

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Mechanická textilní technologie

Katedra textilních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Nina Erdni-Goryaeva

KTT

Vedoucí práce: Prof. Ing. Radko Kovář CSc.

Počet stránek textu: 27

Počet obrázků: 6

Počet grafů: 2

Počet tabulek: 4

Počet příloh: 2

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Katedra textilních technologií

**Anizotropie deformačních vlastností zátěžné
obourubní pleteniny**

**The anisotropy deformation characteristics of a
purl knitted fabric**

LIBEREC 2008

Nina Erdni-Goryaeva

Prohlášení

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 Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

V Liberci 2008

.....
Nina Erdni-Goryaeva

Na tomto místě bych ráda poděkovala Prof. Ing. Radko Kovářovi CSc za vedení této bakalářské práce a cenné připomínky, za všestrannou pomoc a ochotu při provádění experimentů, a taky za pomoc při vyhodnocení experimentu.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá rozбором anizotropie deformačních vlastností obourubní pleteniny.

Teoretická část je věnována v souladu se zadáním popisu deformačních vlastností a jejich anizotropii.

Měření v experimentální části mají sloužit k ověření, zda je teorie v souladu se skutečností. Výsledky měření jsou uvedeny a vyhodnoceny v experimentální části.

Annotation

The aim of the bachelor-thesis was to analyse the deformation characteristics of a purl knitted fabric.

The theoretical part is focused on characterization of a purl knitted fabric, i.e. the deformation characteristics and the anisotropy.

The experimental part of measurements serve as a basis for theory verification. Measurements results are presented and evaluated in the experimental part.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRÁTEK, ZNAČEK A SYMBOLŮ:

ČSN	České státní normy
např.	například
obr.	obrázek
tzv.	tak zvaný
tab.	tabulka
S_A	stupeň anizotropie [1]
\bar{x}	aritmetický průměr [1]
H_c	celková hustota pleteniny [m^{-1}]
H_s	hustota sloupků pleteniny [m^{-1}]
$H_{\dot{r}}$	hustota řádků pleteniny [m^{-1}]
F_N	pevnost nitě [N]
K_{VZ}	koeficient vazby [1]
K_{VP}	koeficient využití pevnosti [1]
ε	tažnost textilie [%]
ε_s	tažnost pleteniny ve směru sloupků [%]
$\varepsilon_{\dot{r}}$	tažnost pleteniny ve směru řádků [%]
l_p	původní (upínací) délka vzorku [m]
l_o	délka vzorku při přetrhu [m]
d_{ef}	efektivní průměr [mm]
l'	délka nití v očku při maximální možné deformaci [mm]
c	rozteč řádků [mm]
c_s	rozteč řádků při maximální možné deformaci [mm]
w	rozteč sloupků [mm]
$w_{\dot{r}}$	rozteč sloupků při maximální možné deformaci [mm]
s	směrodatná odchylka [1]
v	variační koeficient [1]
r	průměrná hodnota [1]

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	REŠERŠNÍ ČÁST	9
2.1	Základní pojmy a definice.....	9
2.1.1	Pletenina	9
2.1.2	Dělení pletenin	9
2.1.2.1	Zátěžná obourubní pletenina.....	10
2.1.3	Obecné vlastnosti pletenin	10
2.1.4	Pojem anizotropie	11
2.2	Rozbor vlivů na deformace pleteniny	11
2.3	Klasifikace deformace pleteniny.....	13
2.4	Deformační vlastnosti pletenin	14
2.4.1	Anizotropie pevnosti.....	14
2.4.2	Anizotropie tažnosti.....	15
2.5	Deformační křivka pleteniny	17
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	19
3.1	Popis přístroje	19
3.2	Použité materiály	20
3.2.1	Hustota pletenin.....	21
3.3	Postup měření.....	21
3.4	Tažnost pletenin	22
3.5	Pevnost pletenin	23
3.6	Stupeň anizotropie	24
4	ZÁVĚR.....	26

1 ÚVOD

V poslední době dochází k významnému zvýšení podílu pletenin ve výrobě oděvních, bytových a hlavně technických textilií. Tento růst je podporován dalším vývojem chemických vláken, novými technologiemi ve výrobě nití, novou generací pletacích strojů, vysokou vzorovací a výrobní kapacitou a specifickými vlastnostmi pletenin. Tyto vlastnosti umožňují pleteninám nahradit ostatní materiály tam, kde jejich vlastnosti nevyhovují.

Ke správnému a účelovému použití pletenin (textilií) v praxi je nutná dobrá znalost všech jejich vlastností a chování, a to především při namáhání za různých podmínek. Pro zpracovávání pletenin a jejich následné používání je důležité znát jejich chování při tahovém namáhání v různých směrech.

Předmětem zkoumání této bakalářské práce je anizotropie, což je směrová závislost vlastností látek. Vliv směru na deformační vlastnosti, především na pevnost a tažnost, zátažné obourubní pleteniny. Materiál má v různých směrech různé vlastnosti. Směrová závislost vlastností souvisí se směrovou závislostí struktury. Struktura je ovlivněná použitou technologií. Anizotropii je možné sledovat na různých vlastnostech. Z obecného hlediska je vlastností velmi mnoho, významné jsou však pouze ty vlastnosti, které se nějak projeví při dalším zpracování nebo užívání textilie.

Cílem této práce je provést rozbor vlivu směru tahového namáhání na pevnost a tažnost zátažné obourubní pleteniny, a to na základě hodnot zjištěných v experimentální části. Měření v experimentální části mají sloužit k ověření, zda je teorie v souladu se skutečností. K experimentu byly vybrány vzorky hladké zátažné obourubní pleteniny.

2 REŠERŠNÍ ČÁST

2.1 Základní pojmy a definice

2.1.1 Pletenina

Pletenina je plošný textilní útvar vzniklý provázáním jedné nebo více nití. Základním vazebním prvkem je očko. Tvar oček a způsob jejich vzájemného provázání dávají pletenině určité vlastnosti, jimiž se odlišují pletené výrobky od ostatních textilií, především od tkanin. Očko je klička protažená kličkou předcházející. [1]

2.1.2 Dělení pletenin

Podle ČSN 80 0018 a 80 0019 (již postarších a značně nedokonalých norem, nyní již nezávazných) se pletařské vazby rozdělují na:

ZJ - Zátěžné jednolícni vazby, ve kterých jsou všechna očka provlékána stejným směrem, tj. na lícni stranu.

ZO - Zátěžné oboulícni vazby, které obsahují sloupky lícni i sloupky rubni ocek.

ZR - Zátěžné obourubni vazby, u kterých se vyskytují sloupky, obsahující lícni i rubni ocka.

ZI - Zátěžné interlokove vazby, vznikající (jak říká i název) vzájemným prostoupením dvou oboulícni podstruktur.

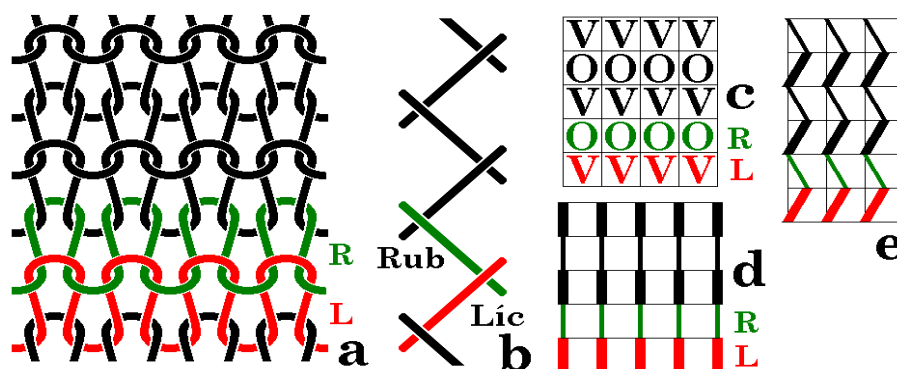
OJ - Osnovni jednolícni vazby, obsahující podobně jako ZJ jen jeden druh ocek.

OO - Osnovni oboulícni vazby, mající lícni i rubni sloupky.

Toto rozdělení vychází z počtu jehelních lůžek a jejich vzájemného postavení při tvorbě pleteniny. [2]

2.1.2.1 Zátěžná obourubní pletenina

Zátěžné obourubní hladké pleteniny střídají se lícní a rubní řádky, pletenina vypadá z obou stran jako rub zátěžné jednolícni, zprohýbané jsou sloupky, což vede ke zvýšení podélné tažnosti. Vazbu lze plést pomocí speciálních oboustranných jehel nebo převěšováním oček. [2]



Obr. 1 Zátěžná obourubní hladka pletenina

2.1.3 Obecné vlastnosti pletenin

Vlastnosti pletenin se dají třídit do několika kategorií. Např. podle:

- Uplatnění
 - Užité
 - Zpracovatelské
- Podstaty – souvisí s určitými vědními obory:
 - Společenské vědy – móda, ekonomie
 - Přírodní vědy - geometrické
 - Fyzikální
 - Mechanické - tah – při jednoosém zatížení, ohyb, smyk.
 - Termické
 - Elektrické
 - Chemické

U těchto uvedených vlastností se anizotropie může vyskytnout v ploše textilie pouze u vlastností mechanických. [3]

2.1.4 Pojem anizotropie

Anizotropie je závislost fyzikálních vlastností na směru, ve kterém se měří. Pochopitelně se jedná především o to, že plošná textilie vzniká z textilií délkových a ty zase z podobných délkových vláken. Je téměř nemožné uspořádat vlákna rovnoměrně do všech směrů, a především klasické textilie (tkaniny a 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. Nápadná je především anizotropie deformace textilií.

K hodnocení velikosti anizotropie lze použít stupeň anizotropie S_A , který je dán vztahem:

$$S_A = \frac{(X_{\max} - X_{\min})}{\bar{x}} \quad (1)$$

\bar{x} aritmetický průměr

S_A stupeň anizotropie vlastnosti plošné textilie

X_{\max} , X_{\min} maximální a minimální hodnota vektorové vlastnosti plošné textilie měřená v závislosti na směru

Hodnoty stupně anizotropie S_A tedy leží v číselném intervalu $\langle 0;1 \rangle$. Anizotropie vlastností je významná pro teorii, ale především pro praxi. Znalost směrové závislosti vlastností pletenin umožňuje usuzovat na jejich případné použití. [4]

2.2 Rozbor vlivů na deformace pleteniny

Deformace zátažných pletenin je ovlivněna různými parametry. Tyto vlivy lze rozdělit do 4 skupin:

– ***Vlivy použitého materiálu***

Použitý materiál ovlivňuje strukturu i vlastnosti pleteniny. Ponecháme – li stranou strukturu nitě, která je ovlivněna vlastnostmi vláken, jsou pro pletaře z vlastností nitě nejdůležitější:

- Deformační vlastnosti v celém jejím komplexu, tj. chování nitě při deformaci ohybem, krutem, tahem a při příčném stlačení.

- Vlastnosti nitě, projevují se při kontaktu nitě s jinou nití nebo s pracovními částmi pletařských strojů, zejména různé formy pasivních odporů – tření. [4]

– ***Vlivy vlastností pleteniny***

Mezi tyto vlivy patří vliv vazby a jejích parametrů, hustota pleteniny, nestejnomyšnost struktury pleteniny, deformační vlastnosti pletenin.

- *Vliv vazby pleteniny*

Vazba je definovaná jako způsob provázání vazebních prvků (očko, chytová klička, podloženy klička). Díky způsobu provázání získáváme v pletenině různé druhy řádků (sloupků), které pak mají vliv na celkovou pevnost a tažnost pleteniny. V pletenině se mohou vyskytovat např. méně tažné řádky (sloupky), které se přetrhnou dříve než řádky (sloupky) s větší tažností.

Obecně lze tedy říci, že pokud v pletenině použijeme kombinaci více vazebních prvků, pevnost a tažnost odvozené vazby se zásadně mění podle vlastností těchto prvků. Na základě toho můžeme cíleně vyrábět pleteniny s vysokou tažností nebo naopak použitím např. vkládaného útku tažnost omezit. [5]

- *Hustota pleteniny*

Hustota pleteniny je jednou z nejdůležitějších vlastností pleteniny, protože se dá technologicky snadno ovlivnit a je výsledkem základních technologických parametrů a způsobu výroby. Hustota je také vlastnost, která ve velké míře ovlivňuje vlastnosti další. Plošné vyjádření hustoty je systém vyjadřující zaplnění pleteniny vazebními prvky nebo nití těchto vazebních prvků. [4]

Hustota pleteniny je vyjádřena vztahem:

$$H_c = H_f \times H_s \quad (2)$$

H_c je hustota celková, tj. počet oček ve čtverečním metru

H_s je hustota sloupků, tj. počet sloupků pleteniny na metr

H_r je hustota řádků, tj. počet řádků pleteniny na metr

- *Nestejnoměrnost struktury pleteniny[6]*

Struktura je popisována jako způsob vnitřního uspořádání. Je definována jako vzájemná interakce elementů struktury, v případě pleteniny úseků nitě ve vazném bodu a jejich vzájemné působení. Struktura pleteniny může být ovlivňována především prostřednictvím:

1. Délky nitě v očku „l“
2. Tvaru nitě v očku
3. Uspořádání vazebních prvků (tj. vazbou)

- *Vlivy stroje*

- *Vlivy vnějších podmínek*

2.3 Klasifikace deformace pleteniny

Podle způsobu namáhání [7]:

1. Tahová

1.1. při jednoosém zatížení. Měření pevnosti a tažnosti pleteniny se provádí na zúženém vzorku, aby se předešlo přerhu v čelistech vlivem koncentrace napětí v krajních bodech upnutí vzorku. To je způsobené především velkou příčnou kontrakcí pleteniny při jednoosém namáhání a dává podstatně zkreslené výsledky. Jedná se o běžné měření pevnosti a tažnosti, u pleteniny např. podle ČSN 80 0810, 80 0812 (starší normy).

1.2. při dvouosém (biaxiálním) zatížení.

2. Ohybová

2.1. působení ohybového momentu,

2.2. vzpěr (tlak přechází v ohyb).

3. Smyková (tečné napětí).

4. Příčné stlačení.

Z jiného pohledu potom můžeme plošnou textilii deformovat:

a) polovinou cyklu (tj. do destrukce pleteniny),

- b) celým cyklem (zatížení + odlehčení),
- c) více cykly (hodnotíme tak i únavu textilie).

2.4 Deformační vlastnosti pletenin

Pleteniny se už při působení malého napětí deformují podstatně více než tkaniny. Charakteristickým znakem pleteniny jsou očka. Jejich tvar a způsob jejich vzájemné vazby dávají pletenině určité vlastnosti. Je to zejména pevnost a tažnost.

2.4.1 Anizotropie pevnosti

Pevnost pleteniny je dána zatížením (N), potřebným k přetržení daného vzorku přepočtem na jednotku SI. Anizotropie se projeví u pevnosti směrové. Výsledek může podstatně změnit konstrukci pleteniny. Budou – li se střídat řádky složené z oček, odložených kliček a chytových kliček, bude pevnost proti základní vazbě odlišná. Odhadnout tuto skutečnost je poměrně složité.

Podle charakteru namáhání rozlišujeme:

- Pevnost směrovou, kdy je zatížení jednosměrné (ve směru řádku, sloupku, diagonálně)
- Pevnost plošnou (pevnost v průtlaku), kdy je pletenina namáhána všumí směry.

Pevnost pletenin je závislá na směru. Jiná bude ve směru sloupků, jiná ve směru řádků a podobně v dalších směrech. [8]

Pro modelové stanovení pevnosti pleteniny platí jednoduché vztahy, bohužel s jedním obtížně zjistitelným koeficientem (K_{VP}).

Směrovou pevnost zjistíme podle vztahu:

$$F_p = H_{r,s} \times F_N \times K_{VZ} \times K_{VP} \quad (3)$$

$H_{r,s}$ je hustota řádků nebo sloupků (podle směru namáhání)

F_N je pevnost nitě

K_{VZ} koeficient vazby, udávající počet nití ve sloupku nebo řádku, které se na pevnosti podílejí (např. pro ZJ hladkou pleteninu a příčnou deformaci je $K_{VZ} = 1$, podélnou deformaci $K_{VZ} = 2$)

K_{VP} koeficient využití pevnosti. U pletenin bývá zpravidla $K_{VP} < 1$. Plně využití pevnosti všech nití není možné např. vzhledem k nestejnomyšnosti nitě (přetrhne se nejslabší místo, další porušení je usnadněno existencí vrubu a páráním), nestejnomyšností pleteniny (v nestejnomyšné textilie jsou některá místa více namáhána), způsobu namáhání (nitě ve vazných bodech jsou namáhány ve smyčce, tato pevnost bývá menší nežli běžně měřená pevnost přímých úseků nití) apod. [10]

2.4.2 Anizotropie tažnosti

Tažnost je nejcharakterističtější vlastností pleteniny a většinou určuje její použitelnost pro určité výrobky. Obecně je tažnost definovaná jako schopnost materiálu měnit svůj tvar vlivem vnějších zatěžujících sil ve směru jejich působení. Podle normy ČSN 80 0810 je tažnost dána prodloužením (protažením) vzorku zjištěním při přetržení a vyjádřené v procentech upínací délky. [9]

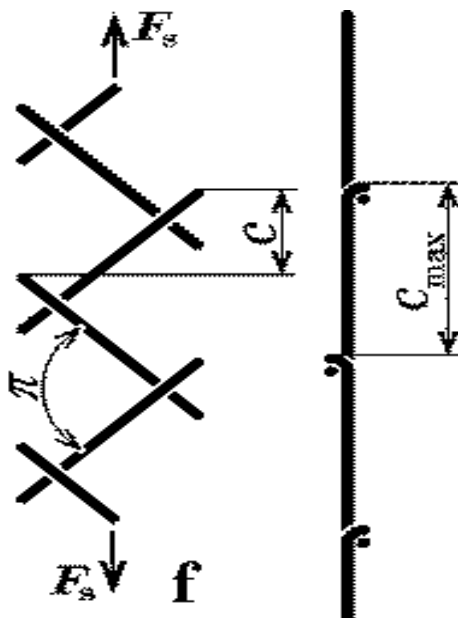
Každé očko pleteniny, je – li podrobena tahu, může změnit svůj tvar, podobně změni svůj tvar i celý kus pleteniny. Vytahuje – li se očko do šířky, rozšíří se očka, přičemž se pletenina zkrátí na výšku. Vytahuje – li se pletenina do délky, po sloupku, vytáhnou se očka na výšku. Přitom se pletenina zúží na šířku. Podobně se očka přizpůsobí i tahu úhlopříčnému.

Tažnost pleteniny je podmíněna vztahem mezi velikostí oka a tloušťkou materiálu. Typickou vlastností oka je vysoká deformační schopnost, která souvisí s délkou nitě tvořící oko. Oko, které je vzhledem k tloušťce materiálu dostatečně velké, může lehce měnit svůj tvar, protože nit oka má pro pohyb dost místa. Taková pletenina příliš hustá a tuhá. Materiál ocek nemá dost místa pro zformování do jiného tvaru – pletenina je méně tažná. [10]

Tažnost a obecně možnost rozměrových změn zátažných pletenin může být extrémně veliká. Obourubní pletenina má oproti ostatním zvětšenou podélnou tažnost. Zde se při počáteční deformaci uplatňuje i odpor proti pootočení dvou nití, které se stýkají ve vazném bodu, podélné protažení pleteniny začíná změnou úhlu mezi řádky (u relaxované a nepřilíš zaplněné pleteniny je tento úhel přibližně $\pi/2$). I u pleteniny je běžné, že např. dvojnásobné protažení v jednom směru může být doprovázeno zkrácením příčného směru v ještě větším poměru, např. na čtvrtinu. Paradoxně je tudíž nejen možné, ale docela běžné,

že se plocha (tj. parametr $w \cdot c$) pleteniny tahovým namáháním zmenší. Napínáním pleteniny ve směru řádků se zvětšuje rozteč sloupků a zmenšuje rozteč řádků. A napínáním pleteniny ve směru sloupků se zvětšuje rozteč řádků a zmenšuje rozteč sloupků.

[8]



Obr. 2 Podélná tažnost zátažné obourubní pleteniny.

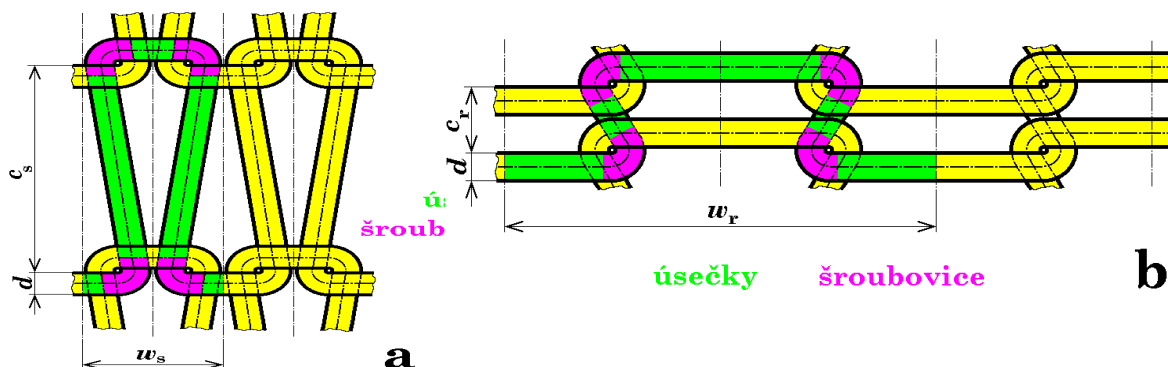
Směrová tažnost je ve směru sloupků a řádků vyjádřena vztahem:

$$\varepsilon = \frac{l_p - l_o}{l_o} \times 100 \quad (4)$$

kde ε tažnost textilie
 l_p původní (upínací) délka vzorku
 l_o délka vzorku při přetrhu

Pro směrovou tažnost je rozhodující změna rozteče sloupků ($w \rightarrow w_f$) a řádků ($c \rightarrow c_s$)

(index r odpovídá maximální možné deformaci ve směru řádků, s sloupků), takže relativní prodloužení při přetrhu pro oba směry deformace je:



Obr. 3 Model maximálně deformované pleteniny. Podélná (a) a příčná (b) deformace.

Pro směr sloupků:

$$\varepsilon_s = \frac{c_s - c}{c} \quad (5)$$

ε_s tažnost pleteniny ve směru sloupků
řádků

c_s rozteč řádků při maximální
možné deformaci

c rozteč řádků

Pro směr řádků:

$$\varepsilon_r = \frac{w_r - w}{w} \quad (6)$$

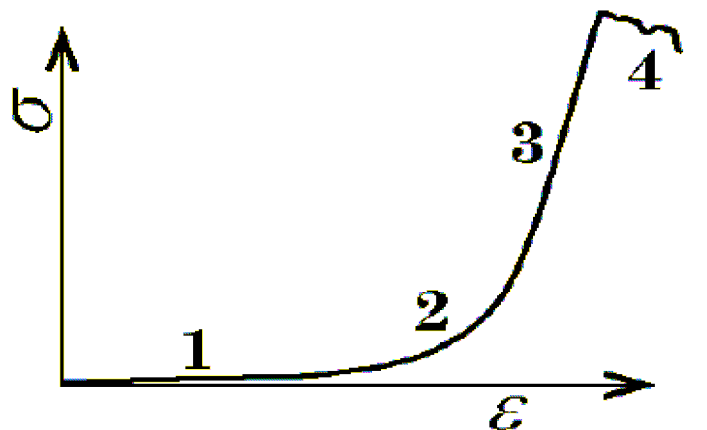
ε_r tažnost pleteniny ve směru

w_r rozteč sloupků při maximální
možné deformaci

w rozteč sloupků

2.5 Deformační křivka pleteniny

Modelování deformačních křivek je ztíženo rozptylem tažnosti i pevnosti pletenin v závislosti na vazbě, použité niti, hustotě apod.



Obr. 4 Deformační křivka pleteniny

Charakteristická deformační křivka má čtyři hlavní části:

Úsek 1 – má velký přírůstek deformace už při malých změnách napětí. Očka pleteniny se v této oblasti deformují tvarově a zároveň začíná docházet k posuvu vazných bodů (místa vzájemného kontaktu nití) po nitech.

Úsek 2 – je charakteristický změnou strmosti deformační křivky, která je výraznější nežli v úseku 1 a 3. Dochází zde k výraznějším změnám tvaru nitě. Posuv vazných bodů pokračuje tak dlouho, až se nitě v sousedních vazných bodech začnou dotýkat a stlačovat.

Úsek 3 – byla dosažena maximální možná tvarová deformace nitě i maximální možný posuv vazných bodů. V této části křivky se začíná uplatňovat i výraznější délková deformace zapletené nitě. Přírůstek síly je nejvýraznější právě v této části.

Úsek 4 – v tomto úseku začíná destrukce pleteniny tj. praskání jednotlivých nití až do úplného přetrhu. [9]

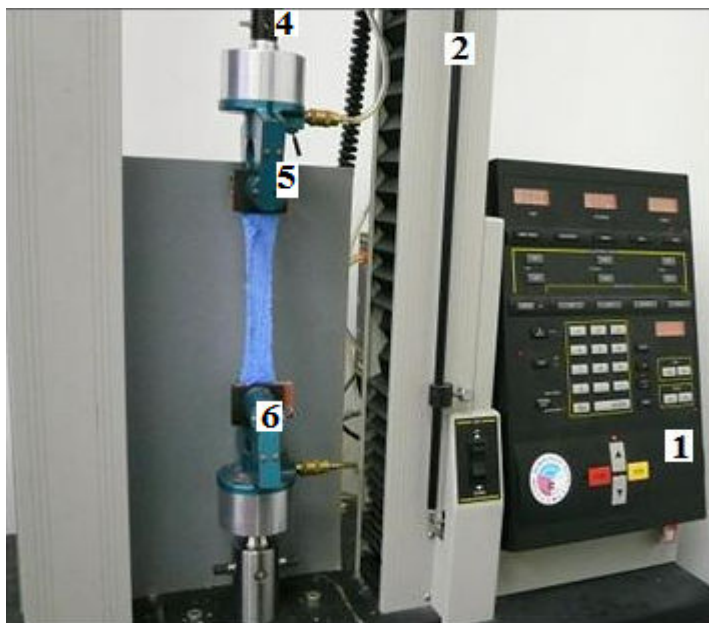
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Experimentální zjišťování vlastnosti je považované za nejpraktičtější cestu k získávání poznatků o vlastnostech. Pokusy se zpravidla uskutečňují v sériích, které umožňují sledování vlivu proměnných veličin na danou vlastnost. [9]

3.1 Popis přístroje

K měření tahově deformačních vlastností byl použit dynamometr INSTRON 4411 obr. 5, který umožňuje univerzální zkoušení textilií. Přístroj se skládá ze dvou hlavních částí – řídicí skříně (1) a zařízení pro zatěžování vzorků (2). Zatěžovací zařízení je tvořeno příčnickem (3), na kterém je nasazena snímací hlava (4) s horní upínací čelistí (5). Snímací hlava je podstatě čidlem síly a délkových změn a je propojena s řídicí skříní. Kromě horní čelisti je zapotřebí samozřejmě i dolní upínací čelist (6). Čelisti musí být voleny podle parametrů vzorku a požadované zkoušky.

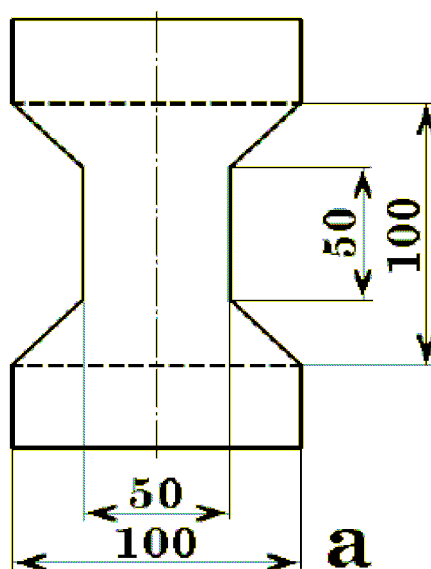
Zapsání a vyhodnocování deformačních vlastností provádí počítač připojený samotnému přístroji.



Obr. 5 Univerzální trhací stroj INSTRON 4411.

3.2 Použity materiál

Pro experiment byla použita zátažná obourubní hladká pletenina třech různých hustot ($l_0 = 8,8 \text{ mm}$; $9,8 \text{ mm}$; $10,8 \text{ mm}$). Pletenina byla zhotovená s PAN příze o celkové jemnosti $65,1 \text{ tex}$ a skacím zákrutem 390 m^{-1} . Průměrná tažnost použité příze je 82 (\%) , a průměrná pevnost je $6,01 \text{ (N)}$. Pleteniny v relaxovaném stavu, tj. ve stavu s minimálním množstvím energie. Materiál byl ponechán jeden týden v klidu. Po této době byly vyseknuty elementární vzorky pro měření. Při experimentu byly dodrženy parametry a normovaný tvar vzorků pro pleteniny dle normy ČSN 80 0810.



Obr. 6 Tvar vzorku dle normy pro zjišťování tržné síly a tažnosti, rozměry vzorku jsou uvedeny v milimetrech.

Podstata této zkoušky spočívá v plynulém zatěžování elementárního vzorku do jejího porušení, tj. zjištění tržné síly a k ní odpovídajícímu prodloužení. Z každého jednotlivého vzorku se dle normy ČSN 80 0810 vysekne podle šablony vzorků. (obr. 6)

Vzorky byly vyseknuty pod úhly $\alpha_1 0^\circ$ - odpovídá sloupku, tedy podélnému směru, 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 90° - odpovídá sloupku, tedy příčnému směru. Na každém vyseknutém vzorku byly vyznačeny kontrolní rysky, které určují upínací délku vzorku. Upínací délka činila 100 mm .

3.2.1 Hustota pletenin

Pro každou pleteninu byl proveden výpočet hustoty pletenin na základě získaných hodnot počtu řádků a sloupků. Podle hodnot hustoty sloupku a řádku a také vypočtené celkové hustoty je možné předpokládat chování pleteniny při zatížení.

Tab. 1 Parametry hustoty pletenin jednotlivých vzorků.

	H_s [s/m]	H_r [ř/m]	H_c [oček/m ²]
Vzorek č. 1	390	880	343200
Vzorek č. 2	370	760	281200
Vzorek č. 3	340	660	224400

3.3 Postup měření

Před začátkem měření byla provedena automatická kalibrace přístroje a byla nastavena rychlost zkoušky. Dále byla nastavena upínací délka a vypnuto předpětí.

Vzorek pleteniny byl svinut po délce a v místě kontrolní rysky byl upnut v horní a dolní čelisti tak, aby byla zachována upínací délka a podélná osa souhlasila se směrem působení síly. Poté byla provedena samotná zkouška. Průběhy trhacích křivek a naměřených hodnot byly zaznamenány na monitoru zkušebního počítače. Z naměřených hodnot byly sestaveny deformační křivky, jejich znázornění v příloze č. 2.

K zpracování naměřených dat byly použity tyto vztahy:

Aritmetický průměr:
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (7)$$

Směrodatna odchylka:
$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (8)$$

Variační koeficient:
$$v = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\% \quad (9)$$

Výpočty těchto vztahů jsou uvedeny v příloze č. 1.

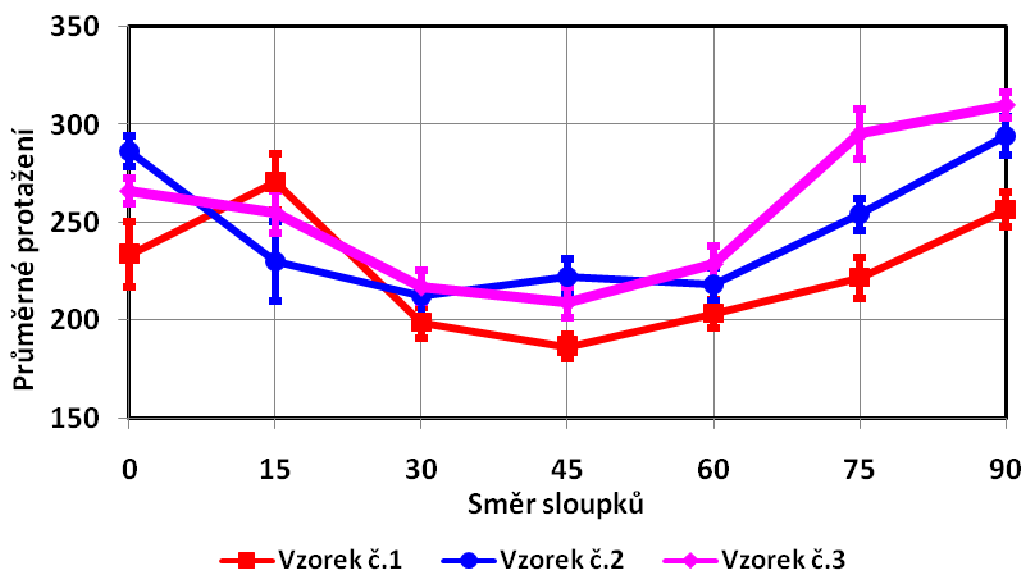
3.4 Tažnost pletenin

Naměřená data byla statisticky zpracována. V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty tažnosti a kofidence pletenin ve všech směrech.

Tab. 2 Hodnoty průměrné tažnosti a kofidence pro tři hustoty.

Směr sloupků	Vzorek 1		Vzorek 2		Vzorek 3	
	Tažnost (mm)	Kofidence	Tažnost (mm)	Kofidence	Tažnost (mm)	Kofidence
0°	233,6	16,59	286,4	8,04	266,2	6,54
15°	270,6	18,19	230,1	20,15	255,3	10,95
30°	198,7	7,90	212,3	13,48	217,3	8,26
45°	186,5	6,18	222,2	9,04	209,2	7,73
60°	203,3	7,30	218,4	8,69	228,9	9,45
75°	221,8	10,67	254,1	8,43	295,3	13,02
90°	256,5	8,92	294,3	9,90	310,0	6,72

Průměrné hodnoty tažnosti byly zaneseny do směrového diagramu – graf č.1.



Graf č. 1 Směrový diagram tažnosti pro vzorek 1, 2, 3

Diagram ukazuje vliv směru namáhání na průměrnou tažnost pro tři hustoty zátažné obourubní pleteniny. Z grafu vyplývá, že tažnost všesh tří pletenin je nejvyšší v úhlu 90°, což je v našem případě směr řádků.

Největší tažnost byla zjištěna u vzorku č. 1, tedy u pleteniny s nejmenší hustotou a nejmenší u vzorku č. 3, s největší hustotou. Z toho vyplývá, že čím větší hustota pleteniny, tím je pleteniny méně tažná, což odpovídá teorii. S diagramu je vidět, že pletenina mění svou vlastnost se změnou směru namáhání, což říká, že materiál je anizotropní.

U naměřených hodnot u všech třech hustot tažnost ve směru sloupků a řádků je skoro stejná, a to největší. Z toho vyplývá, že obourubní pletenina má oproti ostatním pleteninám podélnou tažnost větší. Naměřené hodnoty tažnosti odpovídají teorii.

V tabulce uvedené v příloze č. 1, jako výpočet tažnosti pro tři vzorky pleteniny, byly ověřené vztahy (5) a (6) pro výpočet tažnosti ve směrech sloupků a řádků. Při zatěžování vzorku v diagonálním směru tyto vztahy nebudou platit, neboť při deformaci pleteniny v tomto směru jsou zatěžovány kombinovaně řádky a sloupky, takže ne můžeme dosáhnout maximálních hodnot roztečí.

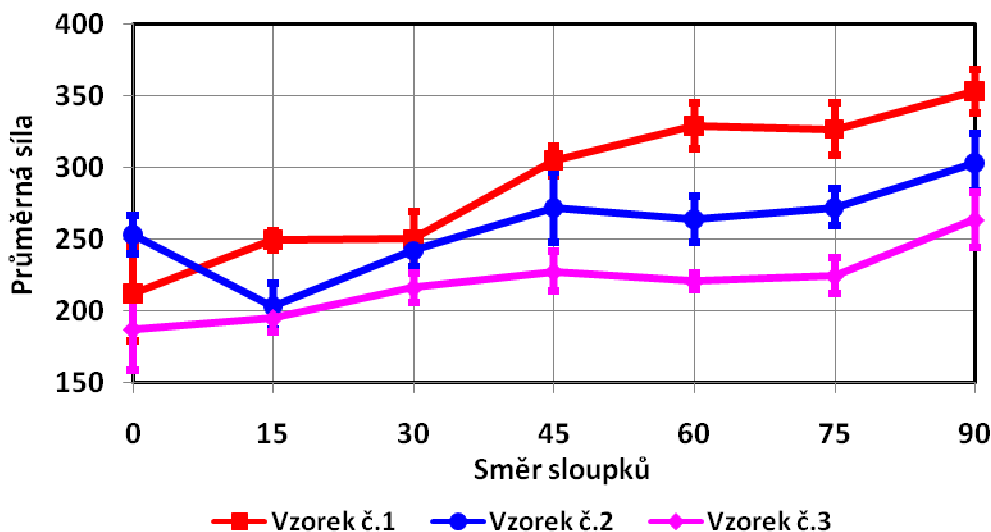
3.5 Pevnost pletenin

V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty pevnosti pletenin ve všech směrech pro tři různé hustoty.

Tab. 3 Hodnoty průměrné pevnosti a konfidence pro tři hustoty.

Směr sloupků	Vzorek 1		Vzorek 2		Vzorek 3	
	Pevnost (N)	Konfidence	Pevnost (N)	Konfidence	Pevnost (N)	Konfidence
0°	212,0	33,15	253,8	13,41	187,5	29,06
15°	249,6	6,52	203,4	15,72	195,2	9,24
30°	250,2	19,09	242,6	11,56	216,4	10,53
45°	304,7	10,56	272,6	24,57	227,9	14,06
60°	329,1	16,05	264,2	16,24	220,9	5,83
75°	326,8	18,41	272,5	12,67	224,9	12,38
90°	353,3	15,00	303,9	20,03	263,9	19,14

Tyto hodnoty jsou pak zaneseny do směrového diagramu pevnosti – graf č. 2.



Graf č. 2 Směrový diagram pevnosti pro vzorek 1, 2, 3

Diagram ukazuje vliv směru namáhání na průměrnou pevnost pro tři hustoty zátěžné obourubní pleteniny. Ze kterého vyplývá, že největší pevnost má vzorek č. 1, je to vzorek s největší hustotou. Nejnižší pevnost u všech vzorku ve směru sloupků nebo ve směru blízcímu se sloupků. Maximální hodnoty pevnosti pro vše tři vzorky se pohybují ve směrech bližších směru řádků. S diagramu je vidět, že pletenina mění svou vlastnost se změnou směru namáhání, což říká, že materiál je anizotropní.

V příloze č. 1 uvedené vypočtené hodnoty koeficientu využití pevnosti pro jednotlivé vzorky ve všech směrech a odpovídají teoretickému předpokladu. Pro výpočet byl použit vztah (3), ze kterého je patrné že, K_{vp} závisí na experimentálně zjištěné pevnosti pleteniny a počtu nití přenášejících sílu v určitém směru.

3.6 Stupeň anizotropie

Ze směrových diagramů je zřejmé, že pletenina vykazuje anizotropii tažnosti a pevnosti. Stupeň anizotropie pro naměřené hodnoty je uveden v tabulce. Je počítán pro každou vektorovou veličinu (tažnost a pevnost) zvlášť.

Tab. 4 Stupeň anizotropie pro tři hustoty pleteniny.

	S_A tažnost	S_A pevnost
Vzorek č. 1	0,367	0,499
Vzorek č. 2	0,323	0,396
Vzorek č. 3	0,388	0,338

Ze směrového diagramu a s tabulky 3 vyplývá, že nejvyšší stupeň anizotropii tažnosti vykazuje vzorek č. 3, zatímco nejnižší hodnotu anizotropie tažnosti vykazuje vzorek č. 2, kde jsou rozdíly naměřených hodnot tažnosti pro jednotlivé úhly minimální.

Ze směrového diagramu pevnosti a s tabulky 3 vyplývá, že nejvyšší stupeň anizotropie pevnosti vykazuje vzorek č. 1, zatímco nejnižší hodnotu anizotropie pevnosti vykazuje vzorek č. 3.

Obecně lze říci, že velikost stupně anizotropie S_A závisí na velikosti rozdílu mezi maximální a minimální hodnotou sledované vektorové veličiny. Čím vyšší je rozdíl mezi těmito hodnotami, tím vyšší je hodnota S_A .

4 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo provést rozbor vlivu směru tahového namáhání na pevnost a tažnost obourubních pletenin, a to na základě hodnot zjištěných v experimentální části.

Vyhodnocením výsledku byla potvrzená teorie, že se vzrůstající hustotou pleteniny klesá její tažnost. Nejnížší hodnoty tažnosti byly zjištěny v diagonálních směrech, a nejvyšší ve směru řádků a sloupků. Dále byla ověřena platnost vztahu pro výpočet tažnosti pleteniny ve směru řádků a sloupků. Tyto vztahy však nelze aplikovat pro výpočet tažnosti pletenin v diagonálních směrech z důvodu současného namáhání sloupku i řádku, pro jejichž výpočet nemáme maximální hodnoty roztečí, které se uplatňují při výpočtu tažnosti.

Takže byla potvrzená teorie, že se vzrůstající hustotou pleteniny roste její pevnost. Nejnížší hodnoty pevnosti byly zjištěny ve směru sloupků, pak s růstem směru namáhání pevnost roste a je nejvyšší ve směru řádků. Byla ověřena platnost vztahu pro výpočet pevnosti, a to při výpočtu koeficientu využití pevnosti.

Seznam použité literatury

- [1] Technologie pletářství, skripta, Ing. Renata Štorová CSc TU Liberec listopad 2002
- [2] Kovář R.: Pletení, skripta, TU Liberec, 1997
- [3] Koncová A.: Anizotropie vlastností textilií, diplomová práce, TU Liberec, 1999
- [4] Krpcová O.: Anizotropie deformace zátažných pletenin, diplomová práce, TU Liberec, 2000
- [5] Zapletalová L.: Pevnost zátažných pletenin, diplomová práce, TU Liberec 1999
- [6] Kovář R.: Teorie pletení, skripta, VŠST Liberec, 1986
- [7] Kovář R.: Zátažné pletení, skripta, KTT, 2005
- [8] Kovář R.: Struktura a vlastností plošných textilií, skripta, TU Liberec, 2002
- [9] Kočí V.: Vazby pletenin 1. vydání, SNTL, Praha, 1980
- [10] Kovář R.: Struktura a vlastností textilií 2, skripta, TU Liberec, 2003

Příloha č. 1

Tabulky

Vypočtené hodnoty pro vzorek č. 1

Uhel [°]	Tažnost [%]							Pevnost [N]						
	0	15	30	45	60	75	90	0	15	30	45	60	75	90
Prům. hodnota [1]	233,6	252,7	198,7	186,5	203,3	221,8	256,5	212,0	249,6	250,2	304,7	329,1	326,8	353,3
Směrodatná odchylka [1]	18,9	20,8	9,0	7,1	8,3	12,2	10,2	37,8	7,4	21,8	12,0	18,3	21,0	17,1
Variační koeficient [%]	8,1	8,2	4,5	3,8	4,1	5,5	4,0	17,8	3,0	8,7	4,0	5,6	6,4	4,8
Konfidence [1]	16,59	18,19	7,90	6,18	7,30	10,67	8,92	33,15	6,52	19,09	10,56	16,05	18,41	15,00

Vypočtené hodnoty pro vzorek č. 2

Uhel [°]	Tažnost[%]							Pevnost[N]						
	0	15	30	45	60	75	90	0	15	30	45	60	75	90
Prům. hodnota [1]	286,4	230,1	212,3	222,2	218,4	254,1	294,3	253,8	203,4	242,6	272,6	264,2	272,5	303,9
Směrodatná odchylka [1]	9,2	23,0	15,4	10,3	9,9	9,6	11,3	15,3	17,9	13,2	28,0	18,5	14,5	22,9
Variační koeficient [%]	3,2	10,0	7,2	4,6	4,5	3,8	3,8	6,0	8,8	5,4	10,3	7,0	5,3	7,5
Konfidence [1]	8,04	20,15	13,48	9,04	8,69	8,43	9,90	13,41	15,72	11,56	24,57	16,24	12,67	20,03

Vypočtené hodnoty pro vzorek č. 3

Uhel [°]	Tažnost[%]							Pevnost[N]						
	0	15	30	45	60	75	90	0	15	30	45	60	75	90
Prům. hodnota [1]	266,2	255,3	217,3	209,2	228,9	295,3	310,0	187,5	195,2	216,4	227,9	220,9	224,9	263,9
Směrodatná odchylka [1]	7,5	12,5	9,4	8,8	10,8	14,9	7,7	33,2	10,5	12,0	16,0	6,7	14,1	21,8
Variační koeficient [%]	2,8	4,9	4,3	4,2	4,7	5,0	2,5	17,7	5,4	5,5	7,0	3,0	6,3	8,3
Konfidence [1]	6,54	10,95	8,26	7,73	9,45	13,02	6,72	29,06	9,24	10,53	14,06	5,83	12,38	19,14

Výpočet koeficientu využití pevnosti pro vzorek č. 1

Uhel α [°]	Počet nití na 50 [mm]	K_{vz}	F – naměřena na 50 [mm]	K_{vp}
0	39	2	212,0	0,9
15	48	1	249,6	0,86
30	56	1	250,2	0,74
45	59	1	304,7	0,85
60	59	1	329,1	0,92
75	59	1	326,8	0,92
90	88	1	353,3	0,66

Výpočet koeficientu využití pevnosti pro vzorek č. 2

Uhel α [°]	Počet nití na 50 [mm]	K_{vz}	F – naměřena na 50 [mm]	K_{vp}
0	42	2	253,8	1
15	48	1	203,4	0,7
30	54	1	242,6	0,74
45	57	1	272,6	0,79
60	56	1	264,2	0,78
75	50	1	272,5	0,9
90	76	1	303,9	0,66

Výpočet koeficientu využití pevnosti pro vzorek č. 3

Uhel α [°]	Počet nití na 50 [mm]	K_{vz}	F – naměřena na 50 [mm]	K_{vp}
0	36	2	187,5	0,86
15	44	1	195,2	0,73
30	49	1	216,4	0,73
45	50	1	227,9	0,75
60	49	1	220,9	0,75
75	44	1	224,9	0,85
90	66	1	263,9	0,89

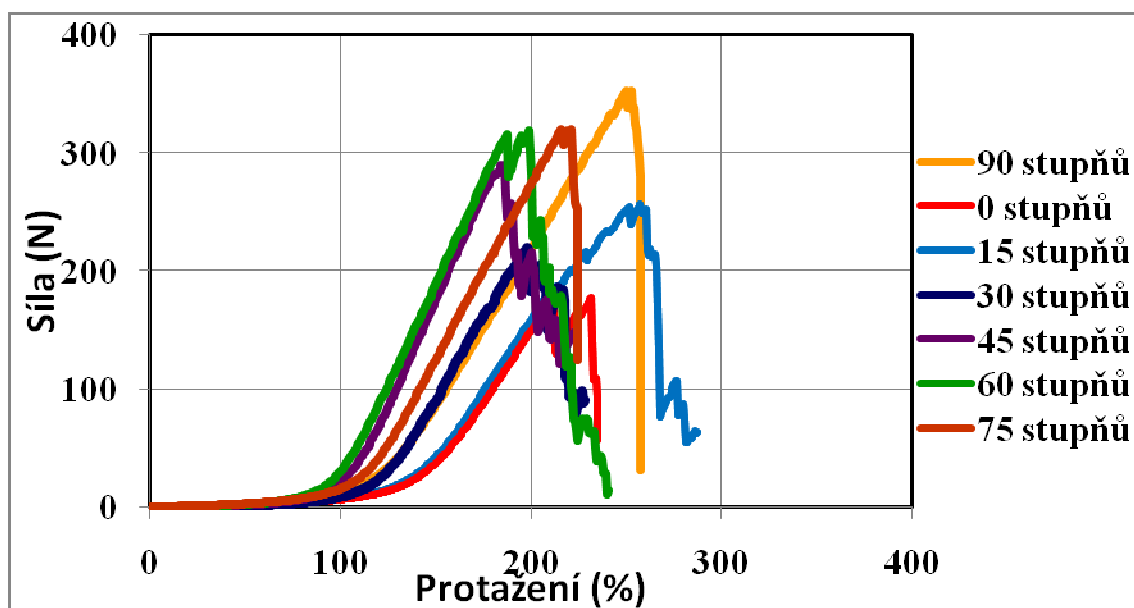
Výpočet tažnosti pro tři vzorky pleteniny

	l [mm]	d_{ef} [mm]	w [mm]	c [mm]	ε_f [%]	ε_s [%]
Vzorek č. 1	10,24	0,12	2,56	1,1	261,3	317,0
Vzorek č. 2	11,41	0,12	2,7	1,3	285,9	297,8
Vzorek č. 3	12,57	0,12	2,9	1,5	299,3	283,4

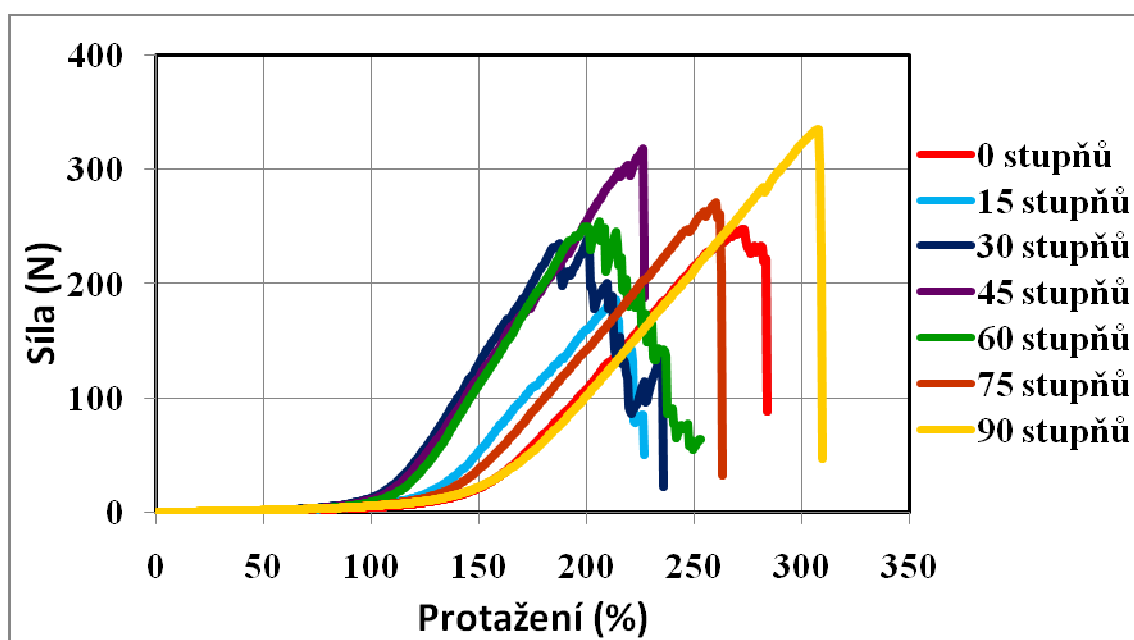
Příloha č. 2

Grafy

Deformační křivka pro vzorek č. 1



Deformační křivka pro vzorek č. 2



Deformační křivka pro vzorek č. 3

