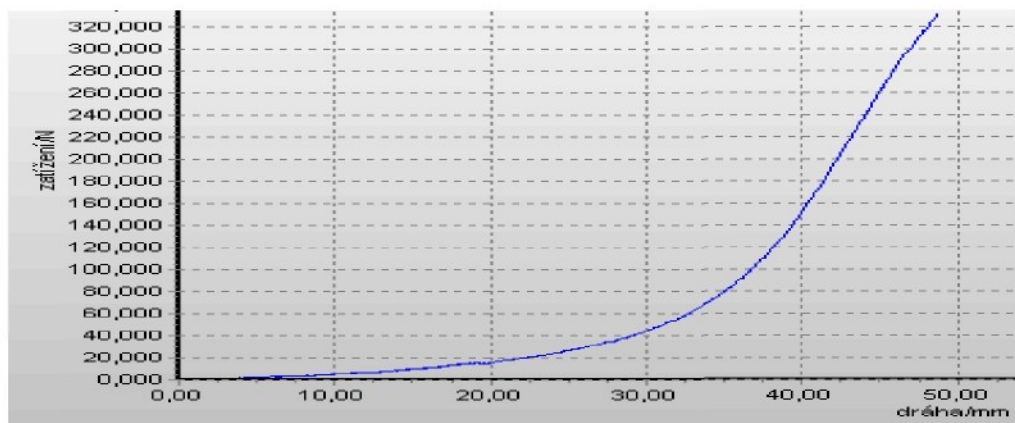
Vzorek tkaniny v úhlu 90°



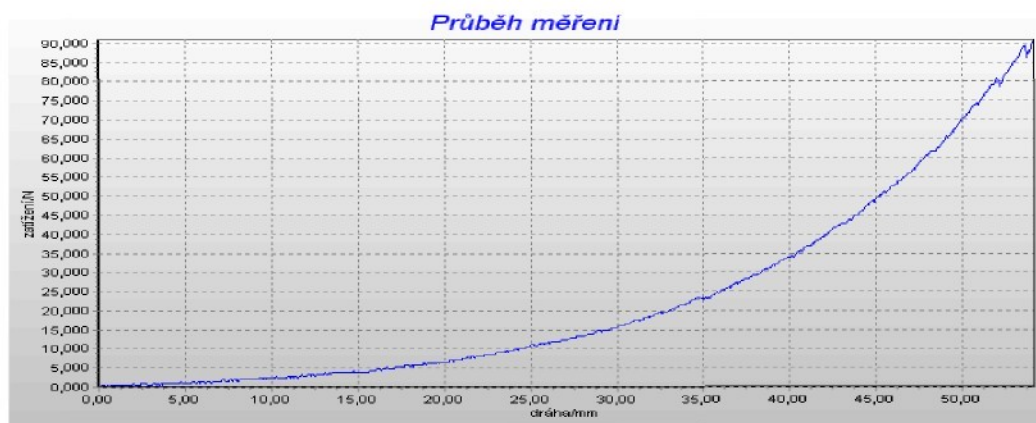
Příloha 12

Grafické znázornění zkoušky podélné roztažnosti švu – tkanina 2

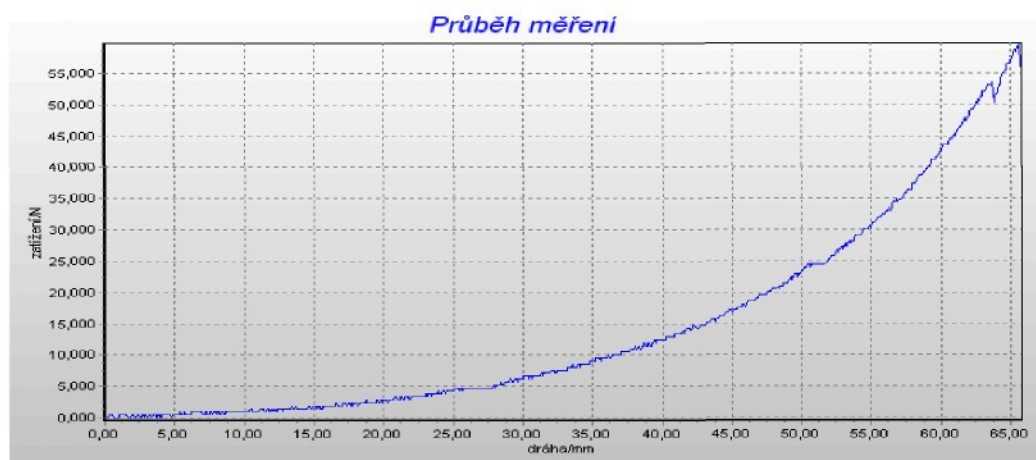
Vzorek tkaniny v úhlu 0°



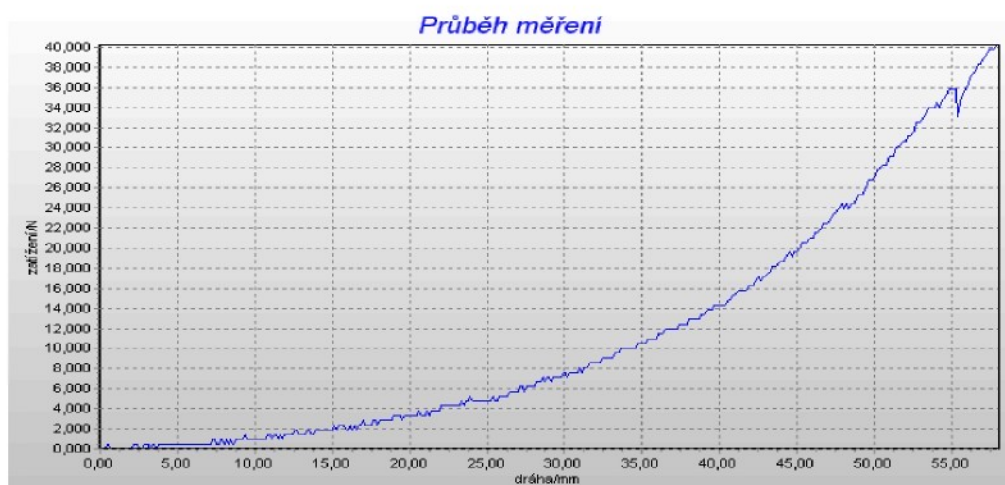
Vzorek tkaniny v úhlu 15°



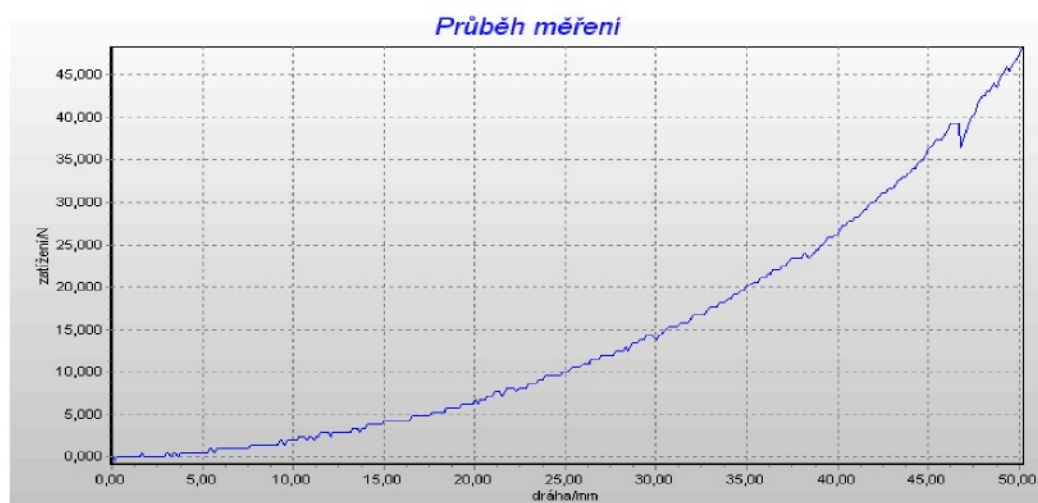
Vzorek tkaniny v úhlu 30°



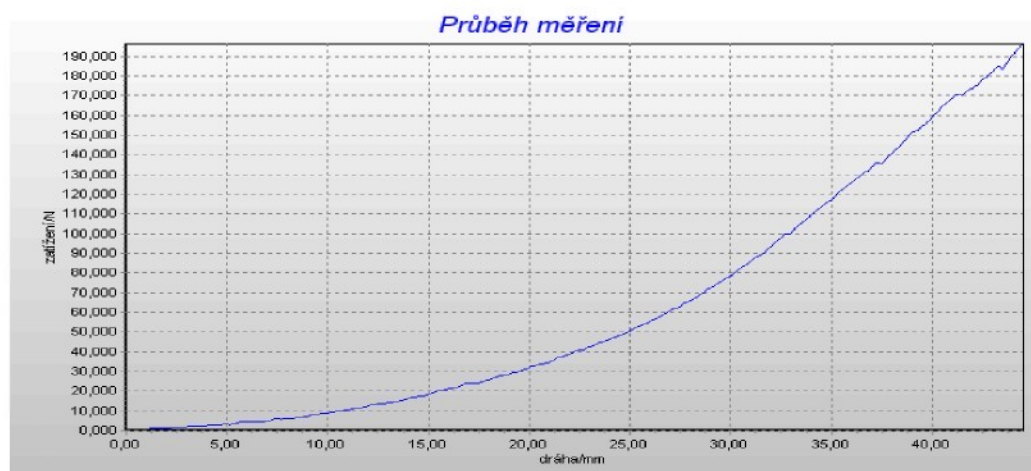
Vzorek tkaniny v úhlu 45°



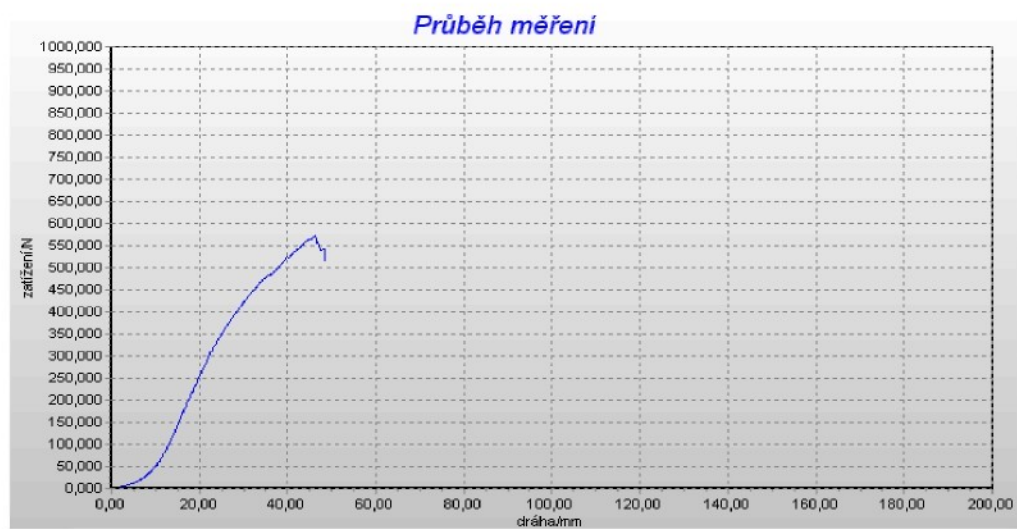
Vzorek tkaniny v úhlu 60°



Vzorek tkaniny v úhlu 75°



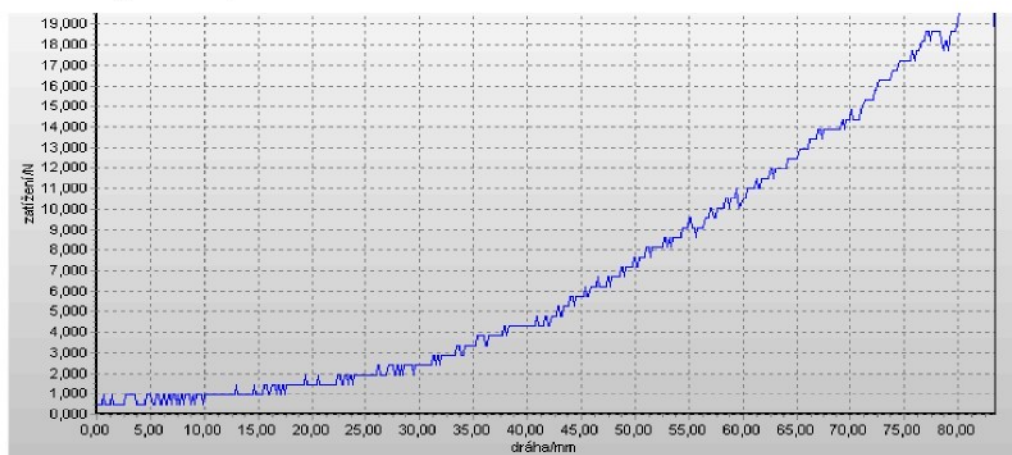
Vzorek tkaniny v úhlu 90°



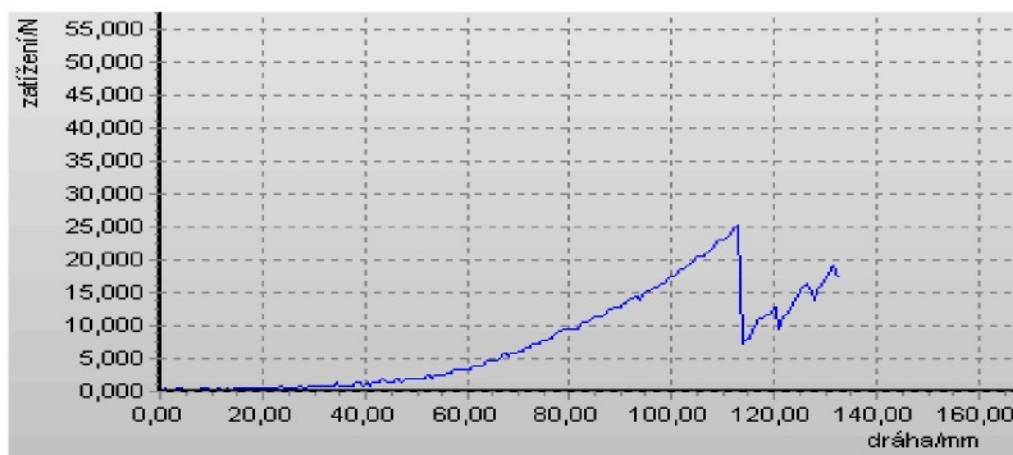
Příloha 13

Grafické znázornění zkoušky podélné roztažnosti švu – pletenina 1

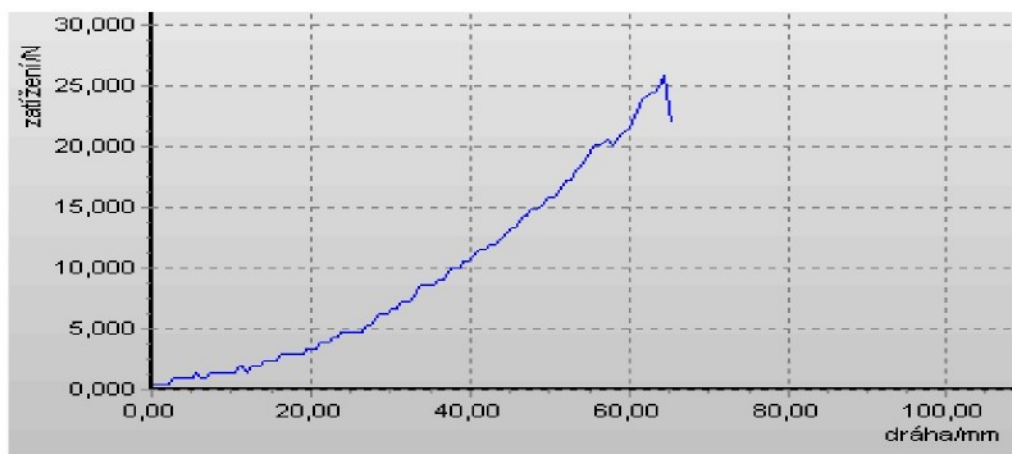
Vzorek pleteniny v úhlu 0°



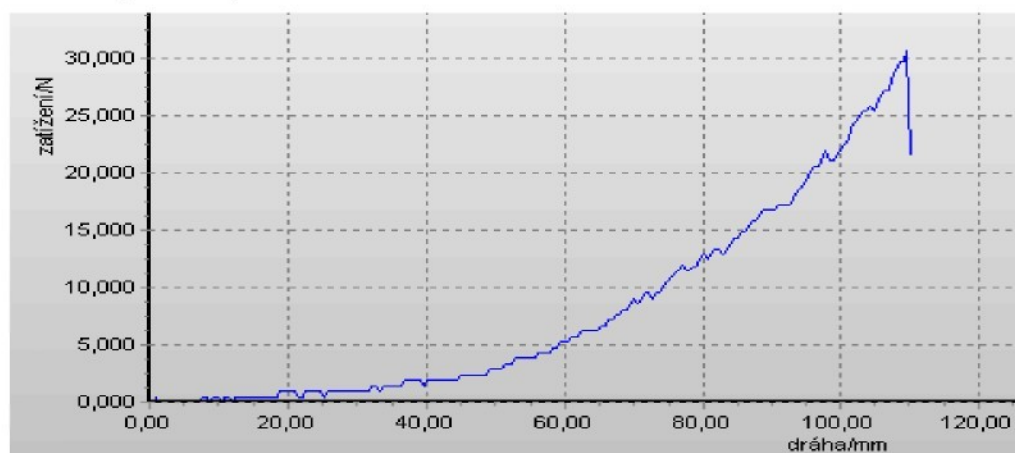
Vzorek pleteniny v úhlu 15°



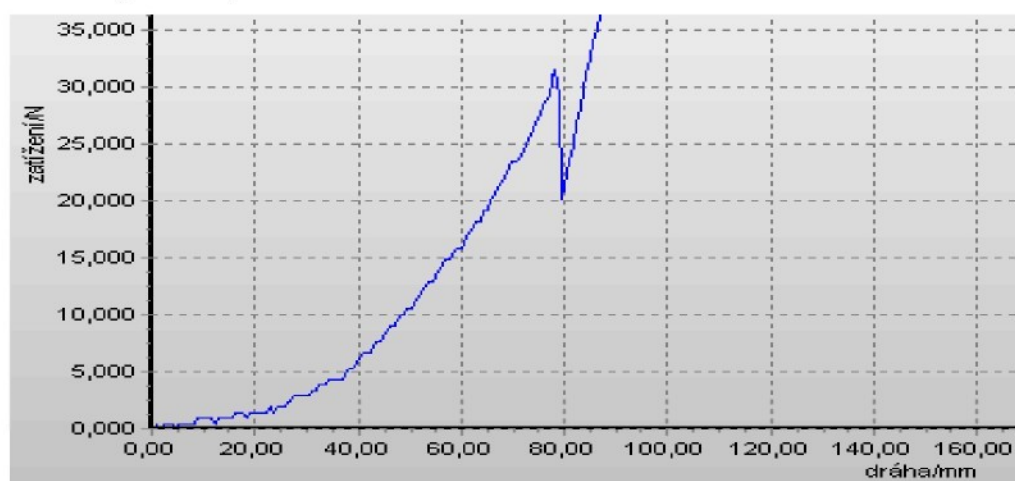
Vzorek pleteniny v úhlu 30°



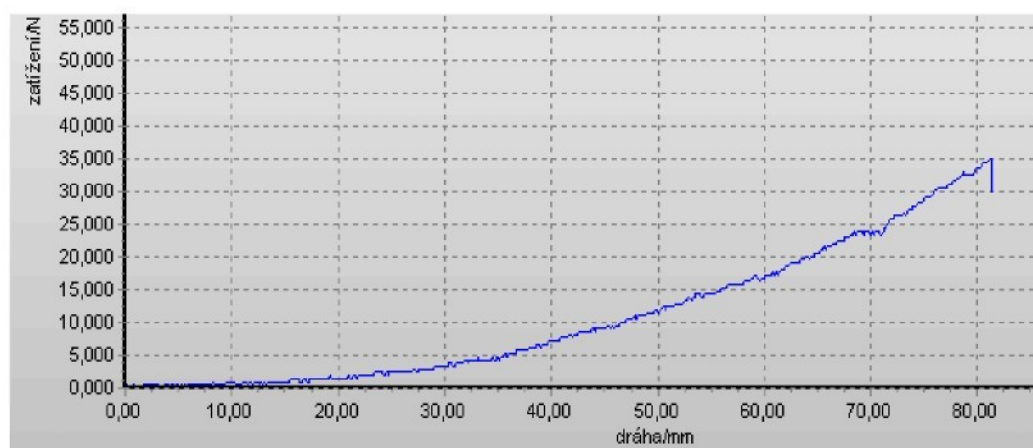
Vzorek pleteniny v úhlu 45°



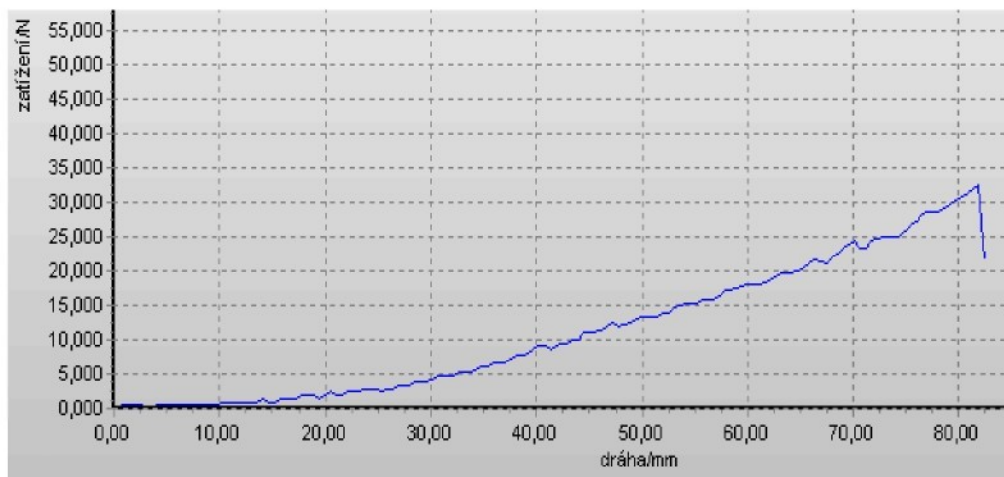
Vzorek pleteniny v úhlu 60°



Vzorek pleteniny v úhlu 75°



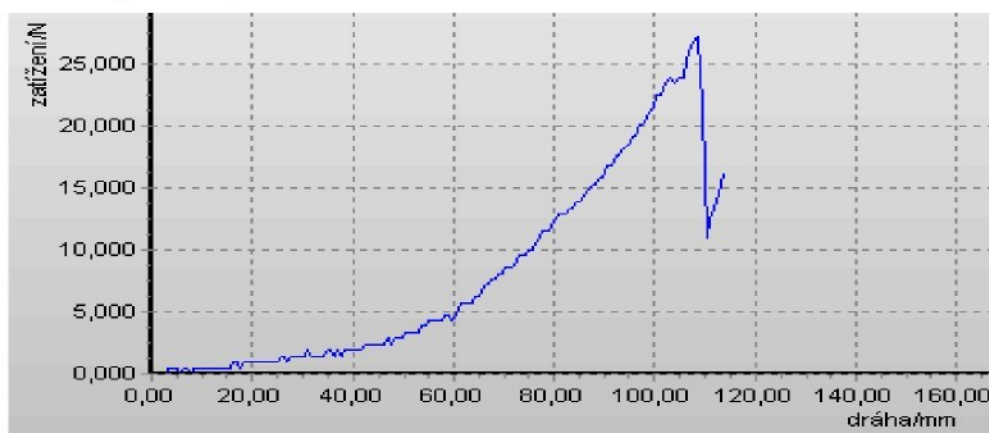
Vzorek pleteniny v úhlu 90°



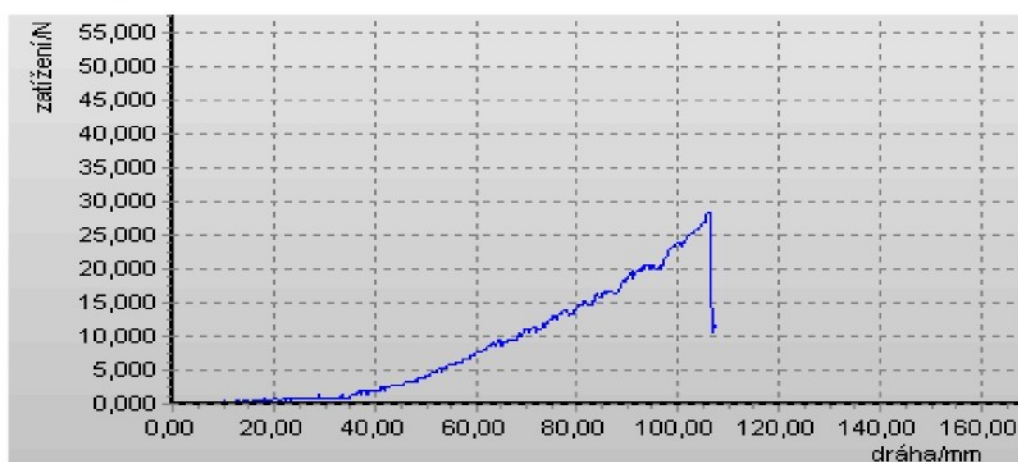
Příloha 14

Grafické znázornění zkoušky podélné roztažnosti švu – pletenina 2

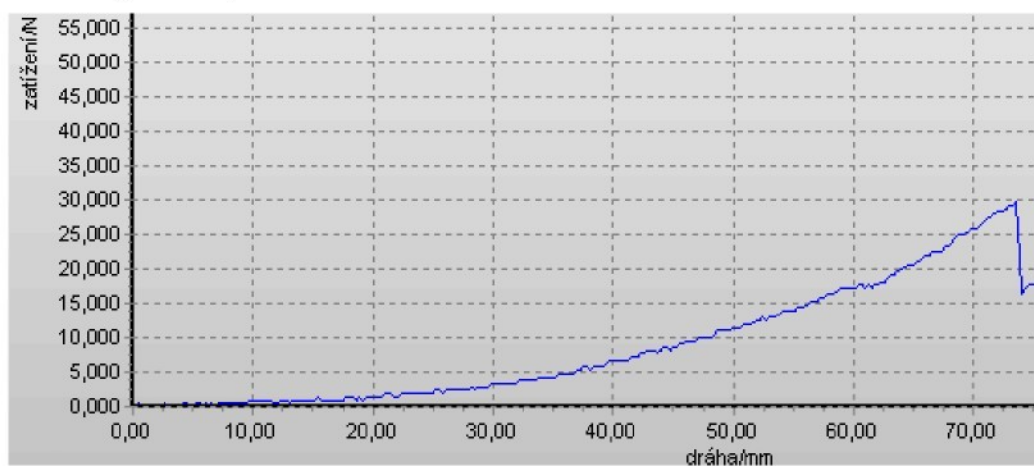
Vzorek pleteniny v úhlu 0°



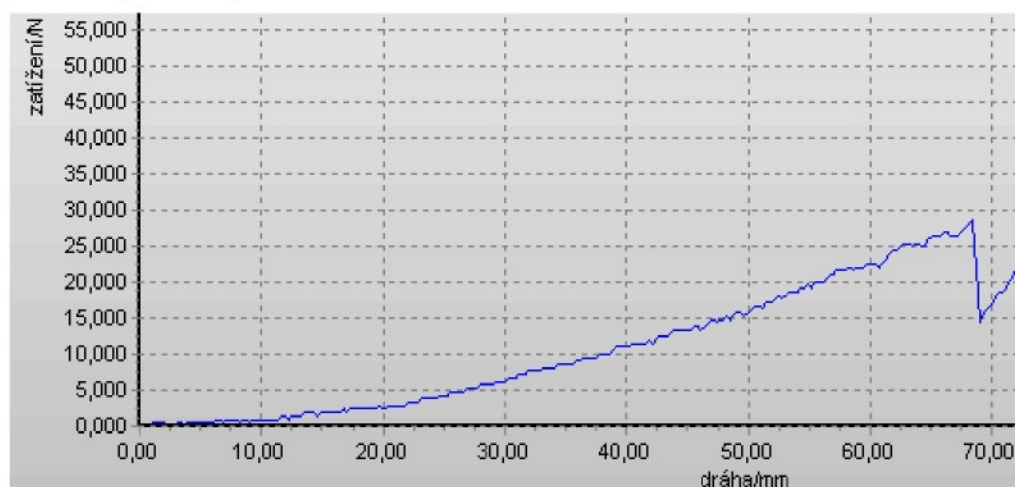
Vzorek pleteniny v úhlu 15°



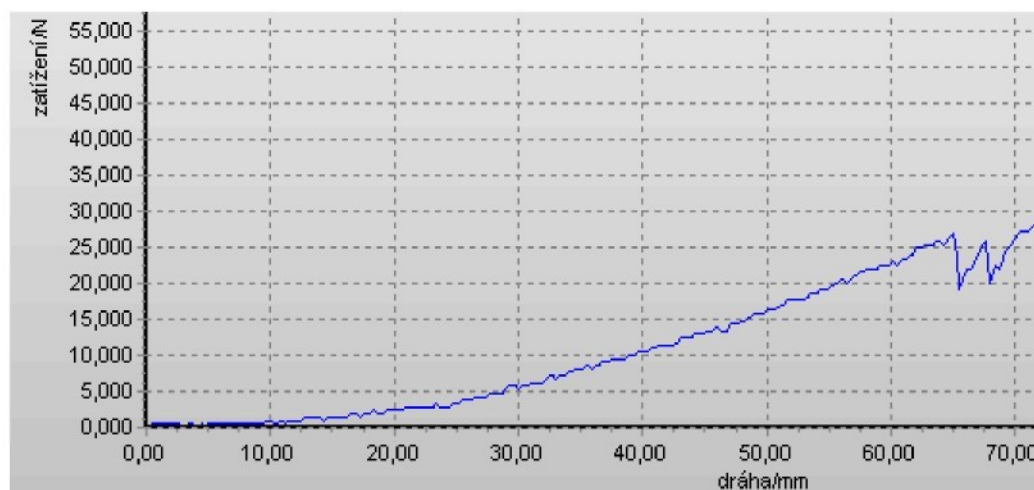
Vzorek pleteniny v úhlu 30°



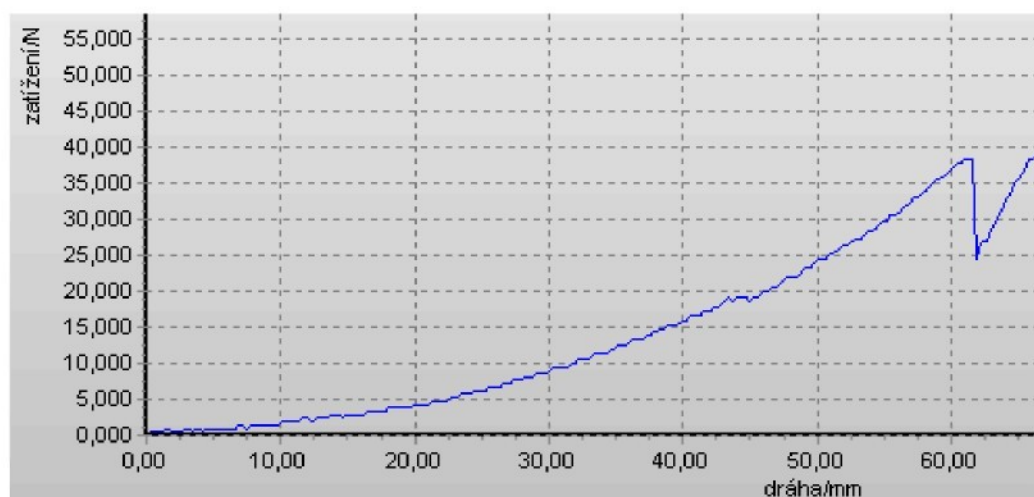
Vzorek pleteniny v úhlu 45°



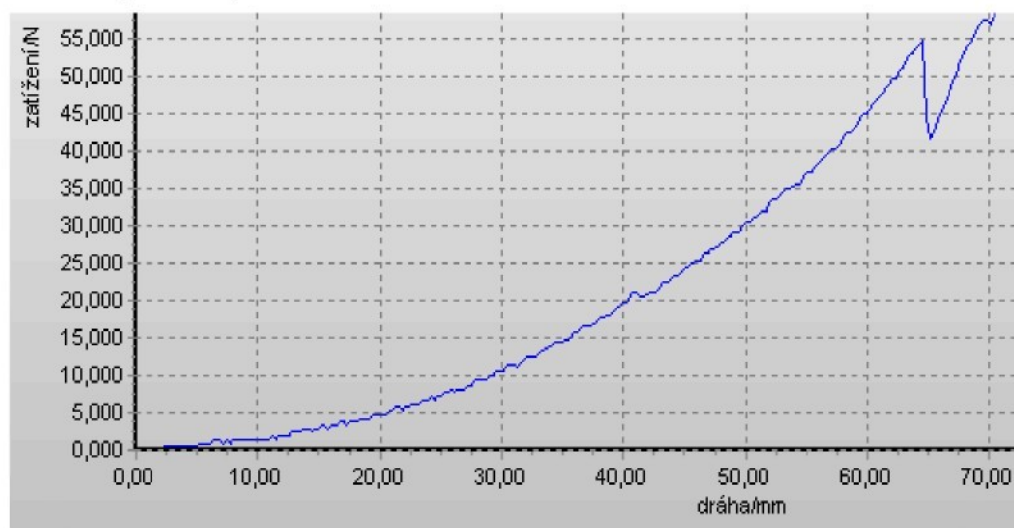
Vzorek pleteniny v úhlu 60°



Vzorek pleteniny v úhlu 75°



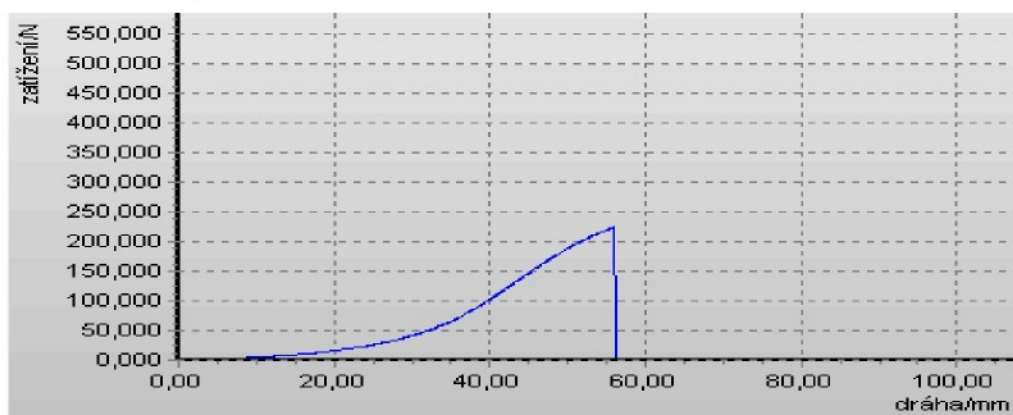
Vzorek pleteniny v úhlu 90°



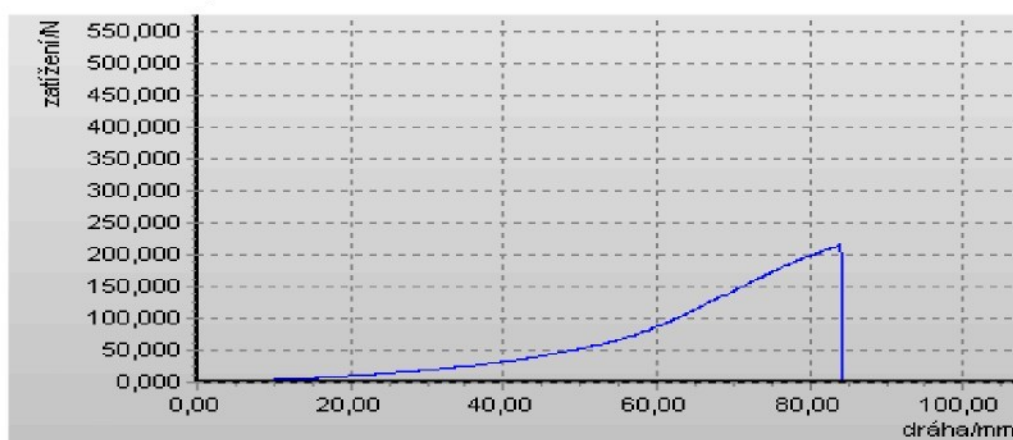
Příloha 15

Grafické znázornění zkoušky příčné pevnosti švu – tkanina 3

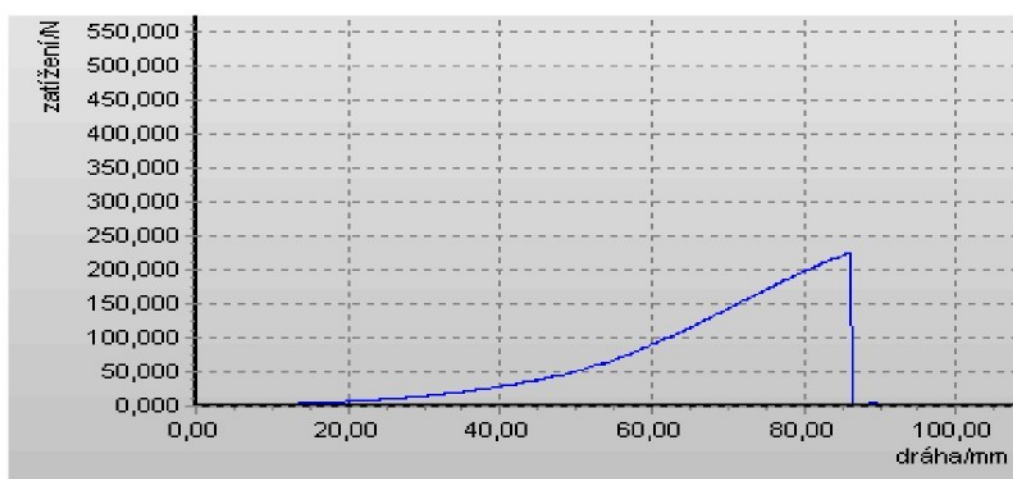
Vzorek tkaniny v úhlu 0°



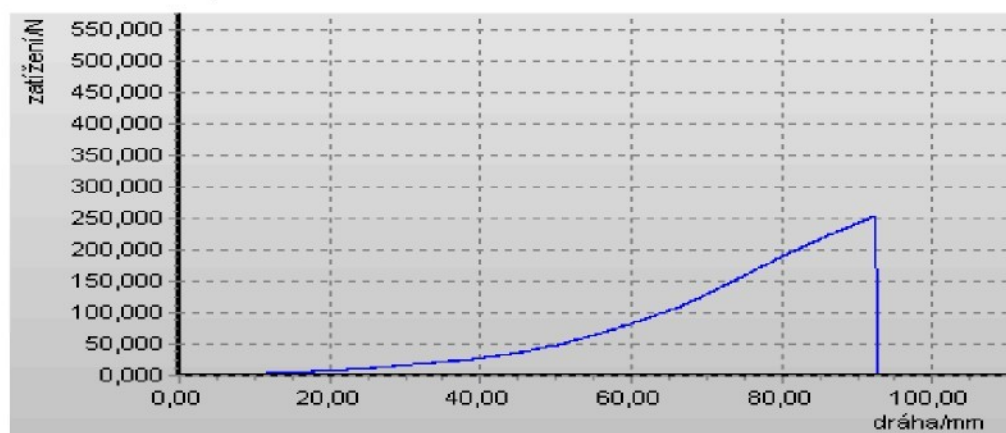
Vzorek tkaniny v úhlu 15°



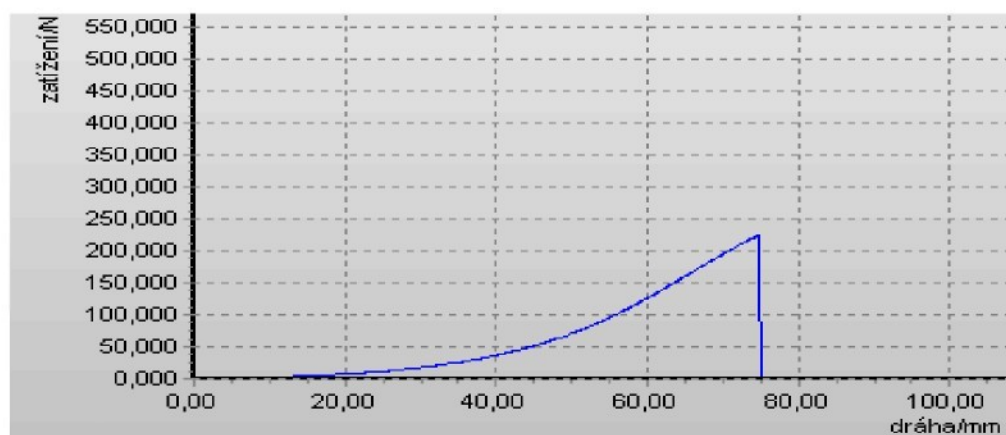
Vzorek tkaniny v úhlu 30°



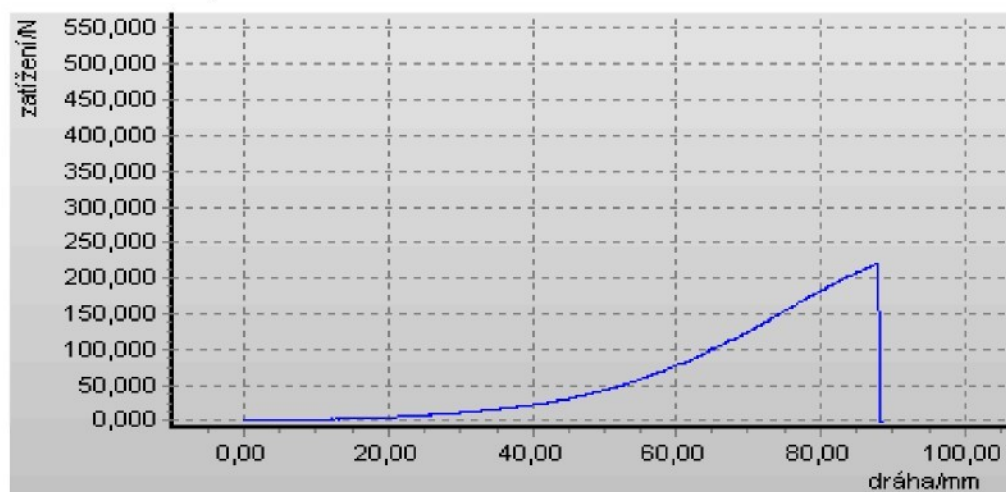
Vzorek tkaniny v úhlu 45°



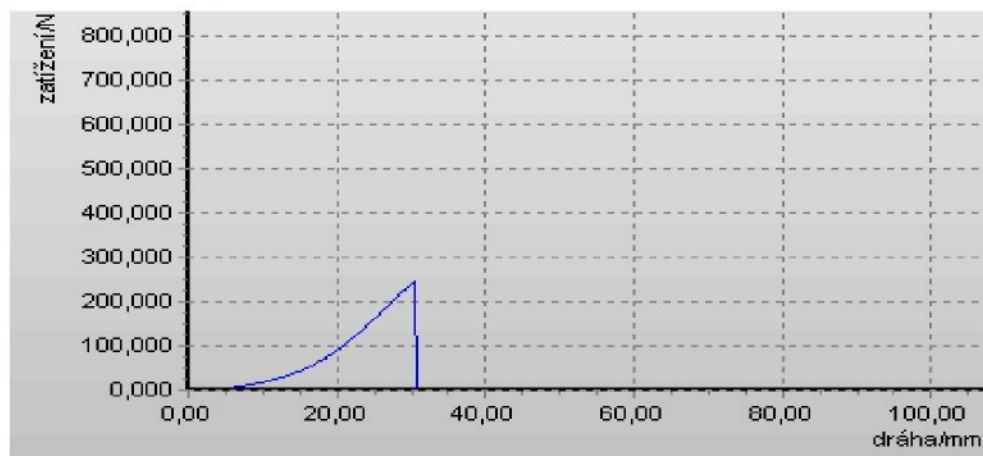
Vzorek tkaniny v úhlu 60°



Vzorek tkaniny v úhlu 75°



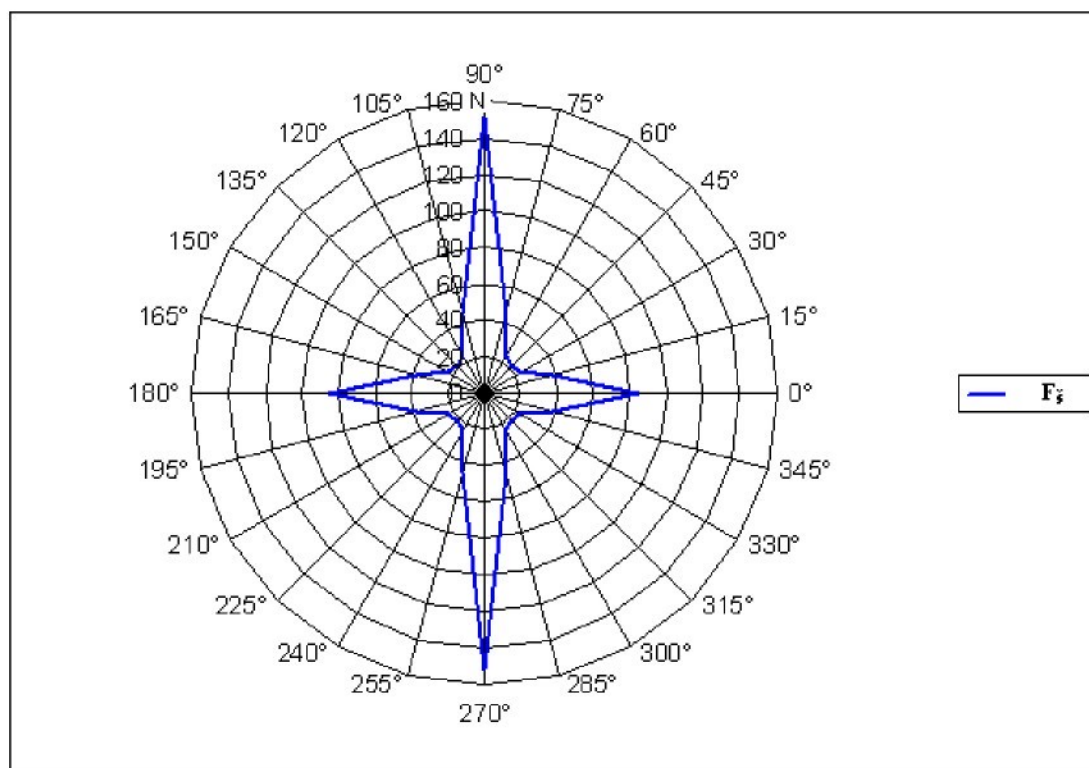
Vzorek tkaniny v úhlu 90°



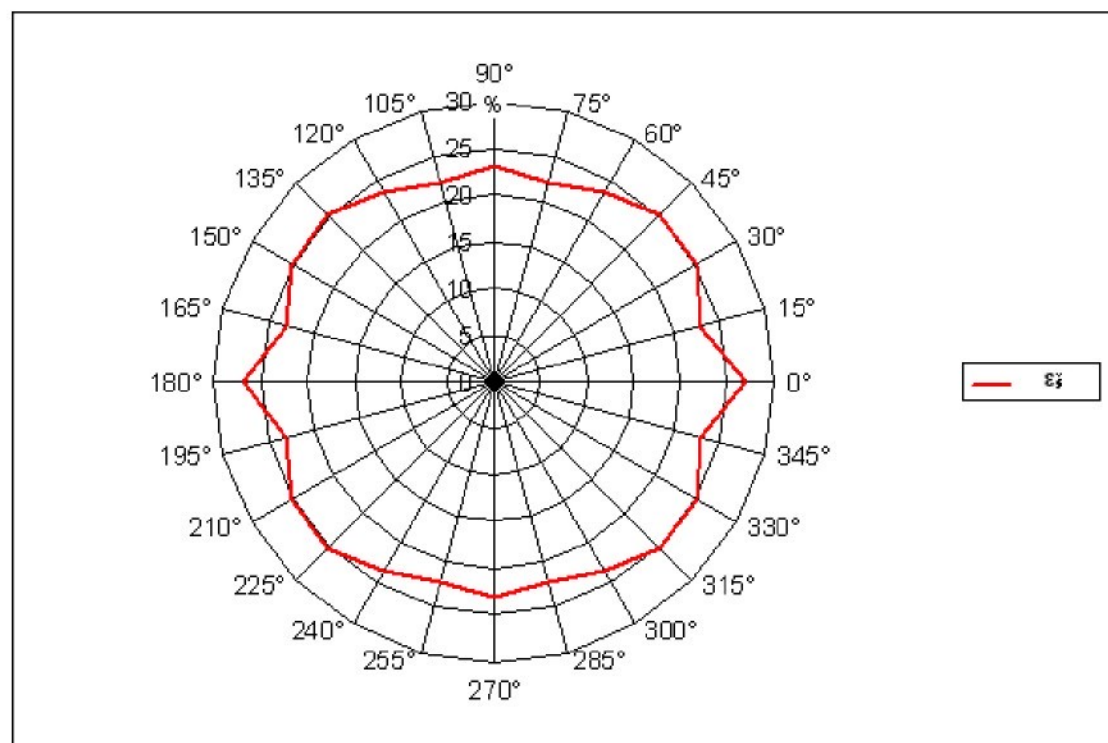
Příloha 16

Polární diagramy zkoušky podélné roztažnosti švu

Znázornění průměrných hodnot F_s a ϵ_s Tkaniny 1

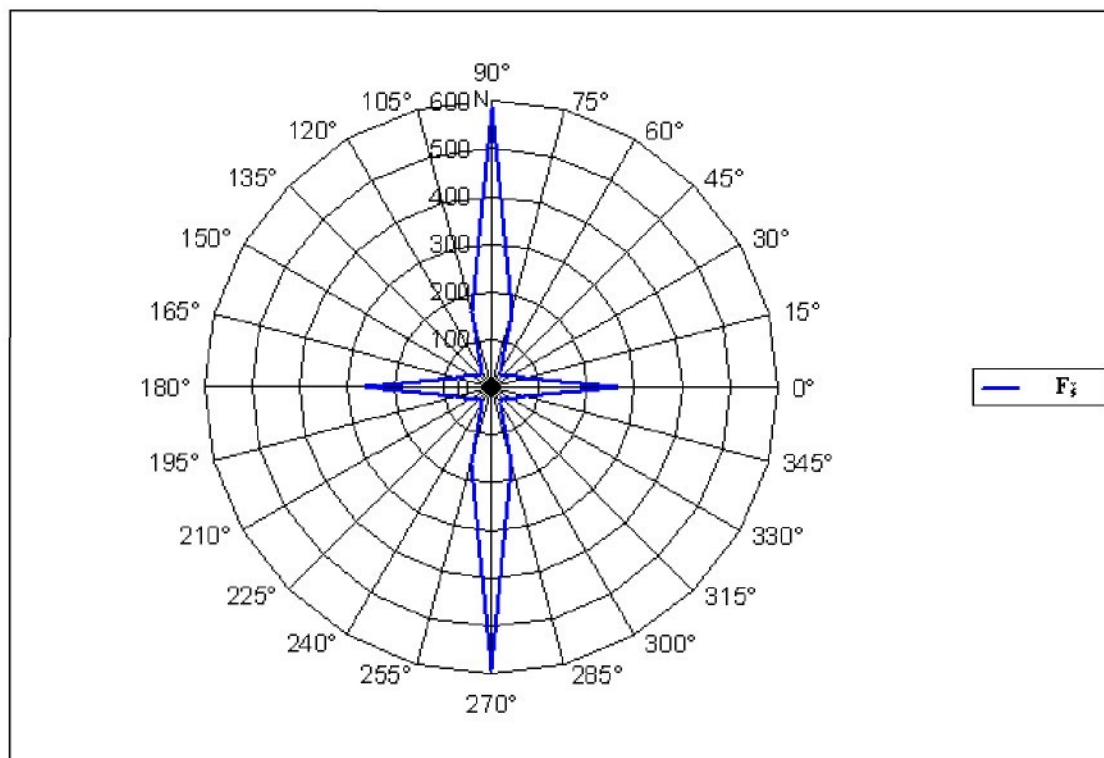


Zobrazovací modul: F_s 1mm = 1 N

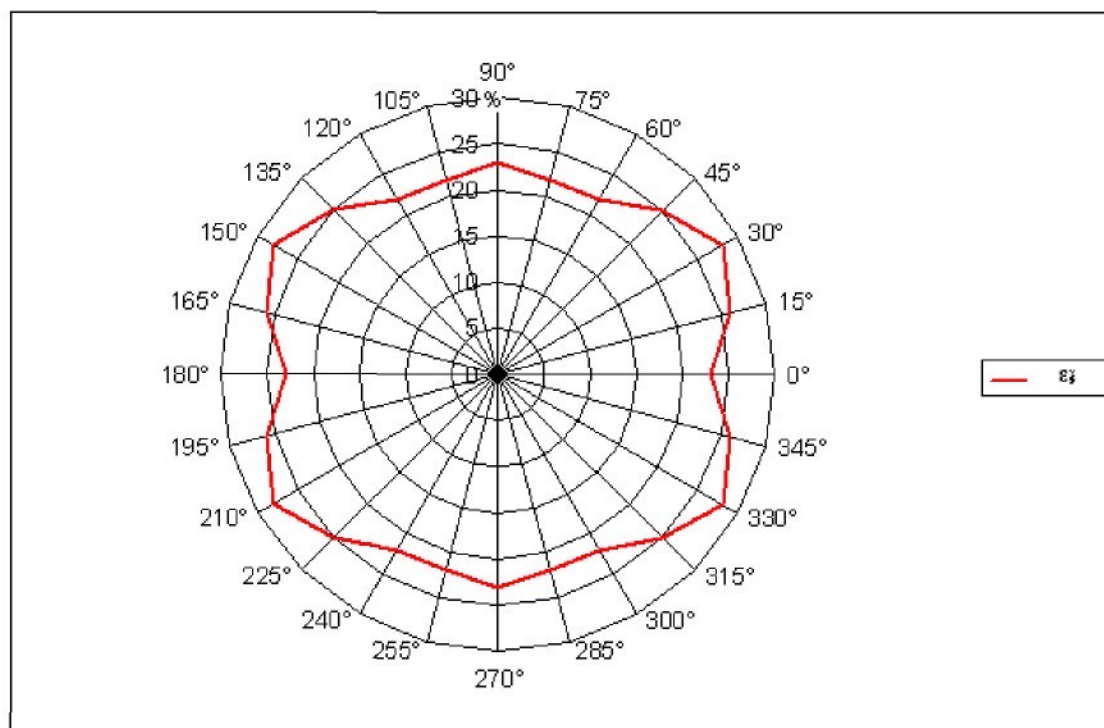


Zobrazovací modul: ϵ_s 1mm = 1 %

Znázornění průměrných hodnot F_s a ϵ_s Tkaniny 2

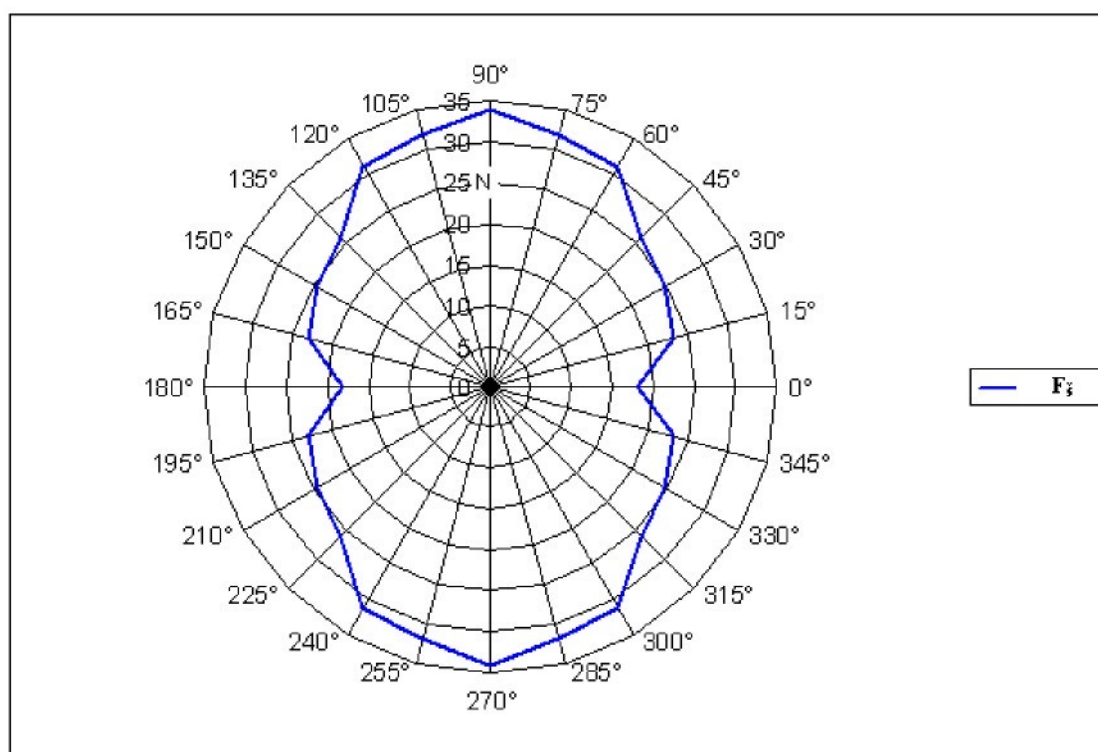


Zobrazovací modul: F_s 1mm = 1 N

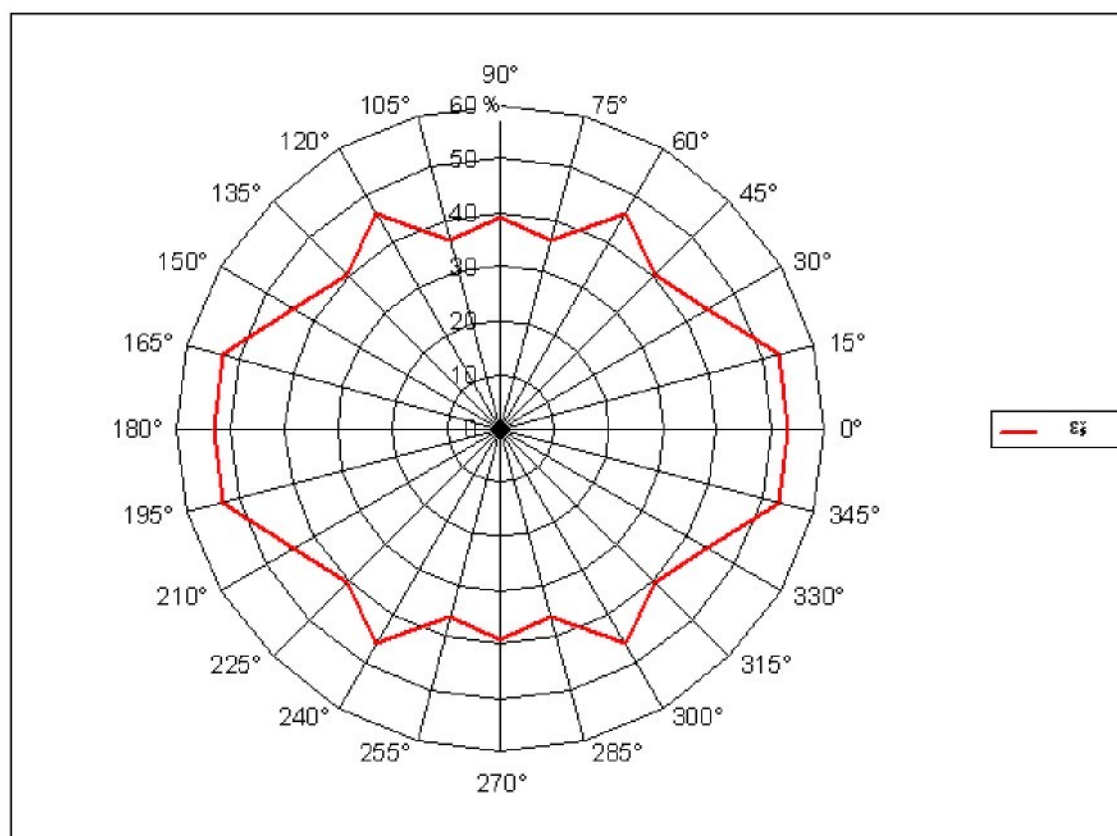


Zobrazovací modul: ϵ_s 1mm = 1 %

Znázornění průměrných hodnot F_s a ϵ_s Pleteniny 1

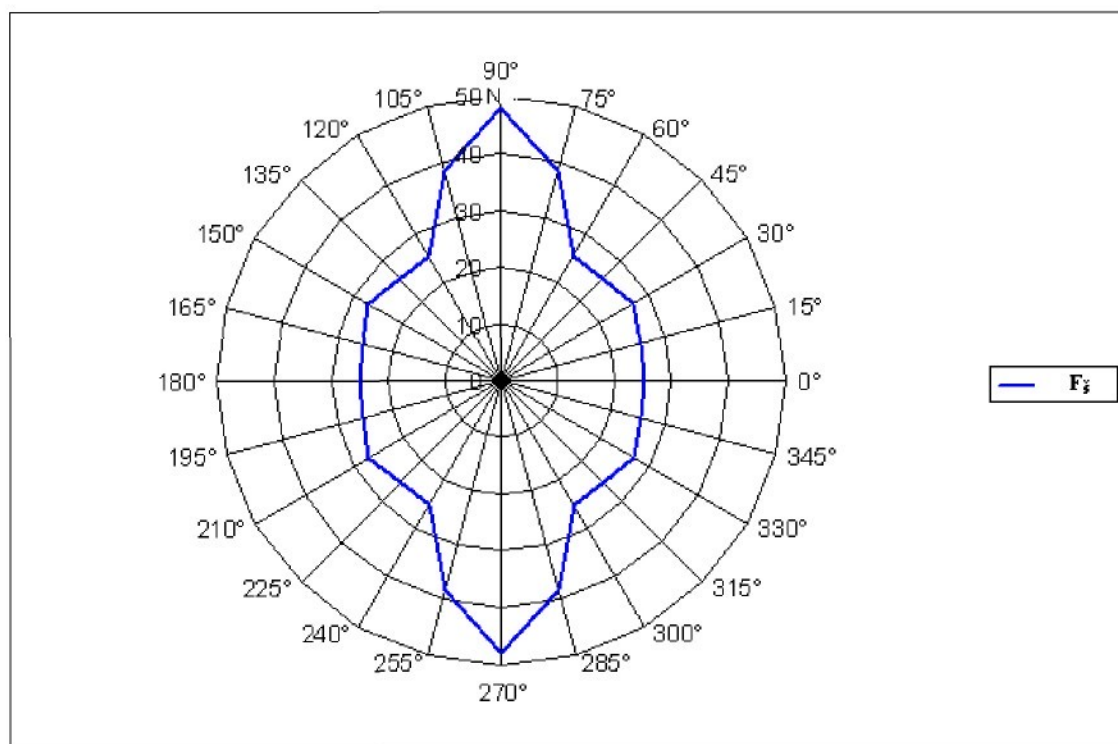


Zobrazovací modul: F_s 1mm = 1 N

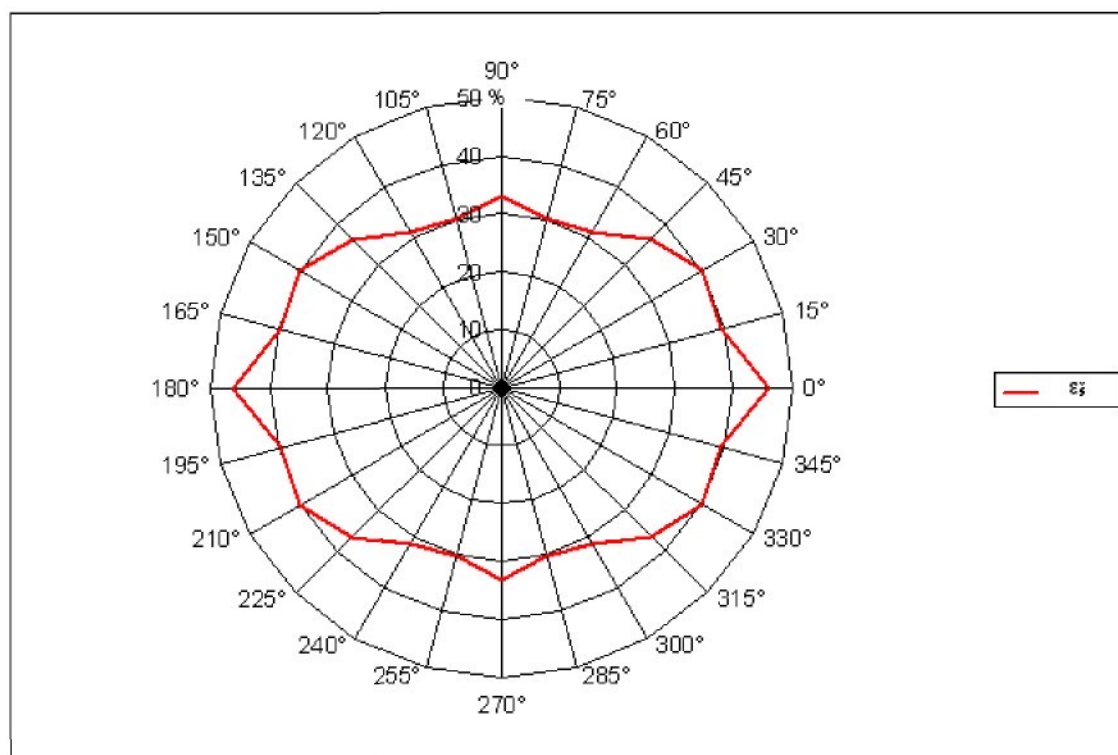


Zobrazovací modul: ϵ_s 1mm = 1 %

Znázornění průměrných hodnot F_s a ϵ_s Pleteniny 2



Zobrazovací modul: F_s 1mm = 1 N

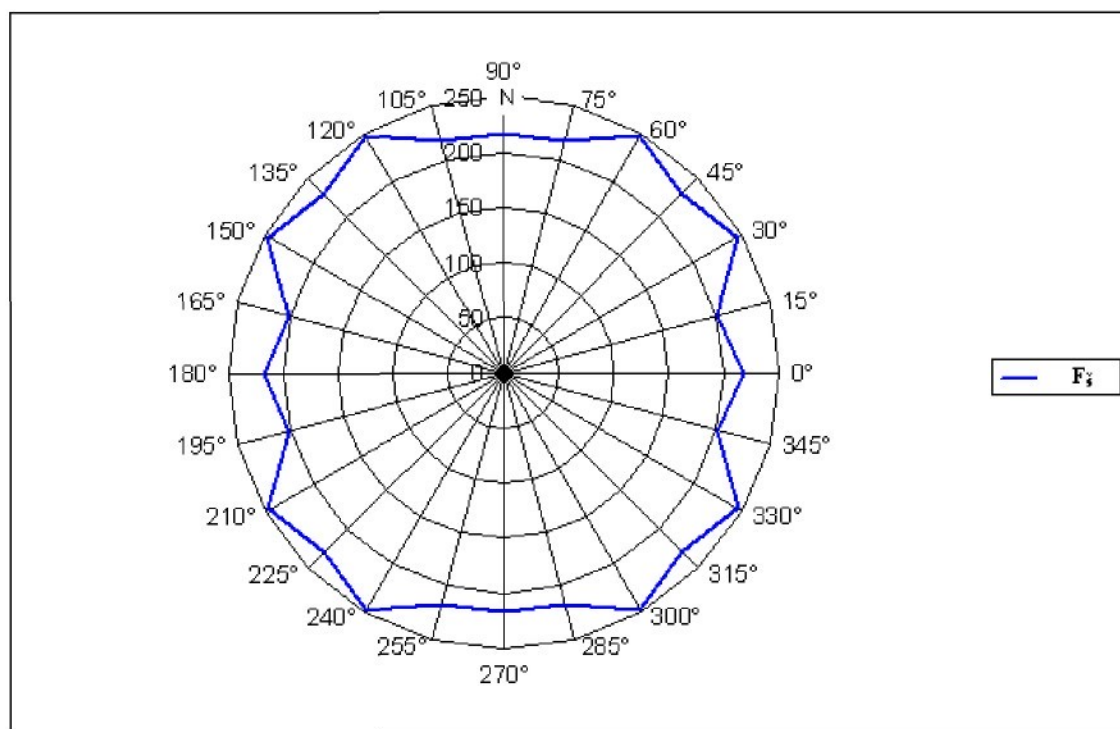


Zobrazovací modul: ϵ_s 1mm = 1 %

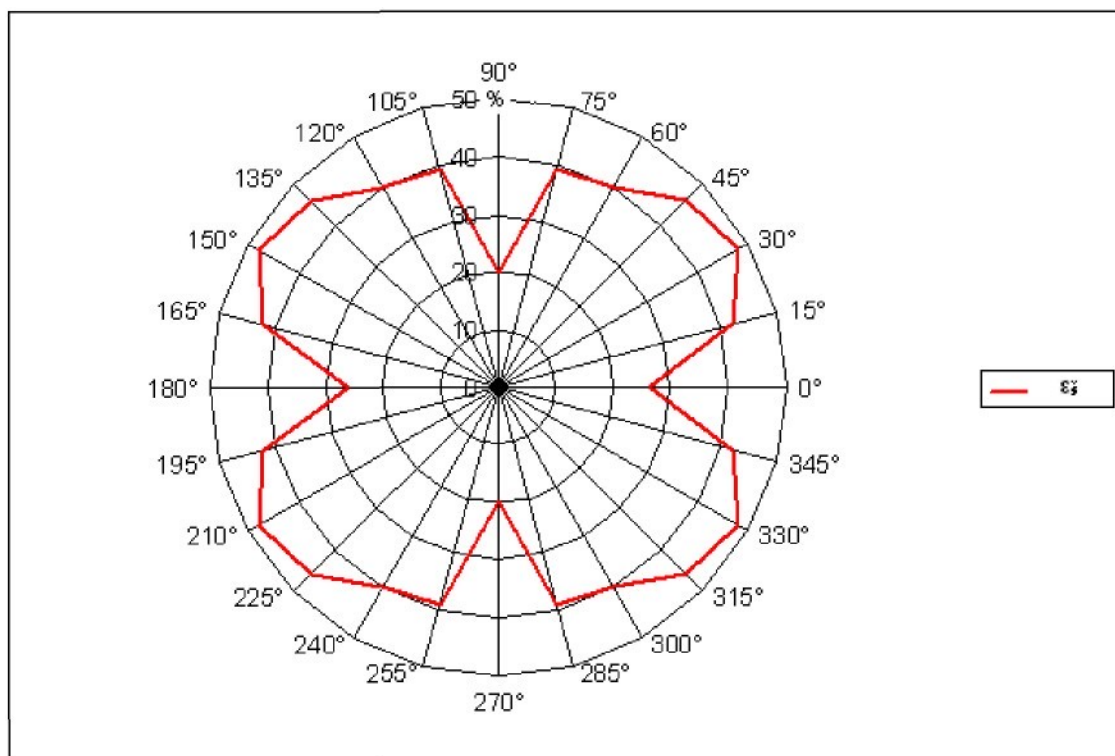
Příloha 17

Polární diagramy zkoušky příčné pevnosti švu

Znázornění průměrných hodnot F_s a ϵ_s Tkaniny 3



Zobrazovací modul: F_s 1mm = 1 N



Zobrazovací modul: ϵ_s 1mm = 1 %

Ukázky měřených vzorků po laboratorních zkouškách

Tkanina 1 – vzorek pod úhlem 60°

Tkanina 2 - vzorek pod úhlem 15°

Pletenina 1 - vzorek pod úhlem 45°

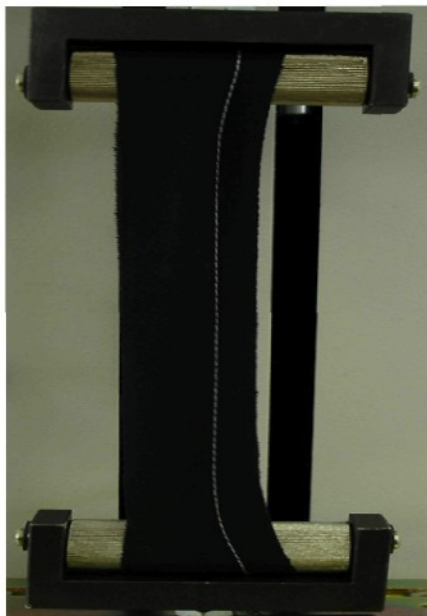
Pletenina 2 - vzorek pod úhlem 30°

Tkanina 3 - vzorek pod úhlem 0°

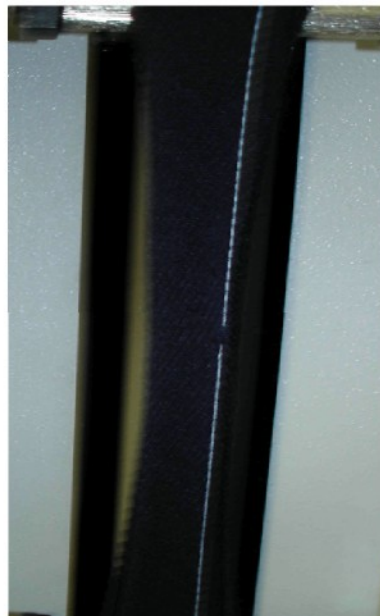
Příloha 19

Fotografické znázornění zkoušek na trhacím přístroji

Fotografie zkoušky podélné roztažnosti švu.

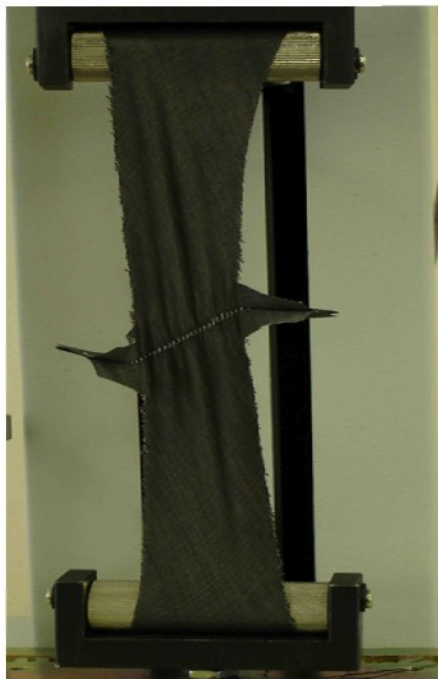


Vzorek v napnutém stavu.



Přetrh šicí nitě.

Fotografie zkoušky příčné pevnosti švu.



Vzorek v napnutém stavu.



Přetrh šicí nitě.

Fotografie průmyslových šicích strojů

Průmyslový šicí stroj značky JUKI DDL-55 30N šijící dvounitným vázaným stehem.



Průmyslový šicí stroj značky JUKI MH-481 šijící dvounitným řetízkovým stehem.