

# Vliv podložených klíčků na mechanické vlastnosti pletenin

## Diplomová práce

*Studijní program:* N3957 – Průmyslové inženýrství  
*Studijní obor:* 3901T073 – Produktové inženýrství

*Autor práce:* **Bc. Adéla Škopová**  
*Vedoucí práce:* Ing. Jana Spánková



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Adéla Škopová**

Osobní číslo: **T14000070**

Studijní program: **N3957 Průmyslové inženýrství**

Studijní obor: **Produktové inženýrství**

Název tématu: **Vliv podložených kliček na mechanické vlastnosti pletenin**

Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte literární rešerši na téma geometrické modely zátažných pletenin. Zaměřte se na modely popisující podloženou kličku ve struktuře pleteniny. Hledejte zdroje popisující vztah mezi strukturou pletenin s podloženou kličkou a jejího vlivu na směrovou tažnost a pružnost pleteniny.
2. Navrhněte vazby zátažných jedlíných případně oboulíných pletenin s podloženou kličkou. Vytvořte vzorky z navržených vazeb na vhodném stroji v dílnách KTT. Vzorky vytvořte v různých hustotách.
3. Stanovte strukturální parametry pletenin. Experimentálně stanovte tažnost a pevnost pletenin, případně další mechanické vlastnosti.
4. Analyzujte tahové křivky pletenin. Pokuste se nalézt a popsat vztah mezi délkou nitě v očku a tažností pletenin.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] KOČÍ, V.: Vazby pletenin, 1. vydání, SNTL Praha, 1980, číslo  
L21-E1-IV-31/82099

[2] KOVÁŘ, R.: Pletení, Technická univerzita v Liberci, Liberec, 2005, ISBN  
80-7083-812-4

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Jana Špánková**

Katedra textilních technologií

Konzultant diplomové práce:

**Ing. Monika Vyšanská, Ph.D.**

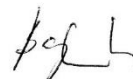
Katedra textilních technologií

Datum zadání diplomové práce: **27. března 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2016**



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 23. listopadu 2015

## Žádost o změnu termínu odevzdání závěrečné práce

Jméno a příjmení: ADELA ŠKOPOVÁ

Osobní číslo: T14000040

Studijní program: PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Studijní obor: PRODUKTOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Zadávací katedra: KHT

Žádám o změnu termínu odevzdání diplomové práce z KVĚTEN 2016 na LEDEN 2017.

Odůvodnění žádosti: NEDOKONČENÍ PRÁCE Z DŮVODU DALŠÍHO STUDIA NA PEDAGOGICKÉ FAKULTĚ A PRÁCE.


V LIBERCI dne 19. 5. 2016

Podpis: 

Vyjádření vedoucího práce:

souhlasím 

Vyjádření vedoucího katedry:

souhlasím 



## Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou 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 diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma 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.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 4. 1. 2014

Podpis: 

## Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Janě Špánkové za cenné rady, připomínky a odborné vedení mé diplomové práce. Také děkuji Šárce Řezníčkové za pomoc při měření vlastností pletenin. Poděkování patří i všem mým blízkým, kteří mě celou dobu studia i při tvorbě této práce velmi podporovali.

## Anotace

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, jaký vliv mají podložené kličky ve struktuře pleteniny na jednotlivé oblasti tahové křivky a co tyto jednotlivé oblasti ovlivňuje.

V rešeršní části práce jsou popsány základní pletařské pojmy, tvorba pleteniny, strukturní parametry pletenin, geometrie zátažné jednolící pleteniny, geometrie deformovaného prvku zátažné jednolící pleteniny. Dále jsou definovány vybrané mechanické vlastnosti pletenin a to konkrétně pevnost, tažnost a celkový průběh deformace pleteniny. Byly stanoveny předpoklady vlivu podložené kličky ve struktuře pleteniny na průběh deformace.

V experimentální části jsou uvedeny statisticky zpracované výsledky měření mechanických vlastností a to pevnosti a tažnosti příze a jednotlivých vazeb pletenin. Dále zde jsou grafy tahových křivek jednotlivých vazeb, které jsou mezi sebou porovnány.

V poslední kapitole této práce jsou analyzovány vztahy, které byly zjištěny z tahových křivek pletenin.

## Klíčová slova

Zátažná jednolící pletenina

Vazby s podloženými kličkami

Pevnost pleteniny

Tažnost pleteniny

## Annotation

The aim of this thesis was to investigate the affect of the backed loop in the knit structure on individual areas of tensile curves and to ascertain what influences these individual areas.

The research part describes the basic concepts of knitting, knit formation, structural parameters of knitted fabrics, single jersey weft geometry, geometry deformed piece of weft knitted jersey. Next, selected mechanical qualities of knitted fabrics are defined; namely strength, elongation and the overall course of the deformation of the fabric. Assumptions about the affect of backed loop in the knit structure on the course of deformation were made.

The practical part contains statistical measurement results of mechanical qualities, i.e. strength and elongation of yarn and of the individual weave knits. Furthermore, there are graphs of tensile curves of the individual weaves that are compared with each other. In the last chapter of this thesis the relationships that were identified from the tensile curves knits are analysed.

## Keywords

Weft single jersey

Float loops

Strength knitwear

Breaking elongation knitwear



## Obsah

1 ÚVOD .....	13
2 REŠERŠNÍ ČÁST .....	14
2.1 Základní pojmy .....	14
2.2 Zátěžné jedolící pleteniny .....	15
2.2.1 Dělení zátěžných jedolících pletenin .....	16
2.2.2 Tvorba oka na jazýčkové jehle .....	18
2.2.3 Vytvoření řádku pleteniny .....	19
2.3 Základní strukturní parametry pletenin .....	20
2.4 Geometrie zátěžné jedolící pleteniny .....	21
2.4.1 Chamberlainův model oka .....	21
2.4.2 Peirceův model oka .....	22
2.4.3 Dalidovičův model oka .....	24
2.5 Geometrický model deformovaného prvku zátěžné jedolící pleteniny .....	26
2.5.1 Zátěžná jedolící pletenina hladká .....	26
2.5.2 Zátěžná jedolící pletenina s podloženou kličkou .....	28
2.6 Mechanické vlastnosti pletenin .....	29
2.6.1 Pevnost pleteniny .....	29
2.6.2 Tažnost pleteniny .....	31
2.6.3 Tahová křivka .....	31
2.7 Předpoklady vlivu podložené kličky na průběh namáhání pleteniny .....	32
2.8 Základní parametry příze .....	32
2.8.1 Jemnost příze .....	32
2.8.2 Průměr příze .....	33
2.9 Mechanické vlastnosti příze .....	34
2.9.1 Pevnost příze .....	34
2.9.2 Tažnost příze .....	34
2.10 Statistické zpracování dat .....	34
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	37
3.1 Parametry a vlastnosti příze .....	38
3.1.1 Průměrná tahová křivka příze .....	39
3.2 Rozbor strukturních parametrů pletenin .....	39
3.2.1 Hustota řádků a sloupků a hustota celková .....	39

3.2.2 Rozteč řádků a sloupků .....	44
3.2.3 Délka nitě ve vazebním prvku pleteniny .....	46
3.3 Mechanické vlastnosti pleteniny .....	49
3.3.1 Průměrné tahové křivky pletenin.....	50
4 ANALÝZA TAHOVÉ KŘIVKY PLETENINY VE SMĚRU ŘÁDKU.....	64
4.1 První oblast tahové křivky .....	64
4.1.1 Další parametry .....	64
4.1.2 Závislosti v první oblasti .....	69
4.2 Druhá oblast tahové křivky .....	75
4.3 Třetí oblast tahové křivky .....	75
5 ZÁVĚR .....	77
Literatura.....	79
Seznam obrázků.....	80
Seznam tabulek.....	82
Seznam příloh .....	84

## Seznam zkratek a symbolů

$s_s^2$		rozptyl
$A_1$	[mm]	šířka oka
$A_2$	[mm]	šířka podložené klíčky
$D_j$	[mm]	průměr jehelního oblouku
$D_p$	[mm]	průměr platinového oblouku
$H_{\check{r}}$	[ $\check{r}/m$ ]	hustota řádků
$H_c$	[ $o\check{c}/m^2$ ]	hustota celková
$H_{sl}$	[ $sl/m$ ]	hustota sloupků
$L_0$	[mm]	upínací délka
$L_p$	[mm]	délka vzorku v okamžiku přetrhu
$P_L$		pivotová polosuma
$R_L$		pivotové rozpětí
$T_L$		náhodná veličina
$s_s$		směrodatná odchylka
$\bar{x}$		průměr
$x_D$		dolní pivot
$x_H$		horní pivot
$x_i$		jednotlivé hodnoty
$\hat{\gamma}$	[rad]	označení úhlu
$\mu$		zaplnění příze
$A$	[mm]	rozteč sloupků
$Ac$	[mm]	mezní stav šířky oka
$B$	[mm]	rozteč řádků
$Bc$	[mm]	mezní stav výšky oka
$d$	[mm]	průměr nitě
$D$	[mm]	průměr oblouku
$\varepsilon$	[%]	tažnost
$F$	[N]	absolutní pevnost
$H$		hloubka pivotu
$l$	[mm]	délka nitě v oku

<i>l</i> <i>dalid.</i>	[mm]	délka nitě ve vazebním prvku dle dalidoviče
<i>l</i> <i>exper.</i>	[mm]	délka nitě ve vazebním prvku experimentální
<i>l</i> <i>vzorek</i>	[mm]	délka nitě ve vzorku
<i>l</i> <sub>p</sub>	[mm]	délka příze
<i>l</i> <sub>s</sub>	[mm]	délka nitě ve šroubovici při mezním stavu
<i>m</i>	[g]	hmotnost
<i>n</i>		počet měření
<i>N<sub>e</sub></i>		číslo anglické
<i>N<sub>m</sub></i>		číslo metrické
obr.		obrázek
<i>R</i>	[N/tex]	relativní pevnost
<i>s</i>	[mm]	stěna očka
<i>T</i>	[tex]	jemnost
<i>t</i>		kvantil studentova rozdělení
tab.		tabulka
<i>v</i>	[%]	variační koeficient
<i>α</i>	[rad]	označení úhlu
<i>β</i>	[rad]	označení úhlu
<i>Δl</i>	[mm]	úsek tahové křivky
<i>π</i>		ludolfovo číslo
<i>ρ</i>	[kg/m <sup>3</sup> ]	hustota příze

## 1 ÚVOD

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, jaký vliv mají podložené kličky ve struktuře pleteniny na jednotlivé oblasti tahové křivky a co tyto jednotlivé oblasti ovlivňuje. Pro experiment byly navrženy čtyři vazby zátažné jednolící pleteniny, které byly upleteny v šesti hustotách. Jednotlivé vzorky byly vystaveny tahové zkoušce. Namáhání vzorků bylo provedeno ve dvou hlavních směrech a to ve směru řádků a ve směru sloupků.

Diplomová práce má tři hlavní části. První část je část rešeršní, kde jsou popsány základní pletařské pojmy, tvorba pleteniny, strukturní parametry pletenin, geometrie zátažné jednolící pleteniny, geometrie deformovaného prvku zátažné jednolící pleteniny. Dále jsou definovány vybrané mechanické vlastnosti pletenin a předloženy předpoklady o vlivu podložené kličky ve struktuře pleteniny. Podkapitola je věnována i přízi, z které je pletenina upletena.

Druhá část je část experimentální. V experimentální části jsou uvedeny statisticky zpracované výsledky měření mechanických vlastností a to pevnosti a tažnosti příze a jednotlivých vazeb pletenin. Dále zde jsou znázorněny grafy tahových křivek jednotlivých vazeb, které jsou mezi sebou porovnány. V této části jsou uvedeny vypočtené strukturní parametry jednotlivých pletenin jako hustota řádků, hustota sloupků, celková hustota, rozteč řádků, rozteč sloupků a další.

Ve třetí části práce je provedena analýza průměrných tahových křivek pletenin. Analýza je provedena pouze pro směr řádků. Nejprve jsou definovány hranice třech specifických oblastí křivek. V této poslední kapitole práce jsou rozebrány zákonitosti, které byly zjištěny z tahových křivek pletenin. Jsou zde popsány různé vztahy vyplývající z tahových křivek. Dále jsou zde popsány jednotlivé oblasti tahové křivky, a co je ovlivňuje.

## 2 REŠERŠNÍ ČÁST

Rešeršní část je věnována základním pletařským pojmům, rozdělení zátěžných jedlolicních pletenin, tvorbě oka na jazýčkové jehle, tvorbě řádku pleteniny, základním parametrům pleteniny, geometrii zátěžné jedlolicní pleteniny, základním parametrům příze, mechanickým vlastnostem pleteniny a strukturou jedlolicní pleteniny. Dále jsou uvedeny vzorce pro statistické zpracování dat a předpoklady o vlivu podložené kličky na tažnost pleteniny.

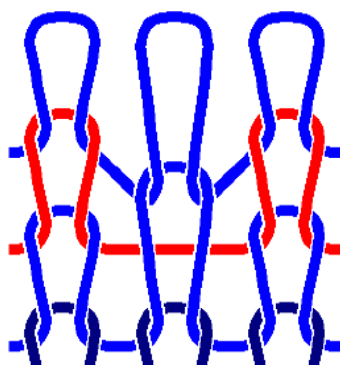
### 2.1 Základní pojmy

**Pletenina** je plošná textilie vznikající provlékáním kliček nebo oček. **Zátěžná pletenina** je plošná textilie vytvořená vzájemným provázáním jedné nitě. Vzniká pletením oka po oku ve směru řádku. **Klička** je část stočené nitě do určitého tvaru, z kterého se následným protažením může vytvořit oko. **Očko** vznikne protažením nitě předchozím vazebním prvkem. Existují dva typy oček lící a rubní. Lící očko vzniká protažením kličky zezadu dopředu a rubní očko protažením kličky zepředu dozadu (viz. obr. 1) [1,2].



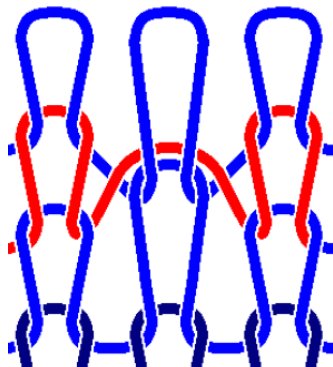
Obr. 1 Lící a rubní očko [3].

**Podložená klička** vzniká z nitě, která se neklade na jehlu, protože jehla zůstává v základní poloze a nepohybuje se. Nitě se jeví jako rovný úsek znázorněno na obr. 2 [2].



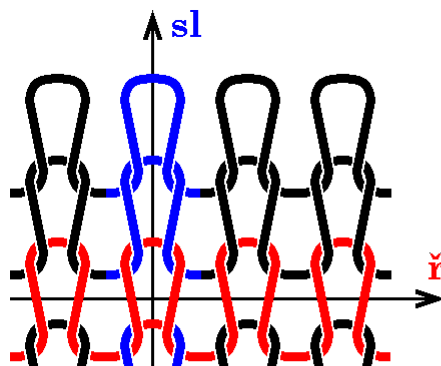
Obr. 2 Podložená klička [3].

**Chytová klička** vzniká, když jehla při pletení nevystoupí do uzavírací polohy, ale pouze do první chytové. To způsobí, že staré očko nespadne na stvol jehly a zůstává ležet na jazýčku jehly. Ke starému očku v druhé chytové poloze je přidána nakladená nit, která vytvoří chytovou kličku. (viz obr. 3) [1].



Obr. 3 Chytová klička [3].

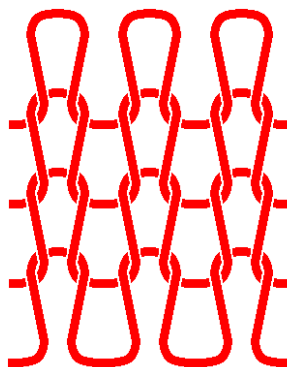
**Řádek pleteniny** je soustava vedle sebe stojících oček (viz obr. 4). **Sloupek pleteniny** je soustava pod sebou vzájemně provázaných oček (viz obr. 4) [4].



Obr. 4 Řádek a sloupek pleteniny [3]

## 2.2 Zátěžné jednolící pleteniny

Zátěžná jednolící pletenina je pletenina, ve které jsou všechna očka provlékána stejným směrem na lící stranu (viz obr.5) [2].



Obr. 5 Zátěžná jednolící pletenina [3]

### **2.2.1 Dělení zátěžných jednolícnicích pletenin**

Zátěžné jednolícnicí pleteniny se dělí podle vazeb:

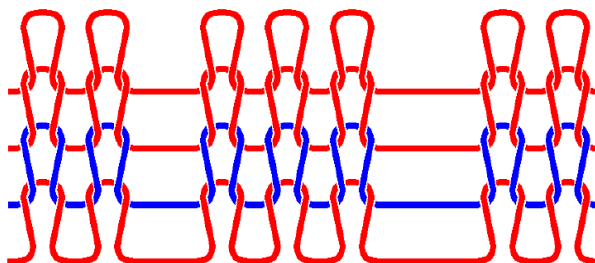
#### **1. vazby s plným počtem oček**

Vazba s plným počtem oček se nazývá hladká. Hladká pletenina má nejmenší možnou strukturní jednotku neboli střidu vazby a to jedno očko. Na lící straně pleteniny jsou vidět stěny oček a na rubní straně obloučky. Nežádoucí vlastností této pleteniny je stáčení okrajů, které má za následek pružná složka deformace nití. Tato pletenina má větší příčnou tažnost než podélnou [3].

#### **2. vazby s chybějícími očky**

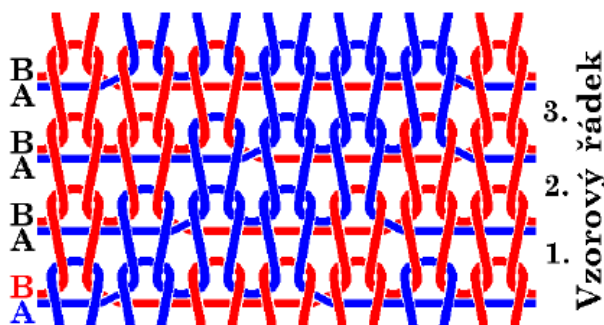
Vazby s chybějícími očky se dělí:

A. žebrované vazby: U těchto vazeb chybí celé sloupky oček vlivem trvalého vyřazení jehel z činnosti. Ve struktuře pleteniny se to projeví prodloužením platinových obloučků (viz obr. 6). Pokud nejsou vyřazeny z činnosti více, jak dvě jehly je však žebrování téměř nepatrné.



Obr. 6 Žebrovaná zátěžná jednolícnicí pletenina [3]

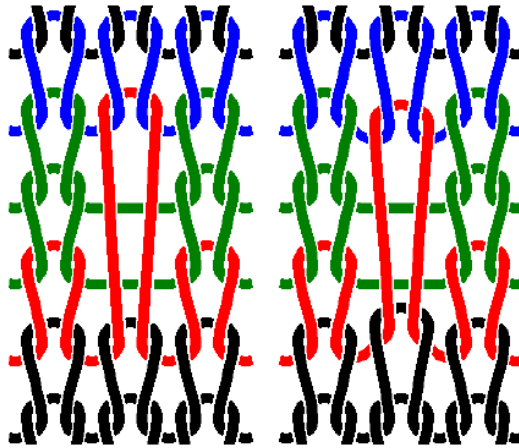
B. podkládané vazby: Pomocí střídání barevných nití v řádku a vhodné kombinace oček a podložených kliček se vytváří barevný vzor. Na rubní straně leží úseky neprovázaných nití (viz obr. 7) [3]. U dvoubarevné podkládané pleteniny tvoří jeden vzorový řádek dva řádky dílčí.



Obr. 7 Podkládaná zátěžná jednolícnicí pletenina [3]

C. vazby s vytaženými očky: Očka v pletenině jsou různě vysoká, protože počet oček je proměnlivý v různých sloupcích (viz obr. 8) [3].

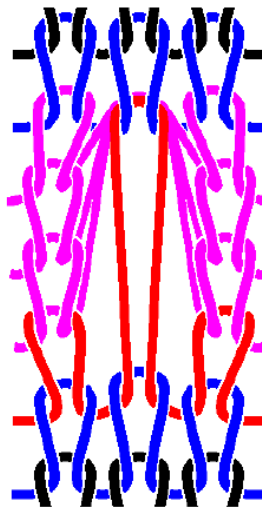




Obr. 8 Zátěžná jednolícní pletenina s vytaženými očky [3]

### 3. vazby s chytovými kličkami

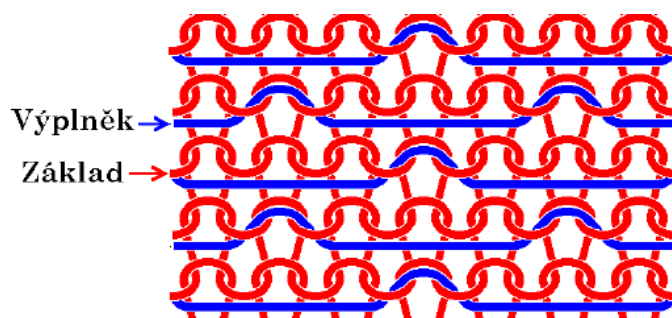
Vazby s chytovými kličkami mají ve své ploše chytové kličky, mohou být jednoduché (pouze jedna), nebo vícenásobné (více chytových kliček nad sebou, tzv. nopy)(viz obr. 9) [3].



Obr. 9 Zátěžná jednolícní pletenina s chytovými kličkami [3]

### 4. vazby s doplňkovými nitěmi

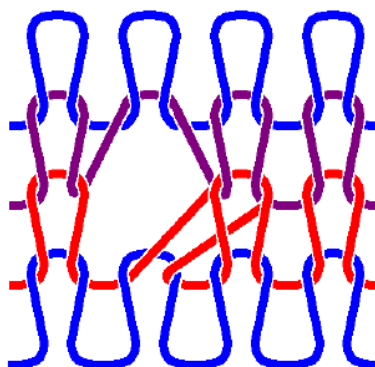
K základní vazbě jsou přidány další nitě, které mění vlastnosti pleteniny. Nítě mohou být spojeny s pleteninou pomocí oček, chytových kliček nebo jiným způsobem (viz obr. 10) [3].



Obr. 10 Výplňková pletenina [3]

5. vazby se změnou polohy nebo struktury vazebních prvků

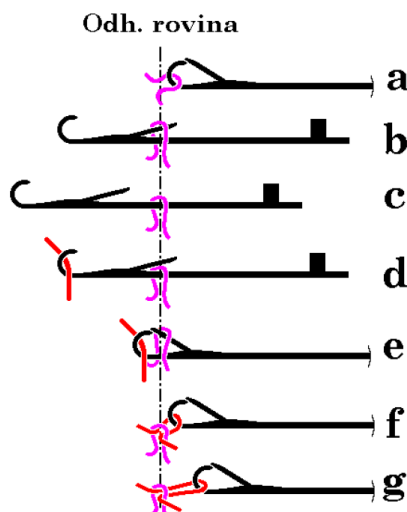
Polohu může měnit celé očko nebo stěna oka, výsledkem je větší či menší otvor v pletenině (viz obr. 11) [3].



Obr. 11 Vazba se změnou polohy oka [3]

### **2.2.2 Tvorba oka na jazýčkové jehle**

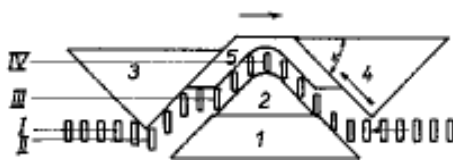
Vytvoření oka na jazýčkové jehle probíhá v sedmi fázích. Fáze jsou znázorněny na obr. 12. První fáze (a) se nazývá základní poloha, kde je v uzavřené hlavě jehly staré očko pleteniny. Druhá fáze (b) je první chytová poloha. Jehla v této fázi stoupá a staré očko zatlačí na jazýček jehly a tím se otevře hlava jehly. Staré očko pleteniny leží na jazýčku jehly. Třetí fáze (c) je označena jako uzavírací. Jehla vystoupá do své nejvyšší polohy, staré očko spadne na stvol jehly za jazýček. Další fáze (d) je nazývána druhá chytová poloha. Jehla klesá (stahuje se), staré očko se dostává pod otevřený jazýček jehly. Do otevřené hlavy jehly se klade nová nit. Pátá fáze (e) je fáze nanášení. Jehla se stahuje, staré očko zespoda zatlačí na jazýček, tím zavře hlavu jehly a začíná se nanášet na uzavřenou hlavu jehly. V uzavřené hlavě jehly je nová klička. Předposlední fáze (f) je odhoz. Jehla stále klesá, očko se odhodí přes hlavu jehly do nové kličky a tím vzniká nové očko. Poslední fáze (g) je zatažení. Jehla klesne a zatáhne potřebnou výšku nového oka [1].



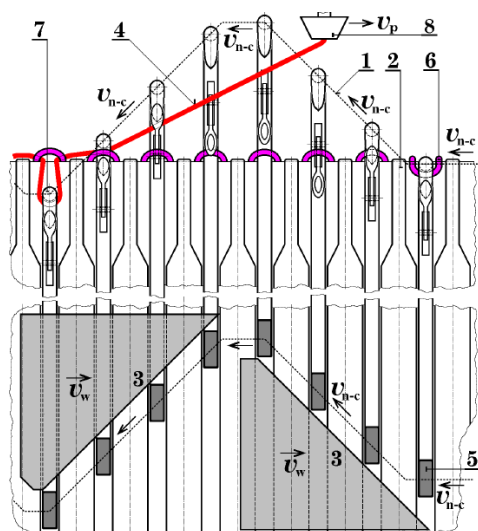
Obr. 12 Tvorba oka na jazýčkové jehle [3]

### **2.2.3 Vytvoření řádku pleteniny**

Zátěžná jedolící pletenina se vytváří na plochem pletacím stroji. Plochý pletací stroj se skládá z těchto částí: plochého lůžka s jazýčkovými jehlami, saní se zámkovou soustavou, přiváděcího ústrojí, odváděcího ústrojí. Zámková soustava je zobrazena na obr. 13, skládá se ze dvou stahovačů (3,4) a jednoho zvedače, který se skládá ze dvou částí: chytový zámek (1), který zvedá jehly do chytové polohy a v pletenině se utvoří chytová klička a uzavírací zámek (2), který zvedá jehly do uzavírací polohy a vytváří se oko. Při pletení podložené kličky se zvedač vypne a jehly projedou zámkovou dráhou bez zvednutí. Při pletení hladké pleteniny pletou všechny jehly ve všech řádcích. Při pletení pleteniny s podloženými kličkami se některé jehly vyřazují z činnosti a to buď jen v jednom řádku, nebo po celém pleteném vzorku. Vyřazení jehel se provádí pomocí programového ústrojí pletacího stroje a to buď skupinovou volbou jehel a nebo nyní častější individuální elektromagnetickou volbou jehel. Pletenina se vytváří tak, že saně přejíždí z jedné strany lůžka na stranu druhou viz. obr. 14 [1].



Obr. 13 Zámková dráha plochého pletacího stroje [3]



- 1 – dráha jehly
- 2 – drážka lůžka = žebro
- 3 – zámky
- 4 – nová nit
- 5 – kolénko jehly
- 6 – starý řádek pleteniny
- 7 – jehla v poslední fázi – zatahování
- 8 - vodič

Obr. 14 Jehla projíždějící zámkovou dráhou [3]

### 2.3 Základní strukturální parametry pletenin

**Hustota řádků  $H_{\check{r}}$**  je charakterizována jako počet řádků připadajících na jednotku délky, nejčastěji se uvádí na jeden metr [ $\check{r}/m$ ].

**Hustota sloupků  $H_{sl}$**  je charakterizována jako počet sloupků na jednotku délky, nejčastěji se uvádí na jeden metr [ $sl/m$ ].

**Celková hustota  $H_c$**  je charakterizována jako celkový počet oček na ploše, nejčastěji se uvádí na metr čtverečný [ $o\check{c}/m^2$ ]. Celková hustota se vypočítá dle vztahu (1).

$$H_c = H_{\check{r}} \cdot H_{sl} \quad (1)$$

**Rozteč řádků  $B$**  vyjadřuje výšku oka. Rozteč řádků se dá vyjádřit jako převrácená hodnota hustoty řádků dle vztahu (2), uvádí se v milimetrech [mm].

$$B = 1/H_{\check{r}} \quad (2)$$

**Rozteč sloupků  $A$**  vyjadřuje šířku oka. Rozteč sloupků se dá vyjádřit jako převrácená hodnota hustoty sloupků dle vztahu (3), uvádí se v milimetrech [mm]

$$A = 1/H_{sl} \quad (3)$$

**Poměr hustot  $\frac{A}{B}$**  je to bezrozměrné číslo, vyjadřuje poměr mezi šířkou a výškou oka.

Poměr udává, zda je oko kulaté (poměr je roven 1) či podlouhlé (poměr menší než 1).

**Délka nitě v oku  $l$**  charakterizuje velikost oka. Tento parametr patří mezi nezávislé vstupní parametry. Podrobněji bude tento parametr popsán v kap. 2.4.

**Průměr nitě  $d$**  je charakterizován jako průměr nejmenšího myšleného válce, v němž je soustředěna veškerá hmota příze nebo její podstatná část. Tento parametr jako i délka nitě v oku patří mezi nezávislé vstupní parametry.

**Vazný bod** je místo překřížení nití různých oček, zobrazeno na obr. 15 [3,4].



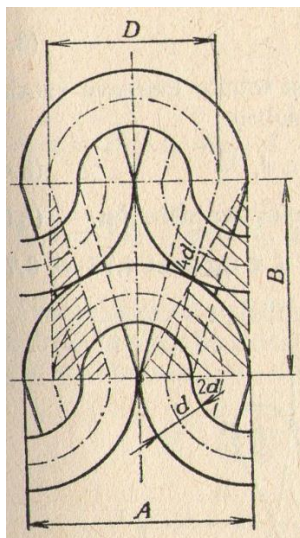
Obr. 15 Vazný bod [3]

## **2.4 Geometrie zátažné jednolící pleteniny**

Zátažné pleteniny jsou nestabilní textilní útvary. Působením už i velmi malých sil dochází k přeskupení materiálu ve vazných bodech. Při modelování oček pletenin je uvažován relaxovaný stav pleteniny. Relaxovaný stav pleteniny je stav, kdy je v pletenině minimum vnitřní deformační energie. Při vzniku pleteniny se ve struktuře energie drží díky elastickým složkám deformace nitě. Jednolící pletenina je jedna z nejjednodušších pletených struktur, proto jí byla zřejmě věnována největší pozornost. Geometrické modely oka zátažná jednolící pleteniny vytvořili např. Chamberlain, Peirce, Dalidovič.

### **2.4.1 Chamberlainův model oka**

Chamberlainův model oka je založen na těchto předpokladech: jehelní a platinové obloučky jsou kruhové, stejně velké, mají osy v jedné přímce, navzájem se všude dotýkají. Obloučky a stěny oka na sebe navazují sečně. Z tohoto geometrického modelu oka lze vyjádřit jeho délku. Model oka je znázorněn na obr. 16 [2].



Obr. 16 Chamberlainův model oka [2]

Chamberlain odvozuje délku nitě v očku ze čtverce vyznačeného na obr. 16. Z horního očka na obrázku uvažuje stěny a dva půlkruhy platinového oblouku a ze spodního očka bere jehelní oblouk. Podle něj je tedy průměr jehelního a platinového oblouku shodný a proto jej označuje  $D$ .

$$D_j = D_p = D,$$

kde  $D_j$  je průměr jehelního oblouku [mm],  $D_p$  je průměr platinového obloučku [mm] a  $D$  je průměr obloučku [mm].

Délka nitě v očku je dle autora součet průměru oblouků a dvou stěn očka.

$$l = \frac{\pi}{2} \cdot (D_j + D_p) + 2s = \pi D + 2s,$$

kde  $l$  je délka nitě v očku [mm] a  $s$  je stěna očka [mm].

Průměr obloučku  $D$  je dle obrázku definovaný jako dva průměry platinového oblouku a jeden průměr jehelního.

$$D = 3d,$$

kde  $d$  je průměr nitě [mm].

Šířka očka  $A$  je dle obrázku definována jako celá šířka očka, tedy dva průměry platinového oblouku a dva průměry jehelního oblouku.

$$A = 4d$$

Výška očka  $B$  je vyjádřena pomocí pomyslného pravoúhlého trojúhelníku vyšrafovaného na obrázku (vpravo), který má odvěsny  $B$  a  $2d$  a přeponu  $4d$ . Po úpravách získáme:

$$B = \sqrt{(4d)^2 - (2d)^2} = 2d \cdot \sqrt{3}$$

Délka stěny očka  $s$  je vyjádřena opět pomocí pravoúhlého trojúhelníku vyšrafovaného na obrázku (vlevo), který má odvěsny  $B$  a  $d$  a přeponu  $s$ . Po úpravě získáme:

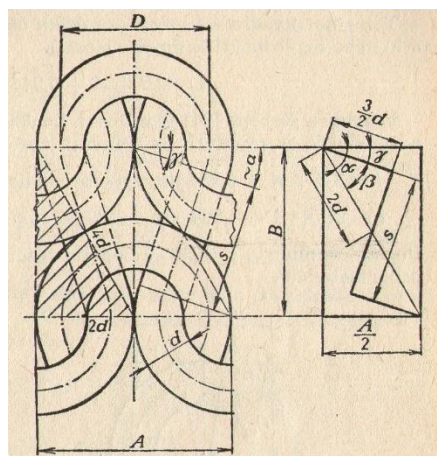
$$s = \sqrt{B^2 + d^2}$$

Po dosazení do vzorce délky nitě v očku získáme konečný vztah pro délku nitě v očku (4):

$$l = \pi D + 2s = \pi 3d + 2\sqrt{B^2 + d^2} = d(3\pi + 2\sqrt{13}) = 16,64d \quad (4)$$

#### **2.4.2 Peirceův model očka**

Peirceův model očka vychází z obdobných předpokladů jako Chamberlainův model očka. Odlišnost je v tom, že uvažuje napojení obloučků a stěn tečnou. Poloviny kružnice jsou zvětšeny o úseky do začátku stěny (viz obr. 17) [2].



Obr. 17 Peircův model oka [2]

Peirce odvozuje délku nitě v oku ze čtverce vyznačeného na obr. 17 jako Chamberlain. Podle něj je tedy průměr jehelního a platinového oblouku shodný a proto jej označuje  $D$ .

$$D_j = D_p = D,$$

kde  $D_j$  je průměr jehelního obloučku [mm],  $D_p$  je průměr platinového obloučku [mm] a  $D$  je průměr obloučku [mm].

Délka nitě v oku je dle autora součet průměru oblouků, čtyř úhlů  $\alpha$  (vyznačeno na obr. 16) a dvou stěn oka.

$$l = \pi D + 4\alpha + 2s,$$

kde  $l$  je délka nitě v oku [mm],  $\alpha$  je úhel [rad] a  $s$  je stěna oka [mm].

Průměr obloučku  $D$  je dle obrázku definovaný jako dva průměry platinového oblouku a jeden průměr jehelního jako u modelu Chamberlaina.

$$D = 3d,$$

kde  $d$  je průměr nitě [mm].

Šířka oka  $A$  je dle obrázku definována jako celá šířka oka, tedy dva průměry platinového oblouku a dva průměry jehelního oblouku.

$$A = 4d$$

Výška oka  $B$  je vyjádřena pomocí pomyslného pravoúhlého trojúhelníku vyšrafovaného na obrázku, který má odvěsnu  $B$  a  $2d$  a přeponu  $4d$ . Po úpravách získáme:

$$B = \sqrt{(4d)^2 - (2d)^2} = 2d\sqrt{3}$$

Délka stěny oka  $s$  je vyjádřena pomocí pravoúhlého trojúhelníku znázorněného na obrázku vedle oka. Trojúhelník má odvěsny  $\frac{3}{2}d$  a  $\frac{s}{2}$  a přeponu  $2d$ . Po úpravě získáme:

$$\frac{s}{2} = \sqrt{(2d)^2 - \left(\frac{3}{2}d\right)^2} \longrightarrow s = d\sqrt{7}$$

Po dosazení do vzorce délky nitě očka získáme:

$$l = d(3\pi + 6\hat{\gamma} + 2\sqrt{7})$$

Pro vyjádření  $\hat{\gamma}$  je vyjádřena pomocí úhlů v trojúhelnících znázorněných na obrázku vedle očka.

$$\tan \gamma = \frac{\tan \alpha - \tan \beta}{1 + \tan \alpha \cdot \tan \beta}$$

$$\tan \alpha = \frac{B}{\frac{A}{2}} = \frac{2d\sqrt{3}}{\frac{4d}{2}} = \sqrt{3}$$

$$\tan \beta = \frac{\frac{s}{2}}{\frac{3}{2}d} = \frac{d\sqrt{7}}{2} \cdot \frac{2}{3d} = \frac{\sqrt{7}}{3}$$

Vyjádření délky nitě v očku po dosazení získáme vztah (5):

$$l = d(3\pi + 6\hat{\gamma} + 2\sqrt{7}) = 16,66d \quad (5)$$

Autor také uvádí vztah (6) pro délku očka podle obecnějšího modelu, u kterého nepředpokládá dotek oblouků:

$$l = 2B + A + 5,94d, \quad (6)$$

kde  $l$  je délka nitě v očku [mm],  $B$  je rozteč sloupků, výška očka [mm],  $A$  je rozteč řádků, šířka očka [mm] a  $d$  je průměr nitě [mm].

Na základě experimentu Fletcher a Roberts vztah upravili:

Pro vypočtenou hodnotu průměru  $d$  dle vztahu (7):

$$l = 2B + A + 5,98d \quad (7)$$

Pro mikroskopicky změřený průměr  $d$  dle vztahu (8):

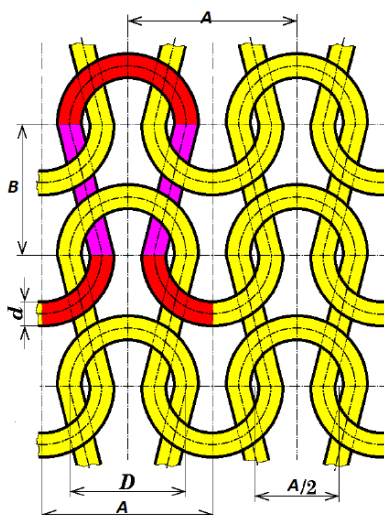
$$l = 2B + A + 4,56d, \quad (8)$$

kde  $l$  je délka nitě v očku [mm],  $B$  je výška očka [mm],  $A$  je šířka očka [mm] a  $d$  je průměr nitě [mm].

### **2.4.3 Dalidovičův model očka**

Dalidovičův model očka vychází z předpokladů, že jehelní a platinové obloučky jsou kruhové, stejně velké a mají středy na jedné přímce. Obloučky a stěny navazují sečně a předpokládají se mezery mezi jednotlivými oblouky. Dalidovičův model očka je znázorněn na obr. 18 [1].





Obr. 18 Dalidovičův model očka [1]

Dalidovič odvozuje délku nitě v očku z jednoho očka, viz obr. 18. Části, které tvoří délku v jednom očku, jsou zvýrazněny barevně, fialově jsou znázorněny stěny očka, červeně jehelní oblouk a dva půlkruhy platinového oblouku. Podle něj je tedy průměr jehelního a platinového oblouku shodný a proto jej označuje  $D$  jako Chamberlain i Peirce.

$$D_j = D_p = D,$$

kde  $D_j$  je průměr jehelního obloučku [mm],  $D_p$  je průměr platinového obloučku [mm] a  $D$  je průměr obloučku [mm].

Délka nitě v očku je dle autora součet průměru oblouků a dvou stěn očka (zanedbává zkosení stěn očka a uvažuje jejich délku jako výšku řádku B).

$$l = \pi D + 2B,$$

kde  $l$  je délka nitě v očku [mm],  $B$  je výška očka [mm].

Dle obr. 17 lze vyjádřit průměr oblouku  $D$  jako

$$D = \frac{A}{2} + d,$$

kde  $A$  je šířka očka [mm] a  $d$  je průměr nitě [mm].

Podle Dalidoviče je délka nitě očka vyjádřena dle vztahu (9):

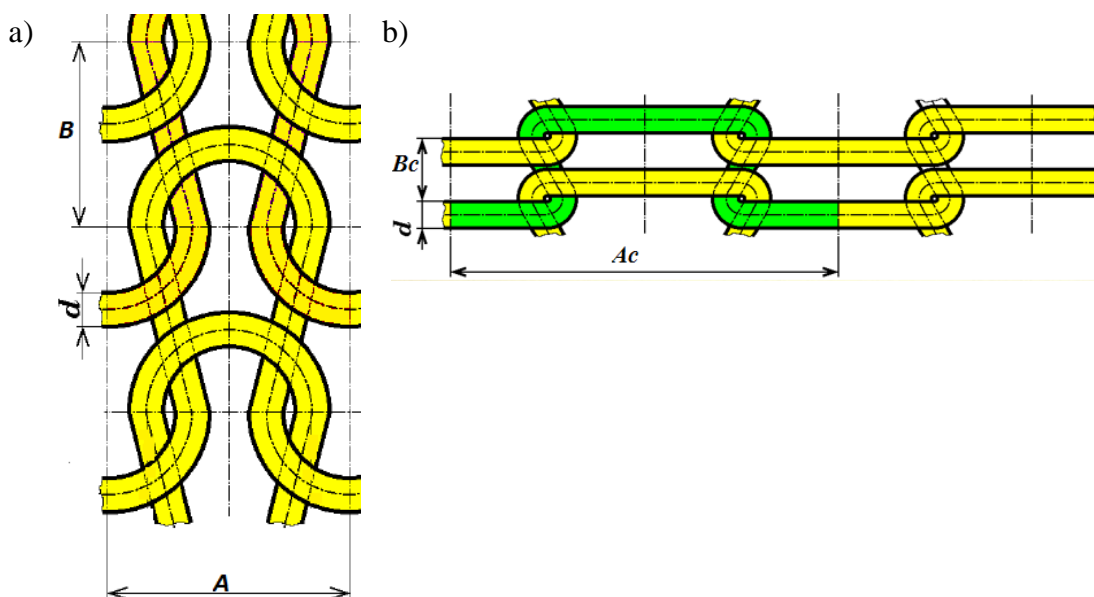
$$l = \frac{\pi}{2}A + \pi d + 2B \quad (9)$$

Vypočtená délka nitě v očku různými modely se liší minimálně, a proto je možné využít nejjednodušší Dalidovičův model očka, i když je v modelu zanedbáno zešíkmení stěn očka (tzn., že stěna očka je kratší než ve skutečnosti) [2].

## 2.5 Geometrický model deformovaného prvku zátažné jednolící pleteniny

V této podkapitole bude popsán model deformovaného prvku pleteniny, který se deformuje při natažení. Prvek bude zdeformovaný do tzv. mezního stavu. Mezní stav je stav, kdy je pletenina natažená do své maximální možné deformace bez změny průměru příze. Model bude popsán ve směru řádku, protože v řádku je rozdíl mezi tím, jestli je prvkem očko nebo podložená klička. Když je prvkem očko má velkou zásobu při deformaci, ale jeli prvkem podložená klička, tak ta nemá žádnou zásobu nitě. Ve směru sloupku nezáleží, zda je prvkem očko nebo podložená klička, protože zásoba je ve sloupku velmi podobná. Geometrický model deformovaného prvku bude popsán jak pro variantu jen s očky (tedy hladkou pleteninu), tak pro variantu s podloženou kličkou [5].

### 2.5.1 Zátažná jednolící pletenina hladká



Obr. 19 Struktura hladké jednolící pleteniny před a po deformaci v příčném směru [1, 5]

Předpoklady, na jejichž základě byl vytvořen model oka deformované struktury hladké jednolící pleteniny:

- Délka nitě v očku zůstává po deformaci stejná jako před deformací, očko pouze změní tvar.
- Průměr nitě se nemění, stejný na obr. 19 a) i b).
- Je zde zanedbáno tření a ostatní vlivy.

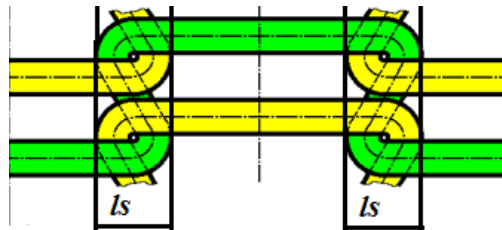
Na obr. 19 a) je znázorněný zrelaxovaný stav pleteniny, tzn., že na pleteninu nepůsobí žádné vnější síly a síly uvnitř pleteniny jsou v rovnováze. Symbolem  $A$  je označena šířka oka, symbolem  $B$  je označena výška oka a  $d$  je průměr nitě. Na obr. 19 b) je znázorněný mezní stav pleteniny, tzn. stav maximální možné deformace ve směru

řádku, za předpokladu, že není deformovaný průřez příze. Je zde znázorněno  $Ac$  což je šířka oka po deformaci – mezní stav (limitní šířka oka),  $Bc$  je výška oka po deformaci – mezní stav (limitní výška oka) a  $d$  je průměr nitě.

Dále v textu bude popsáno, jak se zjistí šířka a výška oka v mezním stavu. Tento parametr je nutné zjistit, protože pletenina v tomto stavu plně využívá celou svou zásobu nitě o oku, ale ještě se nedeformuje průřez nitě.

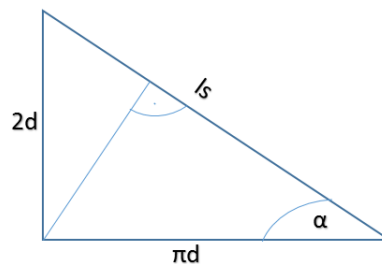
$A$  se po deformaci oka mění na  $Ac$ ,  $B$  se po deformaci oka mění na  $Bc$ ,  $d$  se nemění.

Deformované oko se skládá z přímých míst a ze šroubovic, v kterých jsou oka vzájemně propletena. Délku nitě ve šroubovicích je potřeba zjistit, aby ji bylo možné odečíst od celkové délky nitě v oku a určit tak limitní úsek  $Ac$ . Délka nitě uložená ve šroubovici při maximálním využití zásoby nitě v oku a ještě se nedeformuje průřez nitě je označen  $ls$  a je znázorněna na obr. 20 [5].



Obr. 20 Šroubovice při maximálním využití zásoby nitě v oku [5]

Vyjádření délky  $ls$  na obr. 21:



Obr. 21 Trojúhelník pro vyjádření  $ls$

Malý trojúhelník:

$$\sin \alpha = \frac{\text{protilehlá odvěsna}}{\text{přepona}} = \frac{2d}{\pi d} = \frac{2}{\pi}$$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{2}{\pi}\right) = 0,69 \text{ rad} = 39,5^\circ$$

Velký trojúhelník:

$$\cos \alpha = \frac{\pi d}{ls} \rightarrow ls = \frac{\pi d}{\cos \alpha}$$

Úsek  $Ac$  je tedy dle vzorce (10):

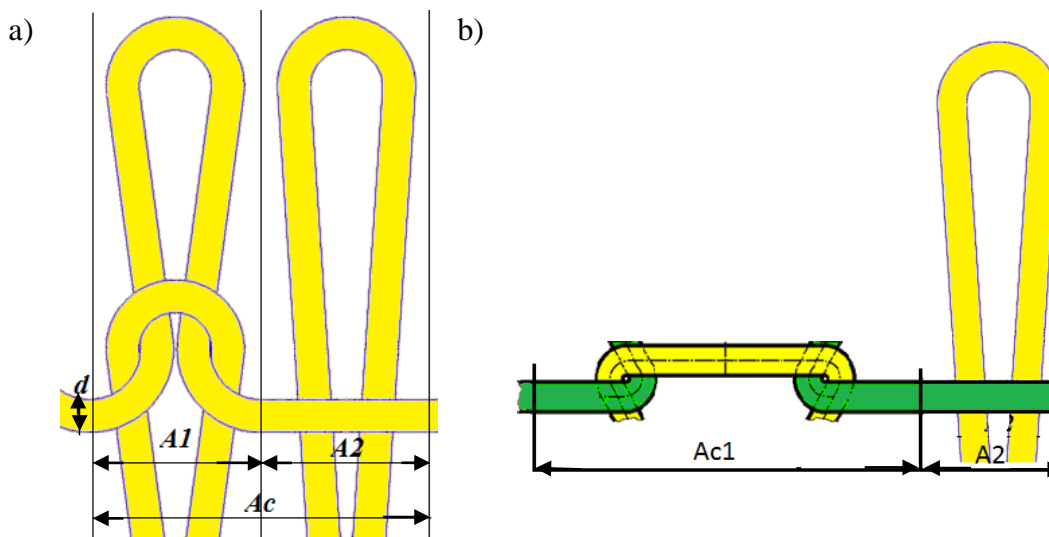
$$Ac = l - 2ls + 4d, \tag{10}$$

kde  $Ac$  je limitní šířka oka,  $l$  je délka nitě v oku,  $ls$  je délka nitě uložená ve šroubovici a  $d$  je průměr nitě.

Procentuální změna lze stanovit dle vzorce (11):

$$\frac{Ac - A}{A} = \frac{l - 2ls + 4d - A}{A} \quad (11)$$

### 2.5.2 Zátěžná jedolící pletenina s podloženou kličkou



Obr. 22 Struktura jedolící pleteniny s podloženou kličkou před a po deformaci

Tento model je vyjádřen pro dva vazební prvky a to oko a podloženou kličkou.

Předpoklady, na jejichž základě byl vytvořen model s okem a podloženou kličkou v deformované struktuře jsou:

- Délka nitě v oku zůstává po deformaci stejná jako před deformací, oko pouze změní tvar.
- Průměr nitě se nemění, stejný na obr. a) i b).
- Je zde zanedbáno tření a ostatní vlivy.

Předpoklad pro model s podloženou kličkou je, že délka podložené kličky je stejná jako šířka oka (pro přehlednost šířka oka označena  $A_1$ , šířka podložené kličky označena  $A_2$ , ale šířka oka je rovna šířce podložené kličky, tedy  $A_1 = A_2$ ).

Na obr. 22 a) jsou znázorněna oka jedolící pleteniny s podloženou kličkou před deformací. Na obr. 22 je vyznačena šířka oka  $A_1$ , šířka podložené kličky  $A_2$  a průměr nitě  $d$ . Na obr. 22 b) jsou znázorněna oka jedolící pleteniny s podloženou kličkou po deformaci. Je zde znázorněno  $Ac_1$  což je šířka oka po deformaci a  $A_2$  což je šířka podložené kličky, která se nezměnila a  $d$  je průměr nitě.

Dále v textu bude popsáno, jak se zjistí šířka a výška modelu s okem a podloženou kličkou v mezním stavu.

$A_1$  se po deformaci mění na  $Ac_1$ ,  $A_2$  se po deformaci nemění a zůstává  $A_2$ ,  $d$  se nemění. Šířka dvou vazebních prvků po deformaci v tomto modelu je:

$$Ac = Ac_1 + A_2$$

Stejně jako u hladké pleteniny deformované očko se skládá z přímých míst a ze šroubovic, v kterých jsou oka vzájemně propletena. Délka nitě ve šroubovicích  $ls$  je zjištěna stejně jako u modelu hladké jednolící pleteniny.

$$ls = \frac{\pi d}{\cos \alpha}$$

Podložená klička je pouze rovný úsek, kde není žádná zásoba nitě jako u oka a tudíž není kde zásobu čerpat, a proto se tvar nemění, délka je stejná, protože leží ve směru namáhání.

Délka úseku  $Ac$  dvou vazebních prvků je tedy dle vzorce (12):

$$Ac = l - 2ls + 4d + A_2 \quad (12)$$

Procentuální změna lze stanovit dle vzorce (13):

$$\frac{Ac - (A_1 + A_2)}{(A_1 + A_2)} = \frac{l - 2ls + 4d + A_2 - A_1 - A_2}{A_1 + A_2} = \frac{l - 2ls + 4d - A_1}{A_1 + A_2} \quad (13)$$

Po přepsání  $A_1 = A_2$  vznikne vzorec (14):

$$\frac{l - 2ls + 4d - A_1}{2A_1} \quad (14)$$

Ze vztahu výše je zřejmé, že v procentuální změně nezáleží na tom, jestli je v pletenině očko nebo podložená klička. Ale tento model je tvořen na dva vazební prvky, naopak první model je pouze na jeden vazební prvek.

## **2.6 Mechanické vlastnosti pletenin**

Tato podkapitola bude věnována vybraným mechanickým vlastnostem, a to pevnosti a tažnosti pletenin.

### **2.6.1 Pevnost pleteniny**

Pevnost pleteniny patří mezi deformační vlastnost pleteniny. Pevnost pleteniny je dána silou potřebnou k přetržení, závisí na hustotě pleteniny, použitých vazebních prvcích ve struktuře, pevností nitě a stejnoměrnosti nitě, z které je pletenina vyrobena.

Teoretické stanovení pevnosti pleteniny:

Pevnost pleteniny lze stanovit teoreticky dle vzorce (15):

$$F_p = H_{\gamma,sl} F_N K_{VZ} K_{VP}, \quad (15)$$

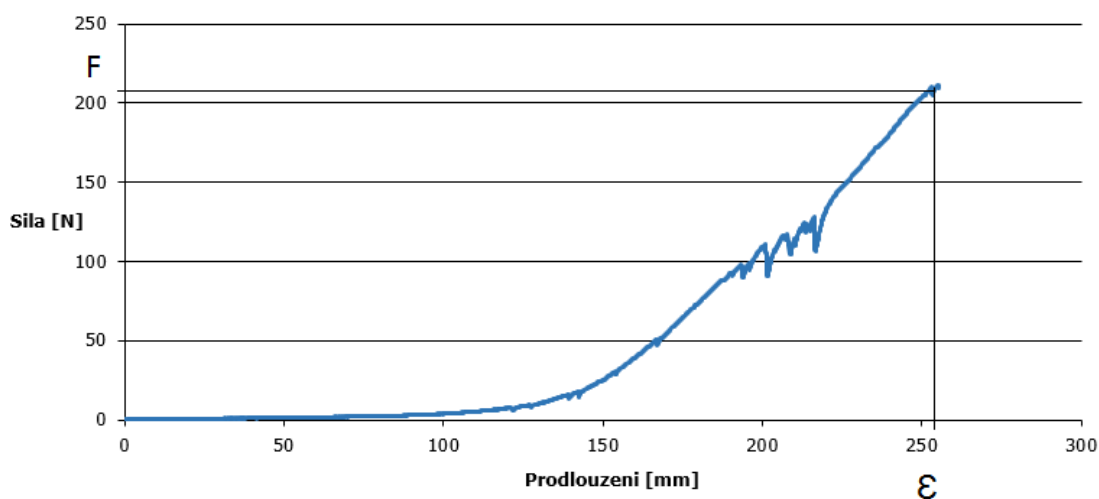
kde  $F_p$  je pevnost pleteniny,  $H_{r,sl}$  je hustota řádků nebo sloupků podle směru namáhání,  $F_N$  je pevnost nitě,  $K_{VZ}$  je koeficient vazby,  $K_{VP}$  je koeficient využití pevnosti. Koeficient využití pevnosti koriguje výpočet vzhledem k tomu, že pevnost nitě lze v pletenině využít více či méně dobře. U pletenin je zpravidla  $K_{VP} < 1$ , protože plné využití pevnosti všech nití není možné například, protože nit je nestejněměrná (přetrhne se v nejslabším místě) [1, 5].

#### Experimentálně stanovená pevnost pleteniny:

Absolutní pevnost je definována jako síla potřebná k přetržení vzorku. Absolutní pevnost je ovlivněna hustotou řádků a sloupků jednotlivých druhů pletenin, a proto se přepočítává na relativní pevnost, která není zatížena rozdíly v hustotách mezi pleteninami a pleteniny lze mezi sebou porovnávat [5].

Zkouška pevnosti probíhá dle normy ČSN 80 0810.

Pevnost pleteniny (stejně jako tažnost) se měří nejčastěji ve dvou směrech a to ve směru řádků a ve směru sloupků. Pevnost i tažnost lze stanovovat i v dalších směrech, např. ve směru diagonály (pod úhlem  $45^\circ$ , či pod jinými úhly). Pevnost pletenin se testuje na trhacím přístroji společně s tažností. Při přetrhu pleteniny často dochází k tomu, že praskají jednotlivé nitě a dochází ke skokovému poklesu napětí. Na obr. 23 je zobrazena obecná křivka namáhání pleteniny ve směru řádku. Dále je na obr. 23 znázorněna tažnost a pevnost při přetrhu pleteniny. Zkouška pevnosti a tažnosti se provádí tak, že se do čelisti horní a dolní upne vzorek o velikosti 20x5cm. Upínací délka je 10cm. Následně se vzorek natahuje až do přetrhu. Výsledkem tahové zkoušky je vzájemný vztah mezi protažením a napětím [3,4,6,7].



Obr. 23 Skokové změny napětí při přetrhu pleteniny

### **2.6.2 Tažnost pleteniny**

Tažnost pleteniny patří mezi deformační vlastnost pleteniny stejně jako pevnost.

#### Teoretické stanovení tažnosti pleteniny:

Tažnost pleteniny je schopnost určitého materiálu měnit tvar vlivem vnější zatěžovací síly, která na materiál působí.

#### Experimentálně stanovená tažnost pleteniny:

Tažnost můžeme definovat jako celkové poměrné prodloužení při přetrhu. Tažnost je dána prodloužením vzorku při přetrhu a vyjádřena v procentech upínací délky dle vzorce (16).

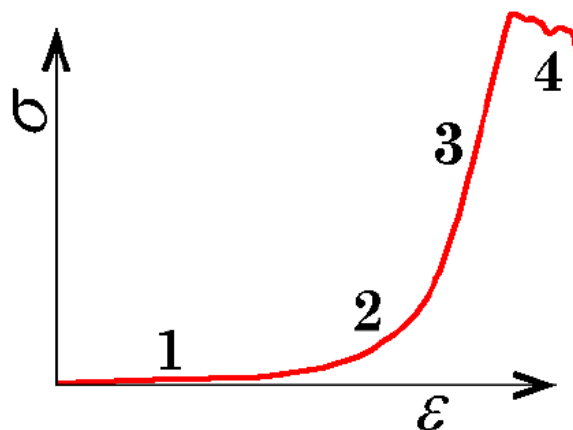
$$\varepsilon = \frac{l_p - l_0}{l_0} \cdot 100, \quad (16)$$

kde  $\varepsilon$  je tažnost [%],  $l_p$  je délka vzorku při přetrhu [mm] a  $l_0$  je upínací délka vzorku [mm].

Zkouška tažnosti probíhá dle normy ČSN 80 0810 [3,4,6,7].

### **2.6.3 Tahová křivka**

Tahová křivka je jedním z výstupů zkoušky pevnosti a tažnosti. Tvar tahové křivky je zobrazen na obr. 24. Osa x nese poměrné protažení, osa y napětí. Tahová křivka pleteniny je velmi specifická a je možné ji rozdělit na několik charakteristických oblastí. Hranice mezi oblastmi nejsou ostře ohraničené, nalézt přesný okamžik, kdy se pletenina dostane z jednoho stavu do dalšího nelze přesně určit. Jevy na tahové křivce, které jsou popsány dále, se vzájemně v určitém intervalu prolínají. Oblast označena číslem 1 na obrázku tahové křivky značí vodorovný úsek s osou x a charakterizuje deformaci pleteniny vlivem malé síly. Deformace pleteniny znamená změnu tvaru oček, konkrétně jehelních a platinových obloučků, mění se geometrie osy nitě. Třetí síla působí proti směru namáhání. Ve druhém úseku se deformuje průřez nitě. Strmost křivky se zvětšuje, protože deformace průřezu nitě vyžaduje větší sílu. Třetí oblast je ovlivněna samotnou nití a jejími mechanickými vlastnostmi. Působí zde značné napětí a podélná deformace nitě. Čtvrtá část je přetrh pleteniny [1,3,4,6,7].



Obr. 24 Tahová křivka [3]

### **2.7 Předpoklady vlivu podložené kličky na průběh namáhání pleteniny**

Vliv podložené kličky na průběh namáhání pleteniny se projeví na tvaru tahové křivky a především na rozměrech základních částí tahové křivky.

Podložená klička je rovným úsekem nitě, který v pletenině neprovazuje a tím netvoří očko. Důležité je, kde je podložená klička v pletenině uložena. Pokud se plete, např. jednolící žebro, jsou jehly trvale vyraženy a u vazby dojde pouze k prodloužení platinových obloučků. Když bude vyražena pouze jedna jehla z činnosti, může dojít ke zrelaxování pleteniny tak, že nebude poznat, že se jedná o vazbu s podloženou kličkou.

V řádku pleteniny, kde jsou podložené kličky, není tolik zásoby nitě, jako v řádku kde podložené kličky nejsou a jsou zde pouze očka (hladká jednolící pletenina). Tato skutečnost má za následek nižší příčnou tažnost pleteniny, protože při natahování pleteniny se nejdříve natahuje zásoba nitě v řádku, a poté se deformuje průřez nitě. Podložená klička by neměla mít vliv na podélnou tažnost, protože ve sloupku se nic nemění oproti hladké pletenině.

Dále platí skutečnost, že hustší pleteniny jsou méně tažné než pleteniny řídké [2].

### **2.8 Základní parametry příze**

Parametry samotné příze ovlivňují vlastnosti výsledné pleteniny. V této podkapitole jsou popsány základní parametry přízí.

#### **2.8.1 Jemnost příze**

Jemnost neboli délková hmotnost je definována poměrem mezi hmotností  $m$  a délkou  $l$ . Vyjadřuje se hmotnostním číslováním soustavou *tex* případně titer denier nebo délkovým číslováním pomocí čísla metrického  $Nm$  a čísla anglického  $Ne$  [6].



Jemnost v soustavě *tex* je definována podle vztahu (17):

$$T = \frac{m}{l_n}, \quad (17)$$

kde  $T$  je jemnost příze [tex],  $m$  je hmotnost příze [g] a  $l_n$  je délka příze [km].

#### Princip měření jemnosti příze:

Jemnost příze se stanovuje gravimetrickou metodou dle normy ČSN EN ISO 2060. Tato metoda spočívá v odměření délky příze a jejím zvážením. Odměření délky se provádí pomocí vijáku, na který se příze navine. Odměřená délka se následně zváží na vahách. Toto měření se provádí opakovaně a data jsou statisticky zpracována a následně přepočítána na jemnost podle vzorce (17) [6, 8].

### **2.8.2 Průměr příze**

Průměr příze je charakterizován jako průměr nejmenšího myšleného válce, v němž je soustředěna veškerá hmota příze nebo její podstatná část. Průměr příze lze vyjádřit dle vztahu (18) [4].

$$d = \sqrt{\frac{4T}{\pi\mu\rho}}, \quad (18)$$

kde  $d$  je průměr příze [mm],  $T$  je jemnost příze [tex],  $\rho$  je hustota příze [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ],  $\mu$  je zaplnění příze a  $\pi$  je Ludolfovo číslo.

#### Princip měření průměru příze:

Existuje několik přístupů k měření průměru příze: z podélného pohledu, z řezu příze (např. metoda Secant).

Měření průměru příze z podélného pohledu na Usteru Testeru je založeno na sensorové technologii, která obsahuje kameru. Infračervený vysílač optického senzoru vytváří souběžný světelný paprsek. Poté je obraz sejmut optickým přijímačem a signál vytváří průměr těla příze. Vystupující vlákna toto měření neovlivňují. Senzory v úhlu  $0^\circ$  a  $90^\circ$  dodávají informace o průměrném 2D průměru a tvaru příze. Přístroj Uster Tester 4 vyhodnocuje průměr příze po celé délce měřeného vzorku [6].

Metoda Secant určuje průměr příze z jejího řezu. Princip metody Secant spočívá v určení osy příze v příčném řezu, určení počtu vláken v příčném řezu příze, rekonstrukci vlákných ploch a jejich začlenění do soustavy radiálních mezikruží v příčném řezu příze, korekce vlivu sklonu vlákna způsobeného zákrutem příze, výpočet radiálního zaplnění v řezu příze, statistické zpracování souborů řezů, korekce zaplnění dle sklonu vláken způsobených migračními jevy a určení efektivního

(experimentálního) průměru příze a zaplnění příze. Průměr příze se metodou Secant stanovuje na hodnotě radiálního zaplnění 0,15 [6,9].

## **2.9 Mechanické vlastnosti příze**

V této podkapitole jsou popsány vlastnosti přízí.

### **2.9.1 Pevnost příze**

Pevnost příze je definována jako síla potřebná k přetržení příze. Vztah pro výpočet relativní pevnosti (19):

$$R [N/tex] = \frac{F [N]}{T [tex]}, \quad (19)$$

kde  $R$  je relativní pevnost [N/tex],  $F$  je absolutní pevnost [N] a  $T$  je jemnost [tex].

Zkouška pevnosti se provádí podle normy ČSN EN ISO 2062.

Pevnost příze se testuje na trhacím přístroji společně s tažností. Absolutní pevnost je síla potřebná k přetržení příze. Absolutní pevnost je ovlivněna jemností, a proto se přepočítává na relativní pevnost (vztah 19), která není zatížena jemností a lze mezi sebou příze porovnávat bez ohledu na jemnost příze [6, 10].

### **2.9.2 Tažnost příze**

Tažnost je celkové poměrné prodloužení při přetrhu. Tažnost příze se vypočítává z protažení příze dle vztahu (20).

Vztah pro výpočet tažnosti:

$$\varepsilon [\%] = \frac{L_p [mm] - L_0 [mm]}{L_0 [mm]} * 100, \quad (20)$$

kde  $\varepsilon$  je tažnost [%],  $L_p$  je délka vzorku příze v okamžiku přetržení [mm] a  $L_0$  je upínací délka [mm].

Zkouška tažnosti se provádí podle normy ČSN EN ISO 2062.

Protažení se měří na trhacím přístroji. Trhací přístroj se skládá ze dvou čelistí a to horní a dolní, do kterých se vzorek upne. Dolní čelist je nepohyblivá, pouze drží vzorek.

Horní čelist je pohyblivá [6,10].

## **2.10 Statistické zpracování dat**

Data získaná měřením v experimentu byla podrobena testu normality. Normalita znamená, zda soubor dat sledované veličiny odpovídá Gaussovu normálnímu rozdělení pravděpodobnosti, data mají normální rozdělení, či nikoli (v tomto případě by se jednalo o neznámé rozdělení).

Data získaná měření v experimentální části zařazena do normálního rozdělení byla statisticky zpracována pomocí následujících vzorců:

**Průměr** dle vztahu (21):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (21)$$

kde  $\bar{x}$  je průměr,  $n$  je počet měření,  $x_i$  jsou jednotlivé naměřené hodnoty.

**Rozptyl** dle vztahu (22):

$$s_s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (22)$$

kde  $s_s^2$  je rozptyl,  $n$  je počet měření,  $x_i$  jsou jednotlivé naměřené hodnoty.

**Směrodatná odchylka** dle vztahu (23):

$$s_s = \sqrt{s_s^2}, \quad (23)$$

kde  $s_s$  je směrodatná odchylka,  $s_s^2$  je rozptyl.

**Variační koeficient** dle vztahu (24):

$$v [\%] = \frac{s_s}{\bar{x}} \cdot 100, \quad (24)$$

kde  $v$  je variační koeficient,  $s_s$  je směrodatná odchylka,  $\bar{x}$  je průměr.

**95% interval spolehlivosti:**

Interval spolehlivosti vyjadřuje přesnost výběru. Vymezuje hranici, ve které se s určitou pravděpodobností bude odhadovaná hodnota znaku nacházet. Vzorec (25) pro výpočet IS s normálním rozdělením:

$$95\% \text{ IS: } \bar{x} \pm t_{(1-\frac{\alpha}{2})}(n-1) \cdot \frac{s_s}{\sqrt{n}}, \quad (25)$$

kde  $\bar{x}$  je průměr,  $t$  je kvantil studentova t-rozdělení s  $(n-1)$  stupni volnosti,  $n$  je počet měření,  $s_s$  je směrodatná odchylka [11].

U malých výběrů (do 20 dat) jsou výsledky zatíženy určitou mírou nejistoty, a proto byl pro vyhodnocení dat použit tzv. **Hornův postup**. Hornův postup je založen na pořádkových statistikách. Postup:

- 1) setřídění dat podle velikosti od nejmenšího po největší
- 2) určení hloubky pivotů dle vzorce (26) nebo (27)

$$H = (\text{int} \cdot (\frac{n-1}{2}))/2, \quad (26)$$

nebo

$$H = (\text{int} \cdot (\frac{n-1}{2}) + 1)/2, \quad (27)$$

kde  $n$  je počet měření,  $H$  je hloubka pivotu.

Vzorec vybereme podle toho, kde vyjde celé číslo.

Horní pivot dle vzorce (28):

$$x_H = x_{(n+1-H)}, \quad (28)$$

kde  $x_H$  je horní pivot,  $x_{(n+1-H)}$  je hodnota, kterou najdeme v datech dle předpokladu v závorce.

Dolní pivot dle vzorce (29):

$$x_D = x_{(H)}, \quad (29)$$

kde  $x_D$  je dolní pivot.

3) odhad parametru polohy

Pivotová polosuma dle vzorce (30):

$$P_L = \frac{x_D + x_H}{2}, \quad (30)$$

kde  $P_L$  je pivotová polosuma.

4) odhad parametru rozptýlení

Pivotové rozpětí dle vzorce (31):

$$R_L = x_H - x_D, \quad (31)$$

kde  $R_L$  je pivotové rozpětí.

5) náhodná veličina použitá k testování dle vzorce (32):

$$T_L = \frac{P_L}{R_L}, \quad (32)$$

kde  $T_L$  je náhodná veličina k testování.

Má zhruba symetrické rozdělení.

6) 95% interval spolehlivosti dle vztahu (33):

$$P_L - R_L \cdot t_{L,0,975}(n) \leq \mu \leq P_L + R_L \cdot t_{L,0,975}(n) \quad (33)$$

[12]

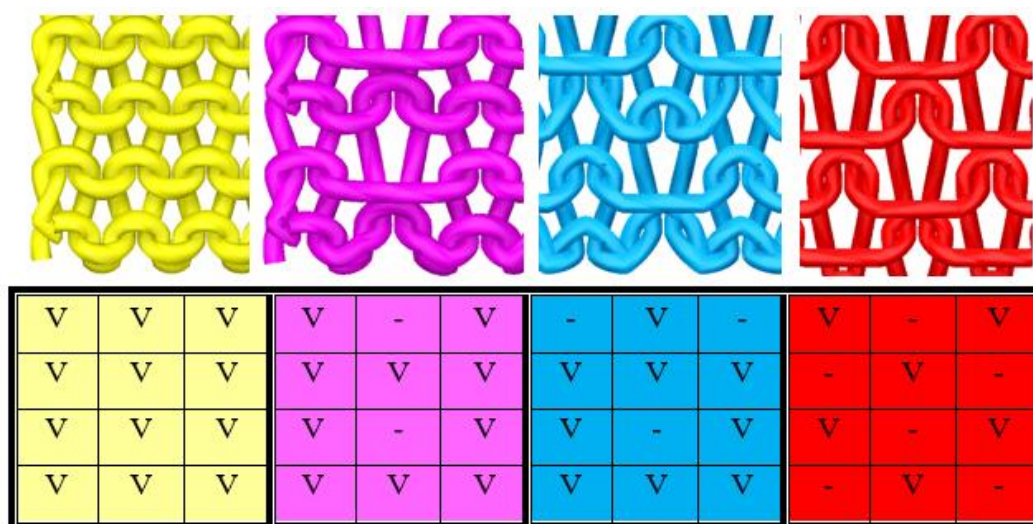
### 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Pro experiment byly vyrobeny zátažné jedolící pleteniny ve čtyřech vazbách, které byly upleteny na stroji Shima Seiki NNSG 120 multigauge v pletárně katedry textilních technologií. Dělení stroje je 7E (7 jehel na anglický palec). Každá vazba byla upletena v šesti hustotách označených čísly 25, 28, 30, 35, 40 a 50. Tato čísla jsou bezrozměrná a neudávají délku nitě v očku. V relativním pohledu na věc to znamená, že pletenina s hustotou 50 je nejřidší (má nejdelší očka) a pletenina s hustotou 25 je nejhustší (má nejkratší očka). Dané číslo se nastavuje na stroji a udává počet kroku krokového motoru, který posouvá se stahovači stroje a ovlivňuje tak délku nitě v očku.

Ač byly vždy všechny čtyři vazby upleteny ve stejné hustotě, neznamená to, že po sundání ze stroje a po relaxaci budou mít všechny čtyři vazby stejnou hustotu sloupků a řádků. V průběhu relaxace dochází k uvolňování deformační energie. Pletenina směřuje do stavu s nejmenší vnitřní energií. Nachází-li se očka pleteniny v tomto stavu s minimální vnitřní energií, vykazuje tvar, který se blíží co nejvíce kruhu. Z toho vyplývá, že budou-li do struktury vložené podložené kličky, každá z daných vazeb nabude jiného relaxovaného stavu, který je definován počtem sloupků a řádků.

Pro experiment byly použity polyakrylonitrilové pletařské příze. Příze byly druženy ze dvou skaných přízí o jmenovité jemnosti 70tex. Zvolené vazby jsou znázorněny na obr. 25 jak v provázání oček, tak v patroně VUP. (V patroně VUP jsou lící očka značena malým písmenem „v“ a podložené kličky pomlčkou).

Vazby byly zvoleny tak, aby počet podložených kliček ve struktuře pleteniny narůstal. Jako referenční vazba byla zvolena vazba zátažné jedolící pleteniny hladké. Do této vazby je vložena nejdelší zásoba nitě. Druhá a třetí vazba je koncipována tak, že jedolící řádky jsou prokládané s podloženými kličkami (1 očko: 1 podložená klička). Podložené kličky jsou do struktury vloženy nad sebe, a nebo jsou přesazeny o jednu rozteč. V poslední čtvrté vazbě se střídají pouze řádky s podloženými kličkami a to tak, že se vždy dva dílčí řádky doplňují na jeden řádek plný (na tomto principu je založeno žakárové vzorování pletenin).



Obr. 25 Vazby pro experiment

Experiment probíhal v laboratoři katedry textilních technologií. Vzorčky pro experiment byly před zkouškami klimatizovány podle normy ČSN 80 0061. Získaná data byla statisticky zpracována v ME Excel, softwaru QC Expert, dále byla data zpracována pomocí programu Matlab. U malých výběrů (do dvaceti měření) byla data statisticky zpracována pomocí Hornova postupu (viz vztahy (26) – (33)). U výběrů větších byly stanoveny tyto charakteristiky: průměr vztah (21), rozptyl vztah (22), směrodatná odchylka vztah (23), variační koeficient vztah (24) a 95% interval spolehlivosti vztah (25).

### **3.1 Parametry a vlastnosti příze**

Parametry příze, které byly měřeny, jsou jemnost, tažnost a pevnost. Jemnost příze byla zjištěna gravimetrickou metodou podle normy ČSN EN ISO 2060 odměřením délky 100m a následně zvážena a přepočtena podle vzorce (17) na jemnost v tex. Tažnost a pevnost příze byly měřeny na trhacím přístroji Instron 4411. Trhací přístroj měří prodloužení příze v okamžiku přetrhu, tažnost se přepočítá podle vzorce (20) a pevnost dle vzorce (19). Podmínky měření:

- rychlost příčnicku: 385 mm/min (dle normy, tak aby přetrh trval 20 sekund +- 3 sekundy)
- upínací délka: 500 mm
- počet měření: 60

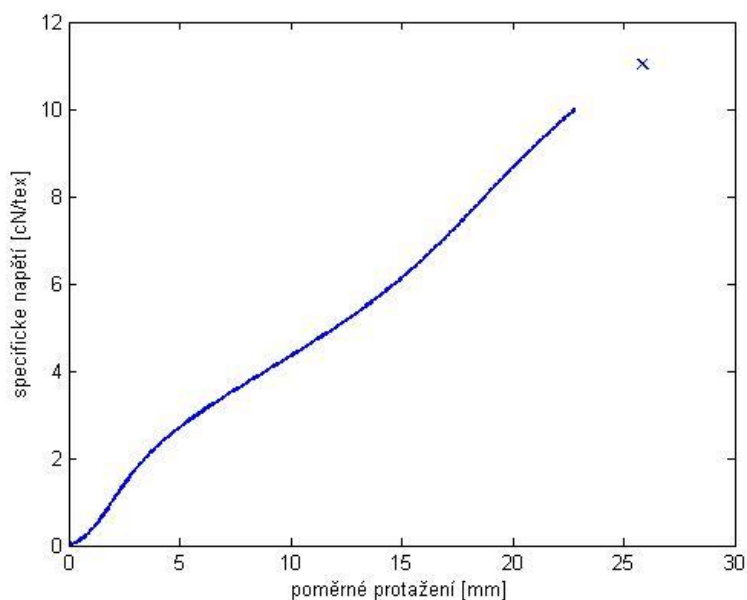
Statisticky zpracované výsledky měření parametrů a vlastností příze jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Statisticky zpracované výsledky měření parametrů a vlastností příze

příze	Tažnost [%]	Pevnost [cN/tex]	Jemnost [tex]
průměr	26,2	11	72,7
směrodatná odchylka	1,2	0,7	0,61
interval spolehlivosti	(25,84; 26,5)	(10,8; 11,2)	(72,5; 73)

### **3.1.1 Průměrná tahová křivka příze**

Na obr. 26 je znázorněna průměrná tahová křivka příze, která bude nejspíše ovlivňovat třetí část tahové křivky, což bude popsáno dále ve čtvrté kapitole této práce.



Obr. 26 Průměrná tahová křivka polyakrylonitrilové příze

### **3.2 Rozbor strukturních parametrů pletenin**

Pro vyvození zákonitostí mezi strukturou pleteniny a jejím mechanickým chováním bylo potřeba stanovit různé strukturní parametry pletenin. Parametry pletenin jsou spočítány níže.

#### **3.2.1 Hustota řádků a sloupků a hustota celková**

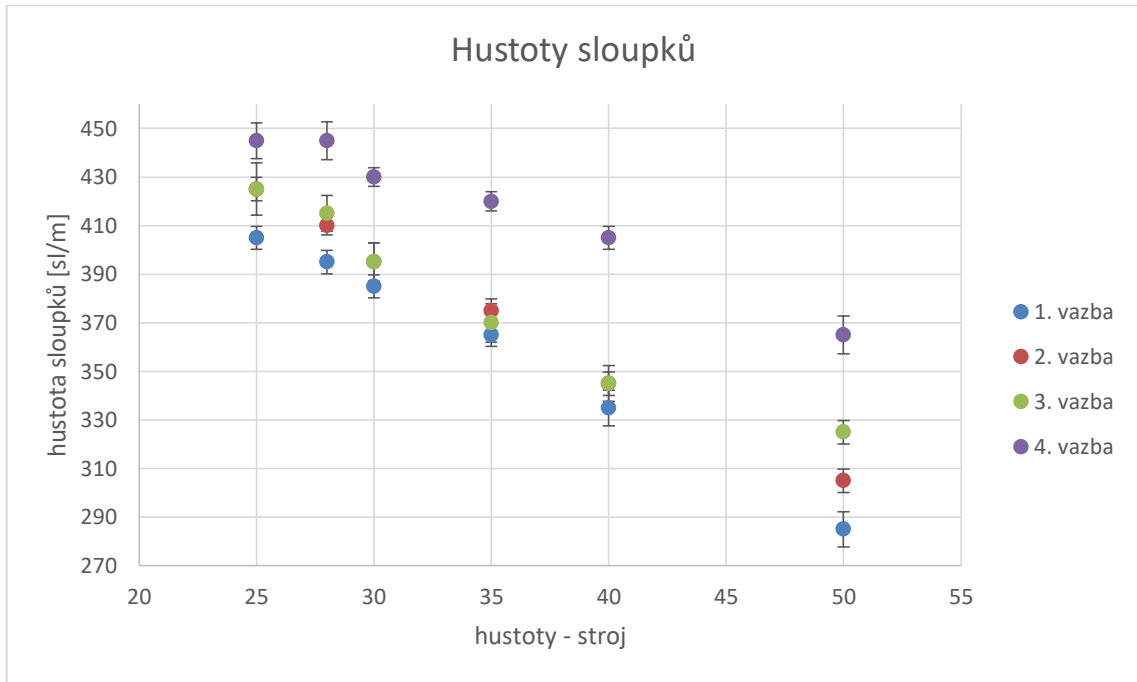
Základními parametry pleteniny jsou hustoty řádků, sloupků a hustota celková. Hustota sloupků a řádků se stanovuje dle normy ČSN 80 0868 [13]. Hustoty řádků, sloupků a hustoty celkové jednotlivých vazeb jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 2 Hustoty sloupků a řádků a hustota celková

1. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$H_{Sl}$ [sl/m]	405 (391;419)	395 (381;409)	385 (371;399)	365 (351;379)	335 (321;349)	285 (271;299)
$H_{ř}$ [ř/m]	615 (601;629)	570 (570;570)	555 (541;569)	475 (461;488)	435 (421;448)	365 (351;378)
$H_c$ [oč/m <sup>2</sup> ]	249075 (240000; 254200)	225150 (222300; 228000)	213675 (205200; 218400)	173375 (169200; 177600)	145725 (137600; 149600)	104025 (97200; 107300)
2. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$H_{Sl}$ [sl/m]	425 (411;439)	410 (410;410)	395 (381;409)	375 (361;389)	345 (331;359)	305 (291;319)
$H_{ř}$ [ř/m]	810 (783;837)	750 (723;777)	690 (663;717)	610 (583;637)	550 (523;577)	470 (443;497)
$H_c$ [oč/m <sup>2</sup> ]	344250 (336000; 352600)	307500 (296000; 311600)	272550 (265200; 287000)	228750 (222000; 235600)	189750 (183600; 196000)	143350 (138000; 148800)
3. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$H_{Sl}$ [sl/m]	425 (411;439)	415 (401;428)	395 (381;409)	370 (370;370)	345 (331;359)	325 (311;339)
$H_{ř}$ [ř/m]	910 (883;937)	820 (820;820)	775 (761;789)	695 (681;709)	615 (601;629)	525 (511;539)
$H_c$ [oč/m <sup>2</sup> ]	386750 (360000; 412800)	340300 (328000; 352600)	306125 (300300; 332100)	257150 (255300; 273000)	212175 (207400; 226800)	170625 (166400; 174900)
4. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$H_{Sl}$ [sl/m]	445 (431;359)	445 (431;359)	430 (430;430)	420 (420;420)	405 (391;419)	365 (351;379)
$H_{ř}$ [ř/m]	1010 (983;1037)	890 (863;917)	860 (860;860)	730 (703;757)	660 (660;660)	550 (523;577)
$H_c$ [oč/m <sup>2</sup> ]	449450 (440000; 469200)	396050 (387200; 414000)	369800 (369800; 378400)	306600 (302400; 318200)	267300 (264000; 278800)	200750 (189000; 207200)

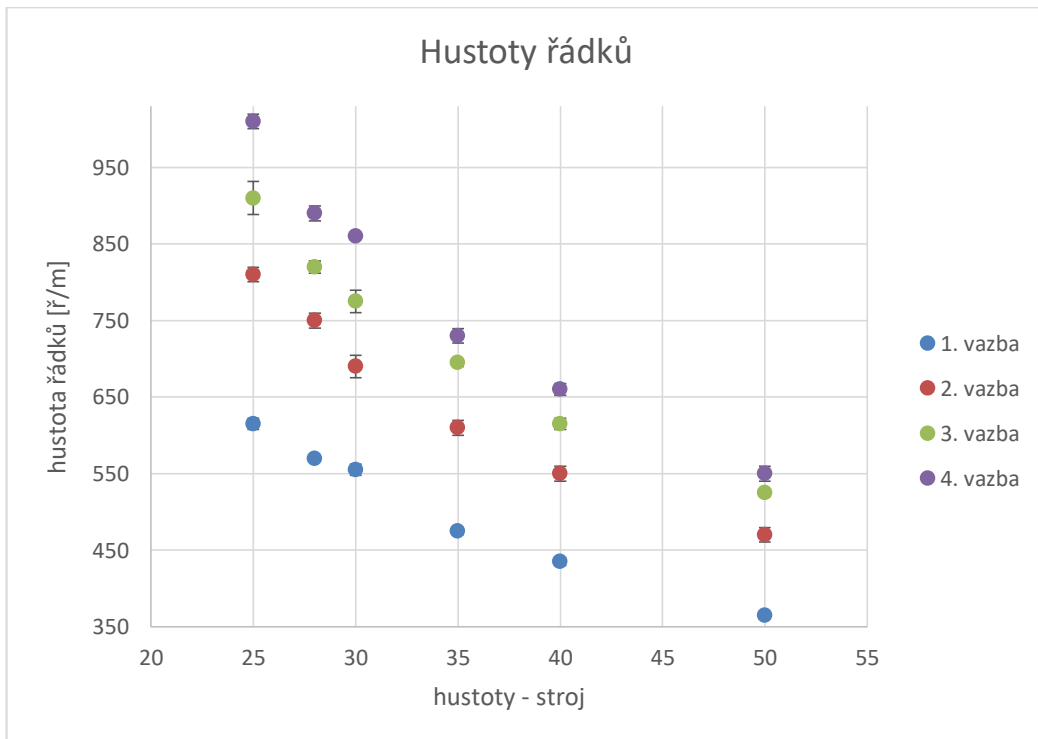


Na obr. 27 jsou graficky znázorněny hustoty sloupků jednotlivých vazeb.



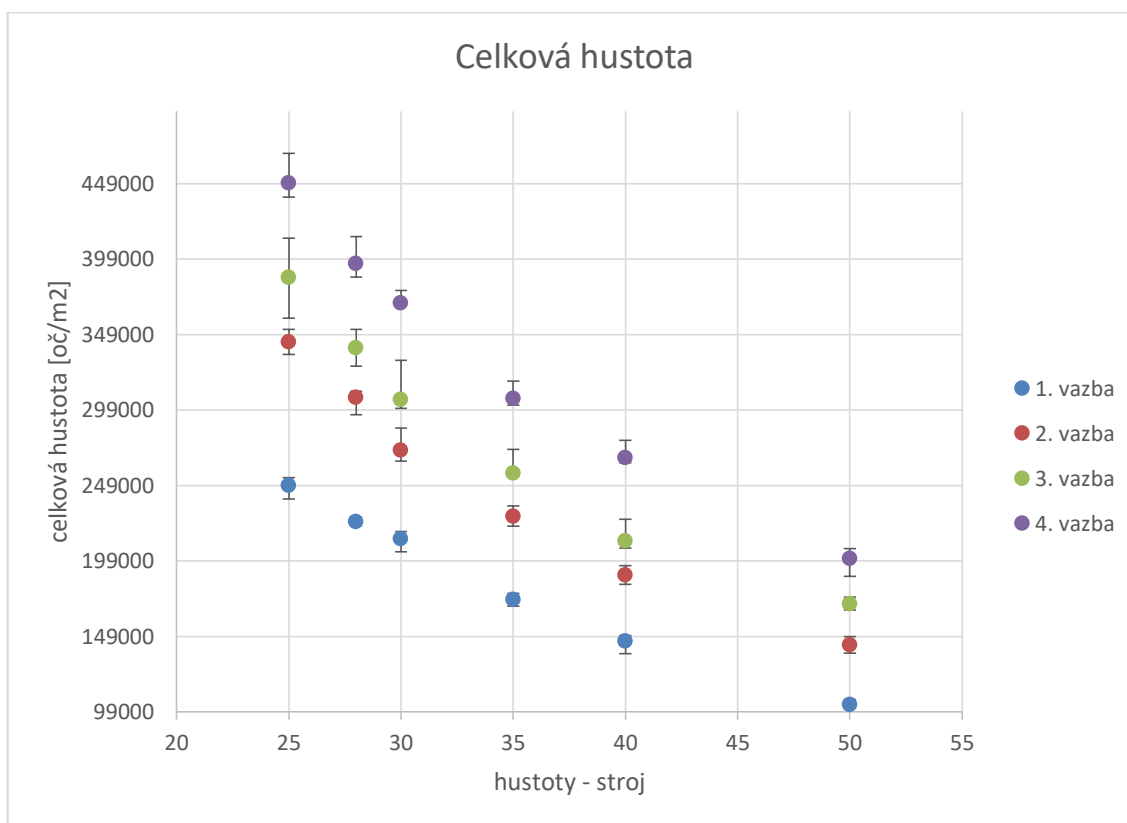
Obr. 27 Hustoty sloupků

Na obr. 28 jsou graficky znázorněny hustoty řádků jednotlivých vazeb.



Obr. 28 Hustoty řádků

Na obr. 29 jsou graficky znázorněny celkové hustoty jednotlivých vazeb.



Obr. 29 Celková hustota

#### Diskuze:

Z grafů na obr. 27 – 29 je zřejmé, že experimentálně získaná data hustot odpovídají záměru, se kterým byly vzorky pletenin vyrobeny. Se vzrůstajícím číslem hustoty, které bylo nastaveno na stroji, klesá hustota sloupků, řádků i hustota celková, protože délka nitě v očku se prodlužuje.

V porovnání vazeb mezi sebou z hlediska hustoty sloupků (viz obr. 27) se u jednotlivých pletenin hustoty moc nemění, je to způsobeno tím, že pleteniny jsou pleteny na stejném stroji, tzn., že sloupky jsou drženy díky neměnné rozteči jehel stejně daleko od sebe ve všech hustotách. Po zrelaxování pleteniny, kdy očko pracuje, se rozteč sloupků v jednotlivých vazbách mírně změní.

V porovnání hustot řádků (viz obr. 28) v jednotlivých vazbách jsou rozdíly velké. Velké rozdíly jsou i u celkových hustot (viz obr. 29). Vazba 4 má nejvyšší hustotu řádků a celkovou hustotu. Naopak vazba 1, hladká pletenina, má hustotu řádků a hustotu celkovou nejmenší a oproti vazbě 4 se velmi liší. Tyto rozdíly jsou způsobené tím, že dva dílčí řádky vazby 4 (každý řádek obsahuje podloženou kličku) do sebe tolik zapadnou – doplňují se, že se může zdát, že tvoří pouze jeden řádek plný oček. Z tohoto

důvodu narůstá počet řádků téměř na dvojnásobek v porovnání s vazbou 1. Vazba 1 (hladká, s plným počtem oček) je držena očky, očka na sebe navazují a není možné žádné zaklesnutí do sebe. Vazba 2 a 3 se stejným počtem podložených kliček, pouze jinak uspořádané působí velmi podobně v jednotlivých hustotách, ale u vazby 3, kde jsou podložené kličky ve struktuře pleteniny přesazené o jednu rozteč a lépe do sebe zapadají než u vazby 2, kde jsou podložené kličky ve struktuře nad sebou.

V tabulce 3 jsou uvedené poměry hustot řádků, sloupců a i hustoty celkové. Poměr 1:2 je poměr hustot vazby 1 a vazby 2, poměr 1:3 je poměr hustot vazby 1 a vazby 3 a poměr 1:4 je poměr hustot vazby 1 a vazby 4. Čím více se hodnota poměru blíží číslu jedna, tím více se blíží hustota dané vazby k hustotě vazby referenční (tzn. zátažné jednolící pletenině). Např. hodnota poměru 0,5 znamená, že daná vazba je 2x hustší než vazba referenční (zátažná jednolící).

Tab. 3 Poměry hustot jednotlivých vazeb

Poměr hustot vazeb		25	28	30	35	40	50
řádek	1:2	0,76	0,76	0,8	0,78	0,79	0,78
	1:3	0,68	0,7	0,72	0,68	0,71	0,7
	1:4	0,61	0,64	0,65	0,65	0,66	0,66
sloupek	1:2	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97	0,93
	1:3	0,95	0,95	0,97	0,99	0,97	0,88
	1:4	0,91	0,89	0,9	0,87	0,83	0,78
celková	1:2	0,72	0,73	0,78	0,76	0,77	0,73
	1:3	0,64	0,66	0,7	0,67	0,69	0,61
	1:4	0,55	0,57	0,58	0,57	0,55	0,52

Podle předpokladů uvedených na začátku této kapitoly by měla vazba 4 dosahovat dvojnásobné hustoty v porovnání s vazbou 1. Potvrzení tohoto předpokladu je patrné z posledního řádku tabulky 3, hodnoty poměru hustot celkových se pohybují pro všechny hustoty v rozmezí 0,55 - 0,58. Dalším předpokladem bylo, že vazba 3 by měla mít vyšší hustotu řádků v porovnání s vazbou 2. I tento předpoklad je potvrzen, viz. osmý a devátý řádek tabulky 3. Hodnoty poměru hustot celkových jsou pro vazbu 2 vyšší než pro vazbu 3.

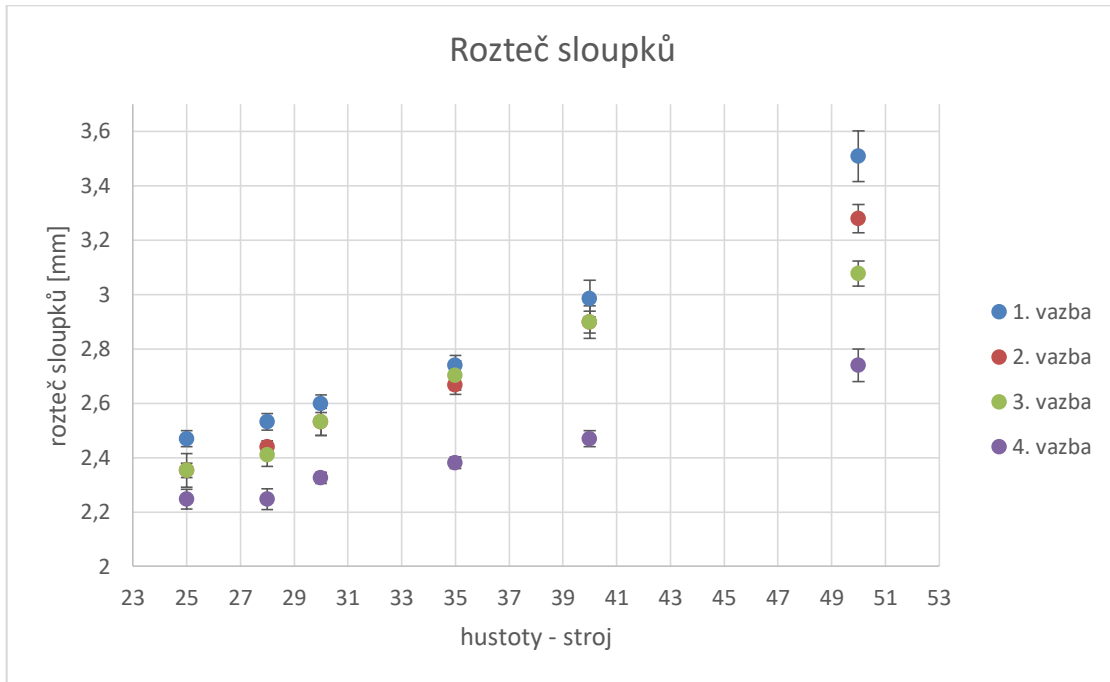
**3.2.2 Rozteč řádků a sloupků**

Rozteč řádků  $B$  je vypočtena z hustoty řádků podle vzorce (2), rozteč sloupků  $A$  je přepočtena z hustoty sloupků podle vzorce (3). Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4 Rozteč sloupků a řádků

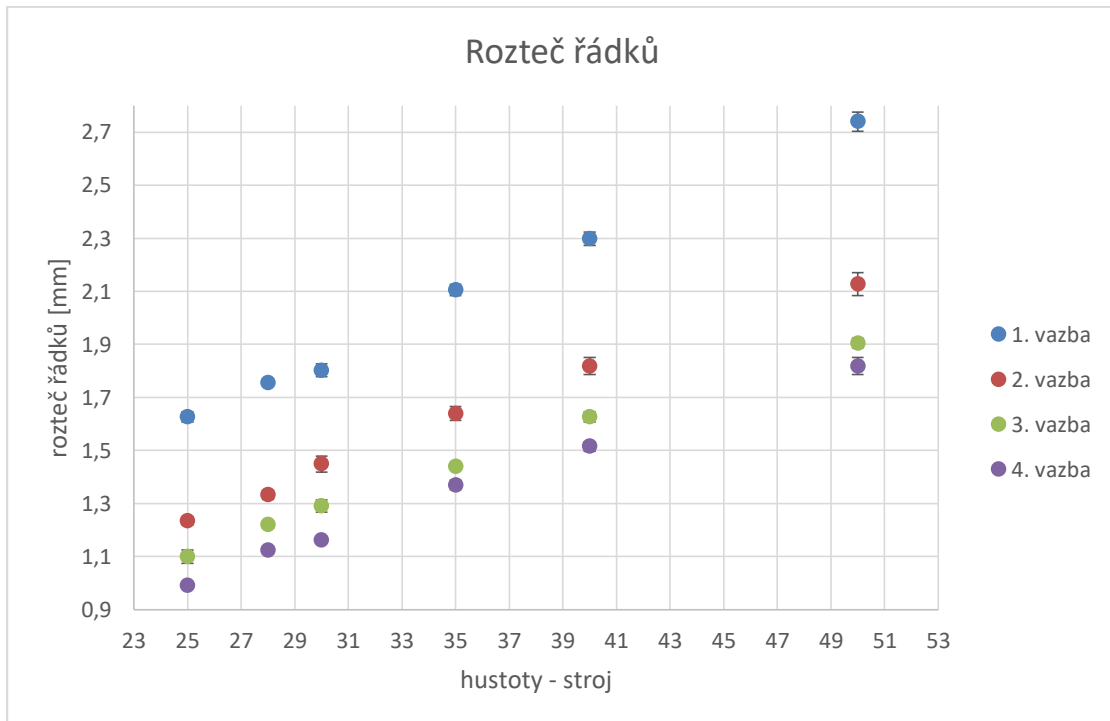
1. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$A$ [mm]	2,47 (2,44;2,5)	2,53 (2,5;2,56)	2,6 (2,57;2,63)	2,74 (2,7;2,78)	2,99 (2,92;3,05)	3,51 (3,42;3,6)
$B$ [mm]	1,63 (1,61;1,65)	1,75 (1,75;1,75)	1,80 (1,78;1,83)	2,11 (2,08;2,13)	2,30 (2,27;2,32)	2,74 (2,70;2,78)
2. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$A$ [mm]	2,35 (2,33;2,38)	2,44 (2,42;2,46)	2,53 (2,48;2,58)	2,67 (2,63;2,7)	2,9 (2,86;2,94)	3,28 (3,23;3,33)
$B$ [mm]	1,23 (1,22;1,25)	1,33 (1,32;1,35)	1,45 (1,42;1,48)	1,64 (1,61;1,67)	1,82 (1,79;1,85)	2,13 (2,08;2,17)
3. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$A$ [mm]	2,35 (2,29;2,42)	2,41 (2,37;2,45)	2,53 (2,48;2,58)	2,70 (2,65;2,76)	2,90 (2,83;2,96)	3,08 (3,03;3,12)
$B$ [mm]	1,1 (1,07;1,12)	1,22 (1,21;1,23)	1,29 (1,27;1,31)	1,44 (1,43;1,45)	1,63 (1,61;1,65)	1,90 (1,89;1,92)
4. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$A$ [mm]	2,25 (2,21;2,28)	2,25 (2,21;2,29)	2,33 (2,3;2,35)	2,38 (2,36;2,4)	2,47 (2,44;2,5)	2,74 (2,68;2,8)
$B$ [mm]	0,99 (0,98;1)	1,12 (1,11;1,14)	1,16 (1,16;1,16)	1,37 (1,35;1,39)	1,52 (1,5;1,53)	1,82 (1,79;1,85)

Na obr. 30 jsou graficky znázorněny rozteče sloupků jednotlivých vazeb.



Obr. 30 Rozteč sloupků

Na obr. 31 jsou graficky znázorněny rozteče řádků jednotlivých vazeb.



Obr. 31 Rozteč řádků

Diskuze:

Na grafu na obr. 30 je zobrazena rozteč sloupků, která je vypočtená z hustoty sloupků.

Na grafu na obr. 31 je zobrazena rozteč řádků, která je vypočtená z hustoty řádků.

Z grafu je zřejmé, že čím je pletenina hustější, tím má nižší rozteč sloupků popř. řádků. Rozteč je převrácená hodnota hustoty, tzn., že hodnoty v grafu č. 27 a č. 28 spolu korespondují a odpovídají očekávanému trendu. Mají stoupající trend oproti hustotám sloupků, které mají trend klesající. Opět v roztečích řádků je mnohem větší rozdíl mezi hodnotami než u roztečí sloupků.

V tabulce 5 jsou uvedeny hodnoty poměrů rozteče řádků a sloupků. Tento poměr udává, jestli se očko podobá kruhu nebo je oválné. Když je hodnota rovna jedné, je očko kruhové.

Tab. 5 Poměry roztečí v jednotlivých vazbách

1. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
A/B	1,52	1,44	1,44	1,3	1,3	1,28
2. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
A/B	1,91	1,83	1,75	1,63	1,59	1,54
3. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
A/B	2,14	1,98	1,96	1,88	1,78	1,62
4. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
A/B	2,27	2	2	1,74	1,63	1,51

Z poměrů roztečí je zřejmé, že u všech vazeb i hustot je očko spíše širší než vyšší. U vazby 1 – hladké pleteniny je poměr nejmenší. Naopak u vazby 4 s nejvíce podloženými kličkami je hodnota největší, protože jsou započteny i podložené kličky, které jsou rovný úsek, tudíž nemají žádnou výšku a ty tento poměr výrazně zvyšují. Dále je z tabulky vidět, že čím hustší pletenina je, tím je poměr vyšší. To je způsobeno tím, že v husté pletenině jsou očka nahuštěná a nemohou se pohybovat, naopak v řídké pletenině je místo pro pohyb oček - nitě v očku.

### **3.2.3 Délka nitě ve vazebním prvku pleteniny**

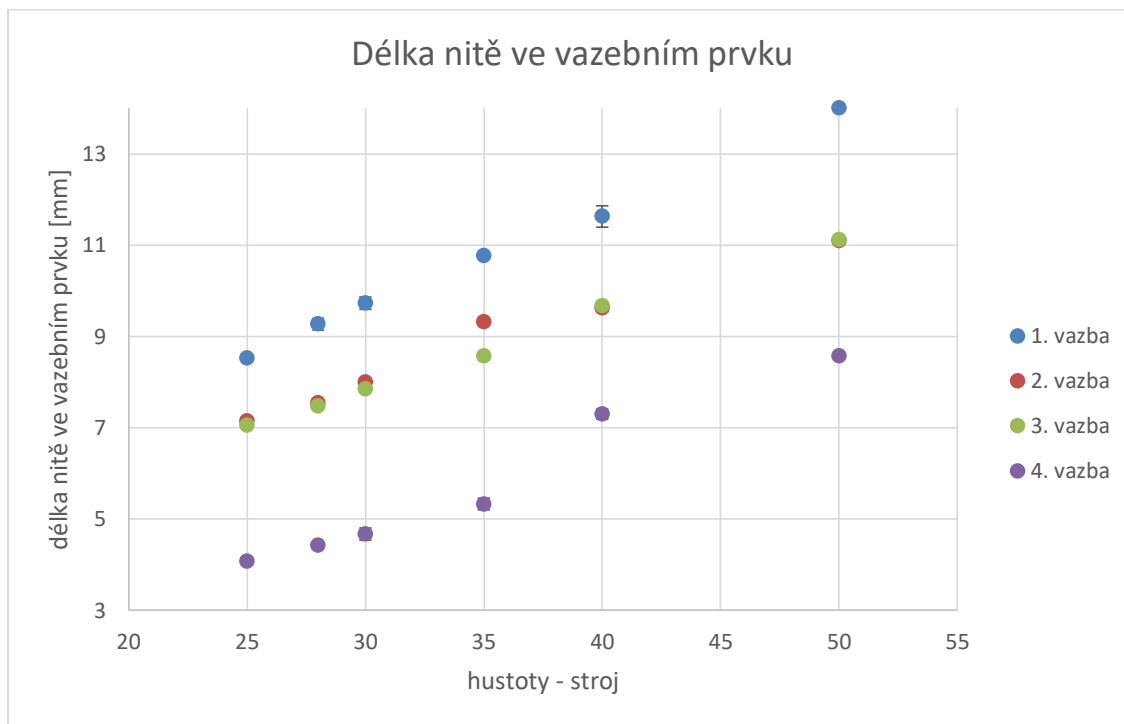
Délka nitě ve vazebním prvku pleteniny byla zjištěna nejen experimentálně, ale byla spočítána i teoreticky podle Dalidovičova modelu oka dle vzorce (9). Experimentální metoda zjištění délky nitě ve vazebním prvku spočívala v páraní nitě v řádku. U hladké pleteniny se párá očko po očku, následně se vypárané niti změří délka a vydělí se počtem oček, které jsme vypárali. U pletenin s podloženými kličkami je způsob podobný, ale počítají se i vypárané podložené kličky. Tedy délka vypárané nitě se

vydělí počtem vazebních prvků (jak očky, tak podloženými kličkami). Když se v pletenině střídají řádky různé (střídá pleteniny je přes více řádků) musí se vypárat všechny řádky a následně se hodnoty průměrují. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 6.

Tab. 6 Délka nitě ve vazebním prvku

1. vazba						
Hustoty	25	28	30	35	40	50
<i>l</i> <i>dalid.</i> [mm]	8,81	9,16	9,36	10,19	10,96	12,67
<i>l</i> <i>exper.</i> [mm]	8,53 (8,5;8,6)	9,27 (9,14;9,4)	9,73 (9,6;9,86)	10,77 (10,7;10,8 4)	11,63 (11,39; 11,87)	14 (14;14)
2. vazba						
Hustoty	25	28	30	35	40	50
<i>l</i> <i>dalid.</i> [mm]	7,84	8,18	8,55	9,15	9,87	11,08
<i>l</i> <i>exper.</i> [mm]	7,15 (5,62; 8,7)	7,55 (5,8;9,3)	8 (6,02; 9,98)	9,325 (6,64;12)	9,625 (7,16; 12,09)	11,1 (8,38; 13,82)
3. vazba						
Hustoty	25	28	30	35	40	50
<i>l</i> <i>dalid.</i> [mm]	7,57	7,90	8,24	8,80	9,48	10,32
<i>l</i> <i>exper.</i> [mm]	7,05 (5,41; 8,69)	7,475 (5,58; 9,37)	7,85 (5,98; 9,72)	8,58 (6,23; 10,92)	9,68 (7,04; 12,31)	11,13 (8,21; 14,04)
4. vazba						
Hustoty	25	28	30	35	40	50
<i>l</i> <i>dalid.</i> [mm]	7,19	7,45	7,66	8,16	8,59	9,62
<i>l</i> <i>exper.</i> [mm]	4,07 (4;4,14)	4,43 (4,36;4,5)	4,67 (4,54;4,8)	5,33 (5,2;5,46)	7,3 (7,19; 7,41)	8,57 (8,5;8,64)

Na obr. 32 je znázorněna délka nitě ve vazebním prvku experimentální metodou.



Obr. 32 Délka nitě ve vazebním prvku experimentální metodou

#### Diskuze:

Průměrná délka nitě ve vazebním prvku stanovená experimentální cestou tedy páráním v 1. vazbě je velmi podobná teoreticky vypočtené délce nitě dle Dalidoviče, protože všechny vazební prvky jsou očka. Naopak u vazby 4, kde je nejvíce podložených kliček, se hodnoty délky experimentální a teoretické statisticky významně velmi liší, což je způsobeno tím, že vzorec pro délku nitě dle Dalidoviče je koncipován na vazební prvky očka a ne na podložené kličky.

Z grafu je zřejmé, že vazba 1, tedy vazba kde jsou všechny vazební prvky očka má nejdelší délku nitě ve vazebním prvku ve všech hustotách. Naopak nejkratší délku nitě ve vazebním prvku má vazba čtyři, tedy vazba s nejvíce podloženými kličkami. Vazba dvě a tři mají přibližně stejný počet podložených kliček, které se liší pouze rozložením ve struktuře, mají průměrnou délku nitě ve vazebním prvku podobnou, intervaly spolehlivosti se překrývají, tudíž jsou statisticky nevýznamné rozdíly mezi nimi.

Dále je z grafu zřejmý stoupající trend, čím řidší pletenina, tím je více nitě ve vazebním prvku, což nám ukazuje, že jsou očka větší.



### **3.3 Mechanické vlastnosti pleteniny**

Tažnost a pevnost pletenin byly měřeny na trhacím přístroji Testometric M350-5CT. Testometric zaznamenává hodnoty pevnosti, tažnosti jednotlivých měření a data pracovních křivek jako souřadnice bodů pracovní křivky. Tyto souřadnice poté slouží pro vykreslení průměrných pracovních křivek v programu Matlab [14]. Tažnost v okamžiku přetruhu je spočítána podle vzorce (16) a pevnost dle vzorce (15). Zkouška probíhá dle normy ČSN 80 0810 [15]. Podmínky měření:

- rychlost příčnicku: 100 mm/min
- upínací délka: 100 mm
- počet měření: 5 od každé hustoty daného vzorku ve směru řádku a sloupku

Data byla statisticky zpracována Hornovým postupem. Průměrné hodnoty pevnosti a tažnosti ve směru sloupku a řádku a 95% intervaly spolehlivosti jsou uvedeny v tab. 7.

Tab. 7 Statisticky zpracované výsledky měření tažnosti a pevnosti pleteniny ve směru řádku a sloupku

vazba	hustoty	tažnost řádky [%]	tažnost sloupky [%]	pevnost řádky [N]	pevnost sloupky [N]
1	25	50,9 (47,3;54,7)	34,9 (26,3;43,6)	277,6 (235,9;319,3)	317,1 (165,2;469,1)
	28	46 (36,1;56)	36,1 (31,1;41,1)	231,2 (121,6;340,7)	353,3 (226,5;480)
	30	125,6 (117,6;134,2)	85 (76,9;93,1)	237,5 (213,1;261,9)	350,3 (307,7;392,8)
	35	49,5 (44,1;54,8)	31,6 (28,6;34,5)	102,3 (10,9;193,7)	287,5 (220,6;354,4)
	40	162,2 (151,4;173)	85,4 (75,8;94,9)	178 (135,8;220,3)	326,3 (246,5;406,1)
	50	172,4 (148,4;196,5)	79,7 (71,4;87,9)	152,3 (106,3;198,3)	221,7 (153,7;289,8)
2	25	28,1 (23,8;32,5)	38,1 (30,1;46,2)	239 (122,9;355)	254,1 (151,4;356,8)
	28	34,6 (30;39,2)	37,1 (30,3;44)	300 (199;401)	211,8 (113,3;310,3)
	30	71,4 (51,9;91)	86,7 (80,4;93,1)	192,1 (32,3;352)	294,2 (202,5;282,4)
	35	32,8 (27,1;38,4)	36 (32,7;39,2)	72,1 (4,2;140)	242,4 (202,5;282,4)
	40	102,9 (89,5;116,4)	79,7 (77,6;81,7)	159,8 (106,1;213,5)	261 (225,1;296,9)
	50	116,8 (100,7;133)	78,5 (72,9;84,1)	75,7 (0;165,3)	228,8 (194,5;263,1)
	25	33,7 (27;40,4)	40,9 (38,6;43,2)	376,4 (218,2;534,6)	360,4 (286;434,8)
	28	37,1	39,4	384,9	277,2

3		(33,8;40,4)	(33,8;45)	(312,7;457)	(163,2;391,3)
	30	90,5 (87;94)	89,1 (85,2;92,9)	336,1 (305,9;366,2)	304,9 (277;332,7)
	35	37,6 (32;43,2)	33,3 (30,9;35,7)	201,4 (81;321,9)	206,9 (142,4;271,3)
	40	102,4 (81,8;123,1)	86,4 (76,5;96,4)	209,6 (121,6;297,7)	284,7 (250;319,3)
	50	122,3 (111,4;133,2)	79,5 (75,9;84,2)	131,4 (103,1;159,7)	241,1 (226,7;255,5)
4	25	25,1 (20,7;29,4)	46,2 (44,1;48,2)	406,7 (174,6;638,8)	291,4 (206,6;376,3)
	28	28,3 (24,9;31,6)	45,2 (42,5;47,9)	355,5 (232,4;478,6)	280,3 (200,2;376,3)
	30	87,5 (71,8;103,2)	101,5 (93,7;109,3)	382,3 (271,1;493,6)	279,9 (234;325,7)
	35	33,5 (32,6;34,4)	36,3 (33,9;38,8)	215,4 (137,7;293,1)	349 (290,3;407,8)
	40	101,6 (84,7;118,5)	87,8 (78,2;97,4)	248 (129,2;366,8)	277,7 (234,7;320,7)
	50	124,7 (104,4;144,9)	80,1 (75,9;84,2)	193,1 (141,7;366,8)	166,6 (98,5;234,7)

Výsledné hodnoty měření pevnosti a tažnosti ve směru řádku i sloupku mají široké intervaly spolehlivosti, což je způsobeno malým počtem měření.

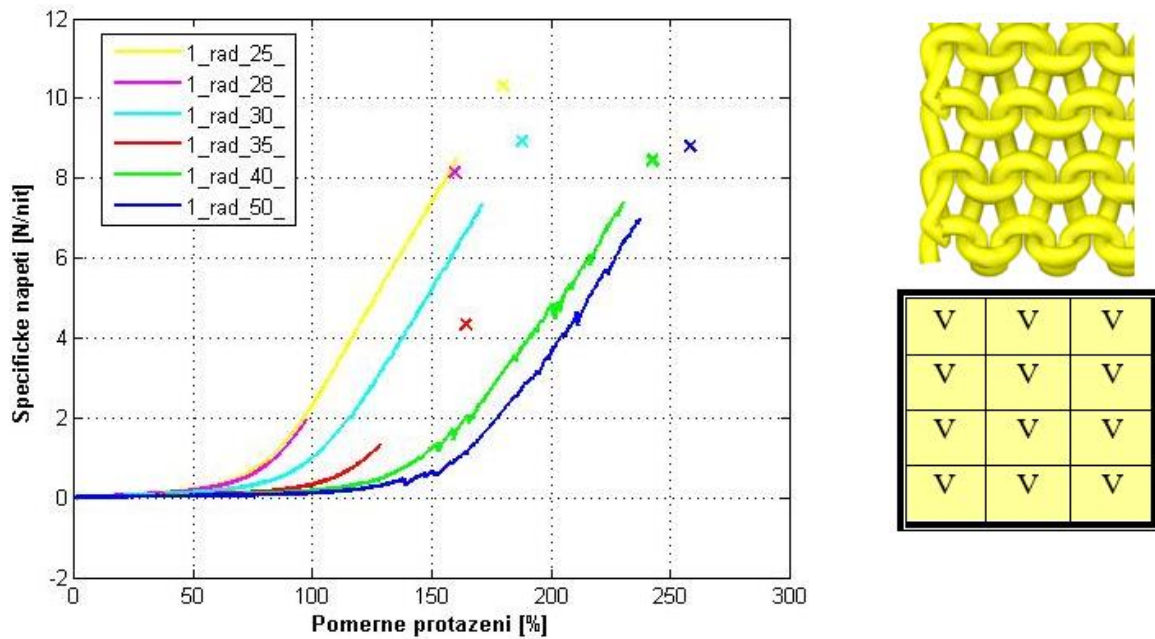
### **3.3.1 Průměrné tahové křivky pletenin**

Pevnost a tažnost vzorků pletenin se měřila pětkrát ve směru řádků a sloupků. Z jednotlivých tahových křivek pletenin byla vytvořena průměrná tahová křivka. Pleteniny byly z hlediska pevnosti a tažnosti porovnány dvojím způsobem a to průměrné tahové křivky v jednotlivých vazbách a průměrné tahové křivky ve vazbách mezi sebou.

#### **Porovnání průměrných tahových křivek v jednotlivých vazbách:**

V této části budou mezi sebou porovnány pleteniny v jedné vazbě a v různých hustotách.

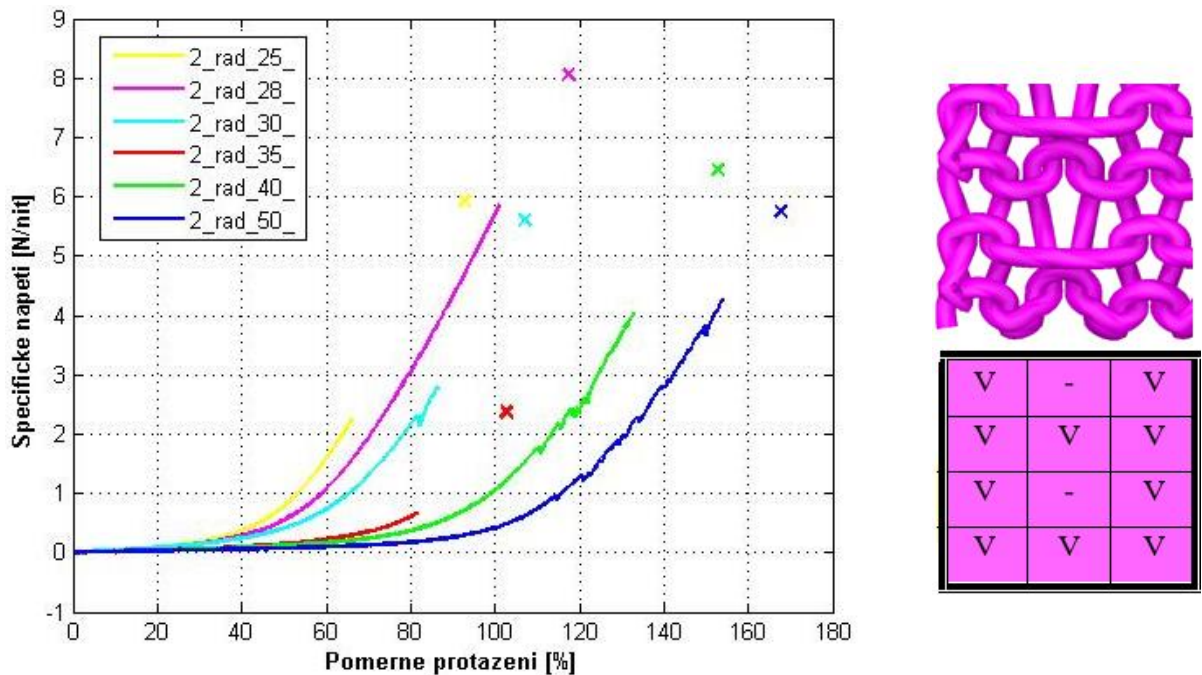
Vazba 1 – hladká pletenina, tahové křivky jsou znázorněny na obr 33.



Obr. 33 Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku ve vazbě 1

Na obr. 33 1\_rad\_25 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 25, 1\_rad\_28 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 28, 1\_rad\_30 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 30, 1\_rad\_35 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 35, 1\_rad\_40 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 40, 1\_rad\_50 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 50.

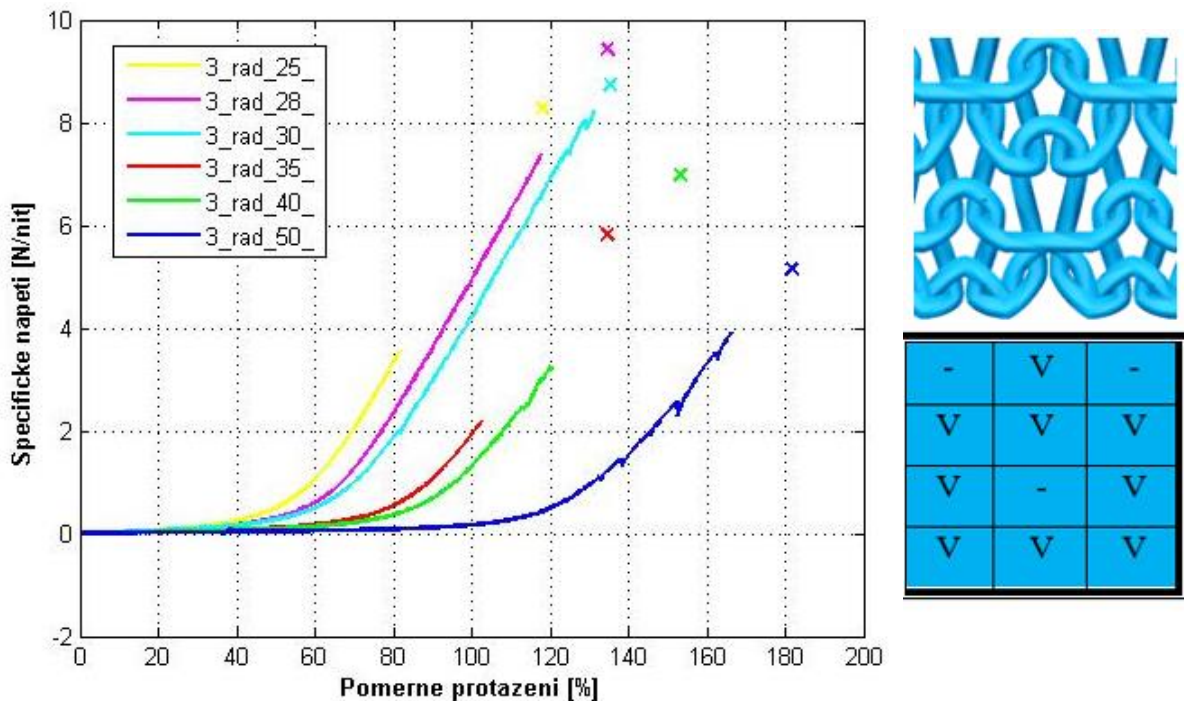
Vazba 2 – tahové křivky jsou znázorněny na obr. 34.



Obr. 34 Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku ve vazbě 2

Na obr. 34 2\_rad\_25 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 25, 2\_rad\_28 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 28, 2\_rad\_30 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 30, 2\_rad\_35 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 35, 2\_rad\_40 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 40, 2\_rad\_50 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 50.

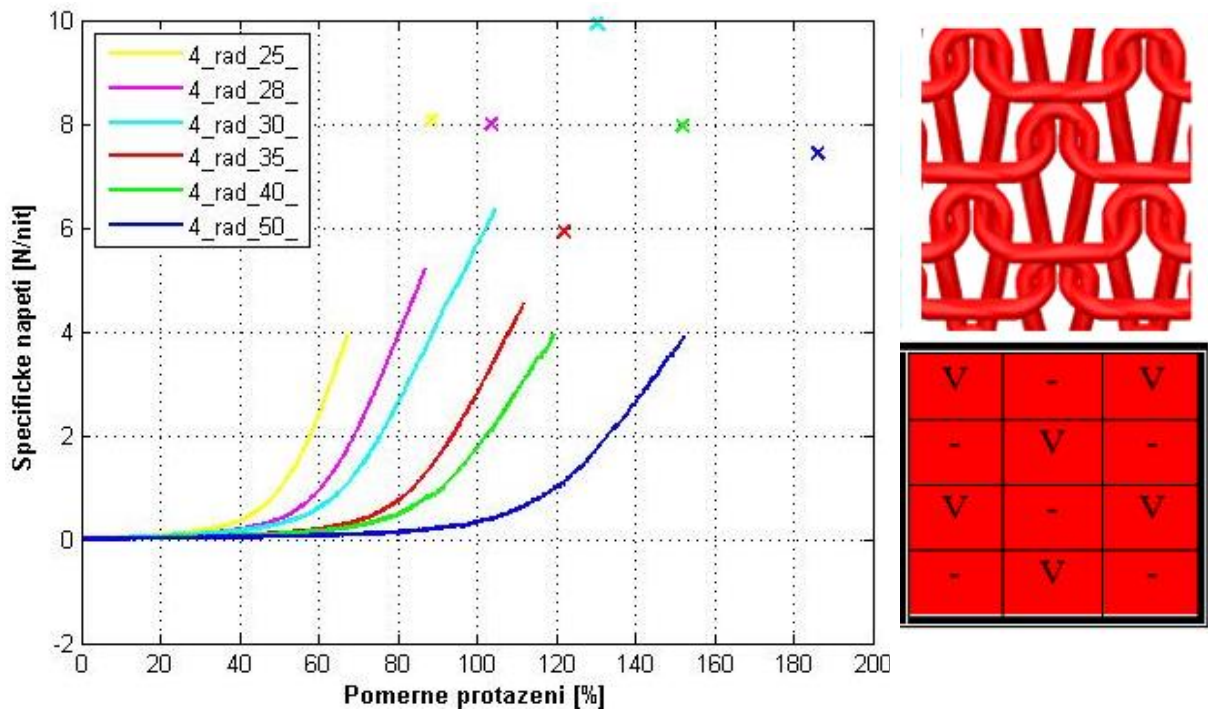
Vazba 3 – tahové křivky jsou znázorněny na obr. 35.



Obr. 35 Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku ve vazbě 3

Na obr. 35 3\_rad\_25 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 25, 3\_rad\_28 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 28, 3\_rad\_30 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 30, 3\_rad\_35 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 35, 3\_rad\_40 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 40, 3\_rad\_50 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 50.

Vazba 4 – tahové křivky jsou znázorněny na obr. 36.



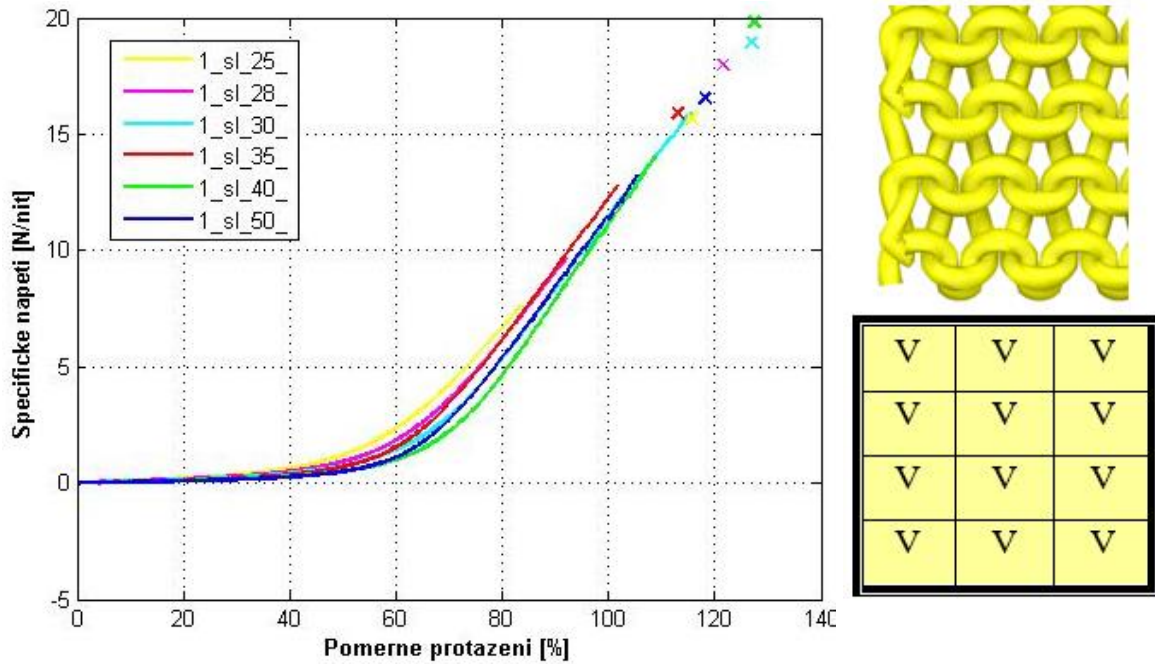
Obr. 36 Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku ve vazbě 4

Na obr. 36 4\_rad\_25 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 25, 4\_rad\_28 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 28, 4\_rad\_30 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 30, 4\_rad\_35 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 35, 4\_rad\_40 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 40, 4\_rad\_50 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 50.

Diskuze:

Z obr. 33 - 36 je zřejmý trend, čím je vyšší hustota nastavená na stroji, tedy čím více je příze v očku, tím je vyšší tažnost pleteniny. Tento trend je způsoben zvětšující se zásobou příze ve vzorku.

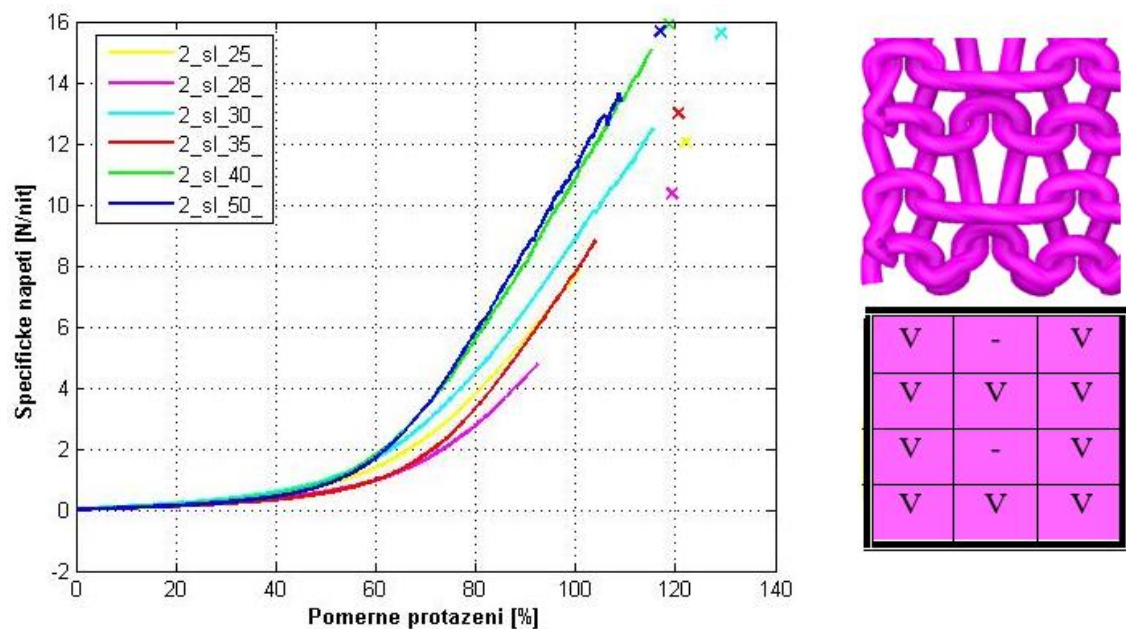
Vazba 1 – hladká pletenina, tahové křivky jsou znázorněny na obr. 37.



Obr. 37 Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku ve vazbě 1

Na obr. 37 1\_sl\_25 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 25, 1\_sl\_28 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 28, 1\_sl\_30 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 30, 1\_sl\_35 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 35, 1\_sl\_40 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 40, 1\_sl\_50 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 50.

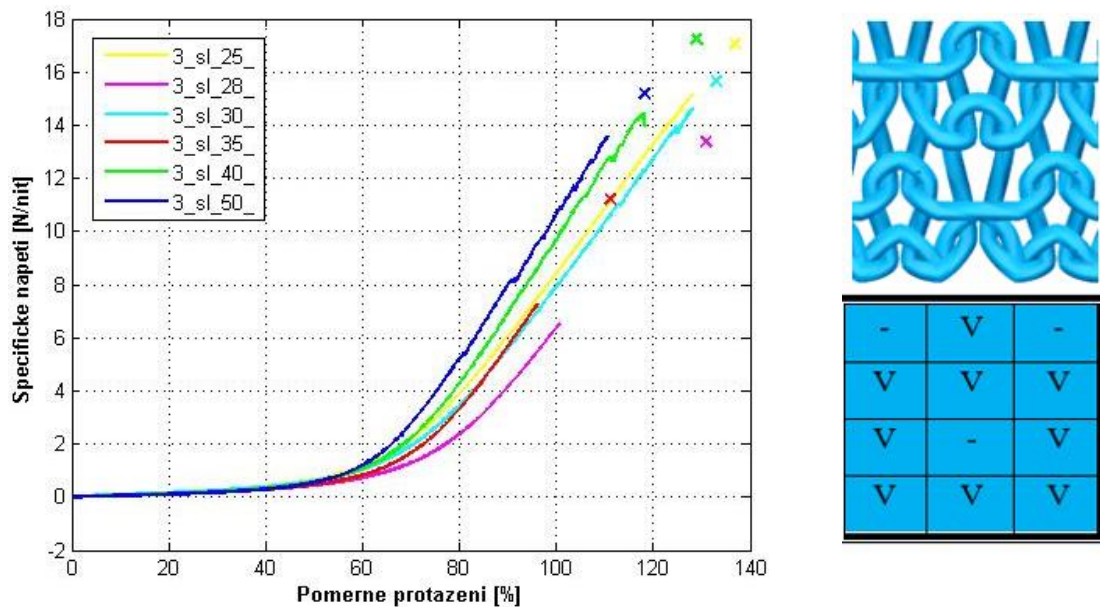
Vazba 2 – tahové křivky jsou znázorněny na obr. 38.



Obr. 38 Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku ve vazbě 2

Na obr. 38 2\_sl\_25 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 25, 2\_sl\_28 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 28, 2\_sl\_30 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 30, 2\_sl\_35 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 35, 2\_sl\_40 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 40, 2\_sl\_50 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 50.

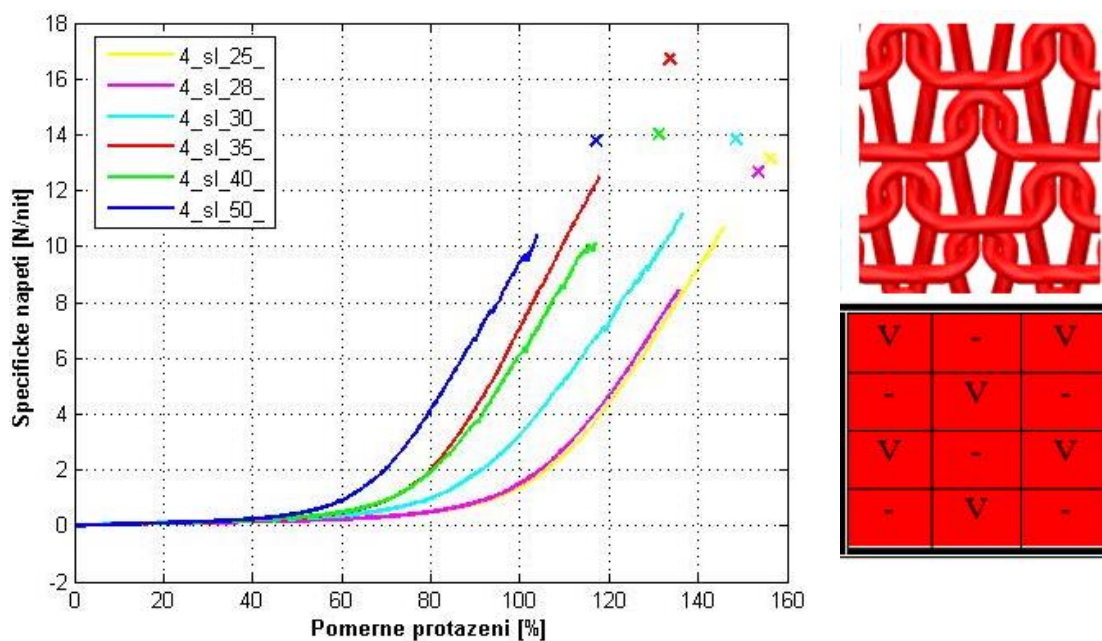
Vazba 3 – tahové křivky jsou znázorněny na obr. 39.



Obr. 39 Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku ve vazbě 3

Na obr. 39 3\_sl\_25 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 3 o hustotě 25, 3\_sl\_28 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 3 o hustotě 28, 3\_sl\_30 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 3 o hustotě 30, 3\_sl\_35 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 3 o hustotě 35, 3\_sl\_40 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 3 o hustotě 40, 3\_sl\_50 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 3 o hustotě 50.

Vazba 4 – tahové křivky jsou znázorněny na obr. 40.



Obr. 40 Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku ve vazbě 4

Na obr. 40 4\_sl\_25 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 25, 4\_sl\_28 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 28, 4\_sl\_30 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 30, 4\_sl\_35 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 35, 4\_sl\_40 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 40, 4\_sl\_50 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 50.

Diskuze:

Na obr. 37 - 40 jsou zobrazeny tahové křivky pletenin namáhaných ve směru sloupků v jednotlivých vazbách a různých hustotách. Křivky jsou si velmi podobné, na tento trend podobnosti ve vazbách totiž nemá skoro žádný vliv podložená klička (délka nitě ve vazebním prvku) jako je tomu u řádku. Ve sloupku jsou očka nad sebou a nemají kde odebírat zásobu nitě jako je tomu u řádku.

Dále je zřejmé, že s narůstajícím počtem podložených kliček křivky přestávají ležet na sobě a projevuje se vliv hustoty, kdežto u vazby 1 – hladké pleteniny se tento vliv neprojevuje, všechny křivky leží na sobě.

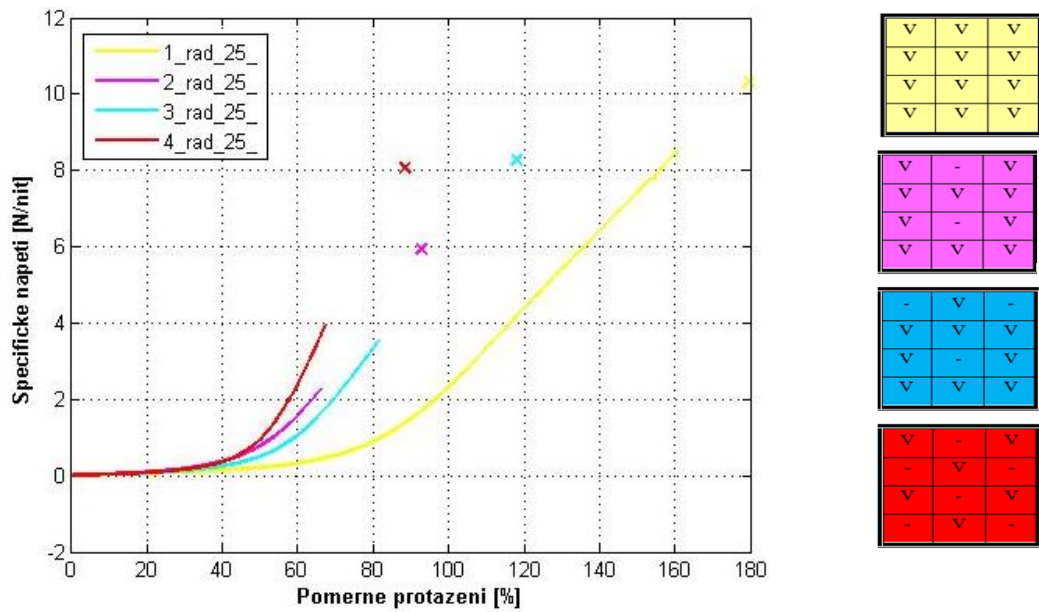
Z obr. 37 - 40 namáhání pleteniny ve směru sloupku se také projevuje opačný trend, než při namáhání ve směru řádku a to, že nejhustší pleteniny mají nejdelší část křivky, která „kopíruje“ osu x. Tento trend je způsoben tím, že nejhustější struktury mají více sloupků ve vzorku pro tahovou křivku, než řidší struktury.



Porovnání průměrných tahových křivek v jednotlivých vazbách mezi sebou:

V této části budou mezi sebou porovnány vazby mezi sebou v jednotlivých hustotách.

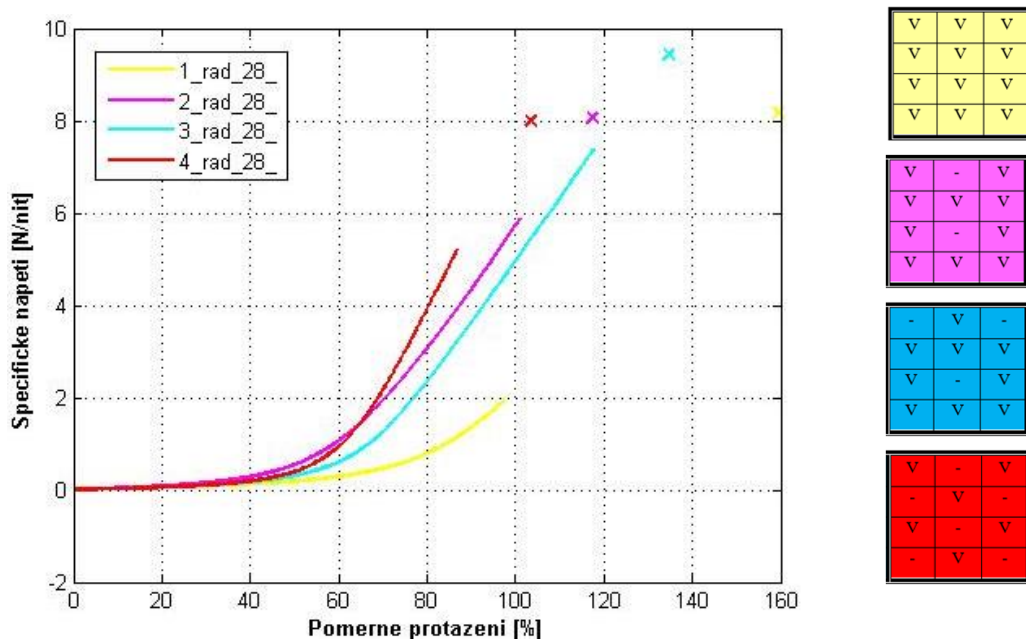
Hustota 25: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 41.



Obr. 41 Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 25

Na obr. 41 1\_rad\_25 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 25, 2\_rad\_25 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 25, 3\_rad\_25 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 25, 4\_rad\_25 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 25.

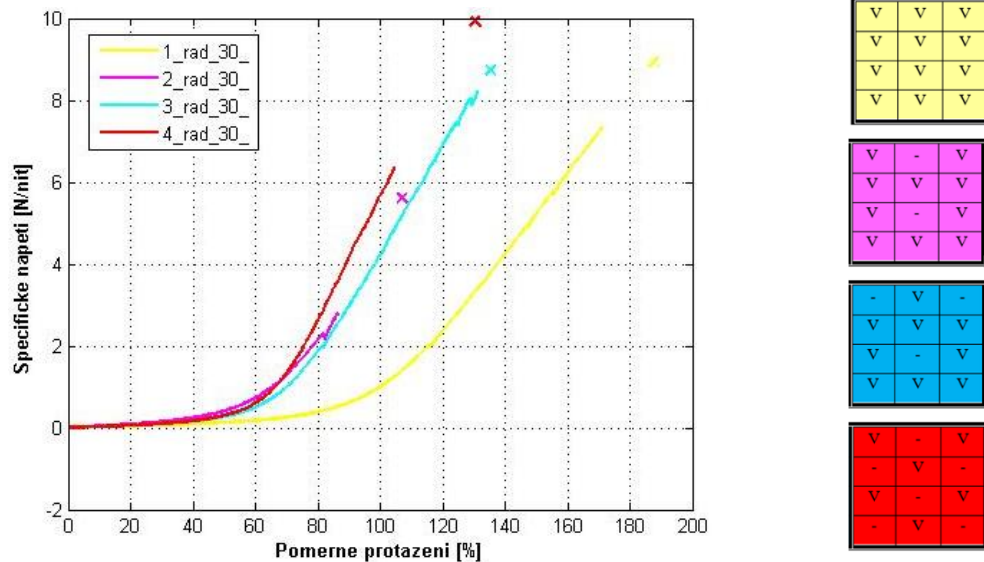
Hustota 28: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 42.



Obr. 42 Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 28

Na obr. 42 1\_rad\_28 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 28, 2\_rad\_28 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 28, 3\_rad\_28 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 28, 4\_rad\_28 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 28.

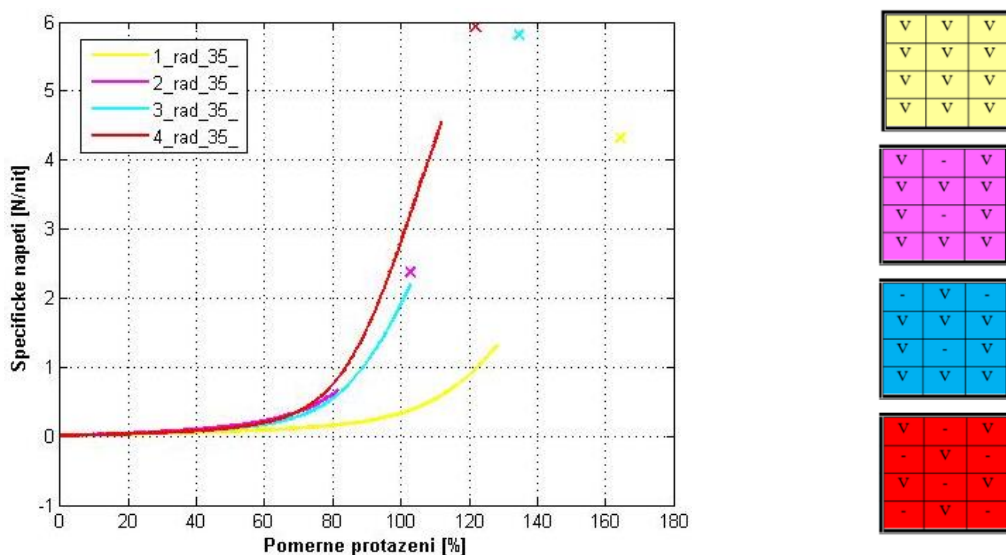
Hustota 30: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 43.



Obr. 43 Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 30

Na obr. 43 1\_rad\_30 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 30, 2\_rad\_30 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 30, 3\_rad\_30 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 30, 4\_rad\_30 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 30.

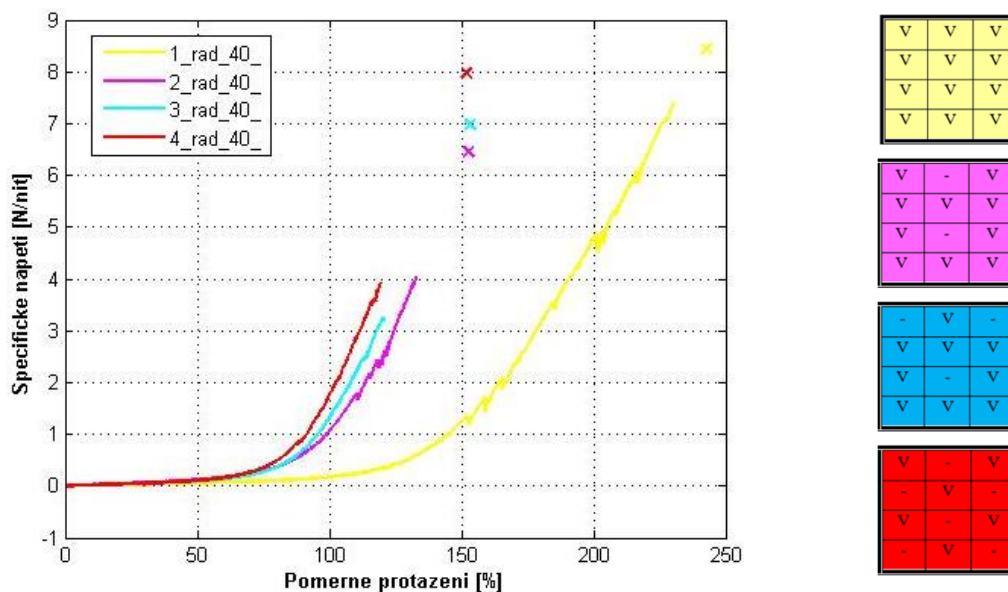
Hustota 35: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 44.



Obr. 44 Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 35

Na obr. 44 1\_rad\_35 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 35, 2\_rad\_35 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 35, 3\_rad\_35 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 35, 4\_rad\_35 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 35.

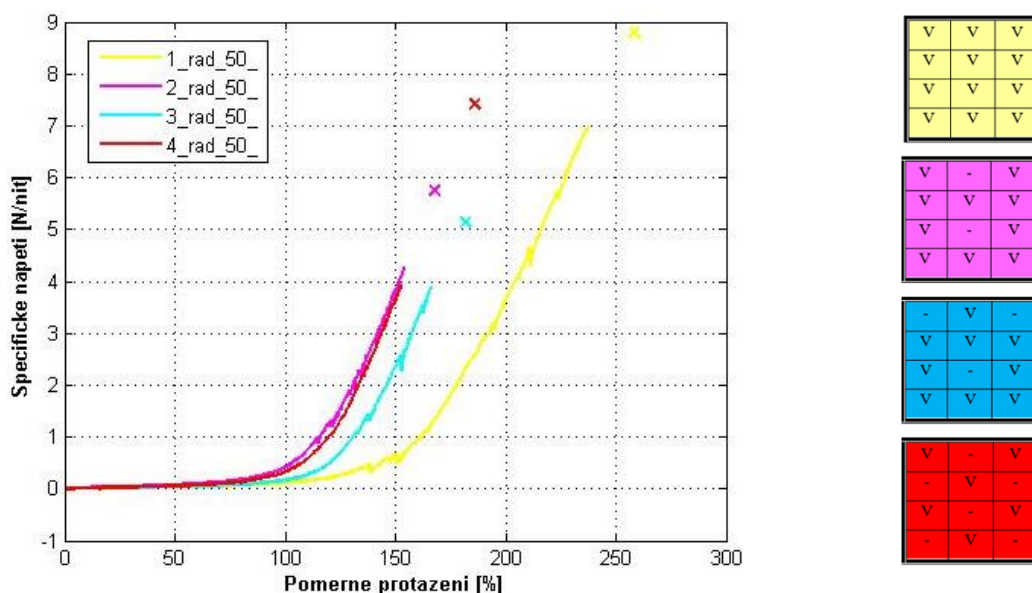
Hustota 40: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 45.



Obr. 45 Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 40

Na obr. 45 1\_rad\_40 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 40, 2\_rad\_40 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 40, 3\_rad\_40 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 40, 4\_rad\_40 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 40.

Hustota 50: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 46.



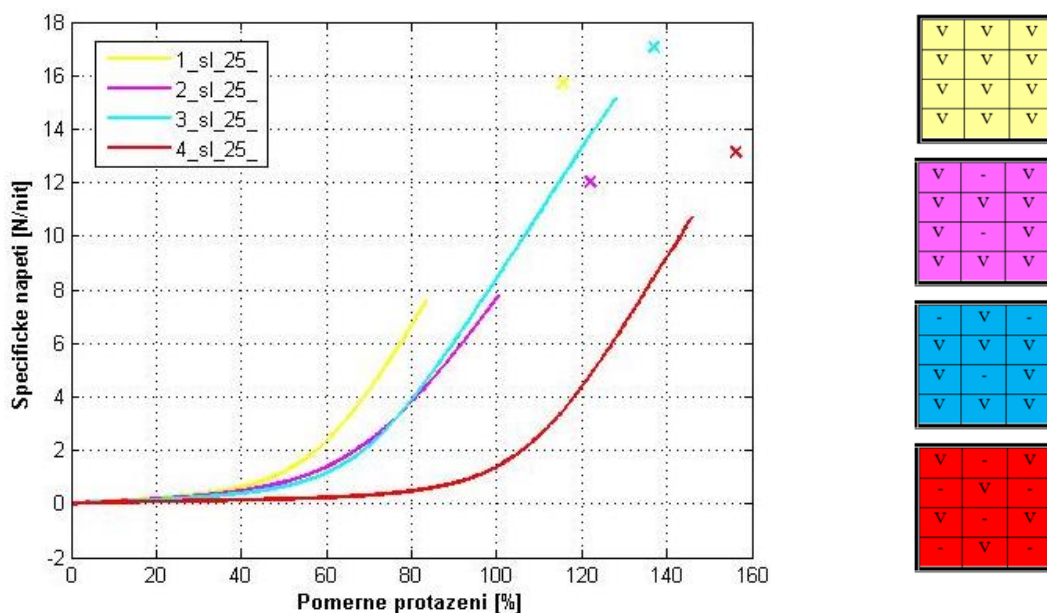
Obr. 46 Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 50

Na obr. 46 1\_rad\_50 označuje protažení v řádku ve vazbě 1 o hustotě 50, 2\_rad\_50 označuje protažení v řádku ve vazbě 2 o hustotě 50, 3\_rad\_50 označuje protažení v řádku ve vazbě 3 o hustotě 50, 4\_rad\_50 označuje protažení v řádku ve vazbě 4 o hustotě 50.

Diskuze:

Z obr. 41 – 46 je viditelný rozdíl mezi vazbami. První vazba, vazba hladká, kde jsou všechny vazební prvky očka s největší zásobou příze, mají největší tažnost v řádku u všech hustot. Naopak čtvrtá vazba, vazba s nejvíce podloženými kličkami a nejmenší zásobou nitě má nejmenší tažnost v řádku. Vazba druhá a třetí mají velmi podobnou strukturu a tedy podobnou délku příze, ale oproti první hladké pletenině mají menší zásobu příze, a proto mají menší tažnost než vazba první hladké pleteniny, ale naopak větší než vazba čtvrtá s nejmenší zásobou příze.

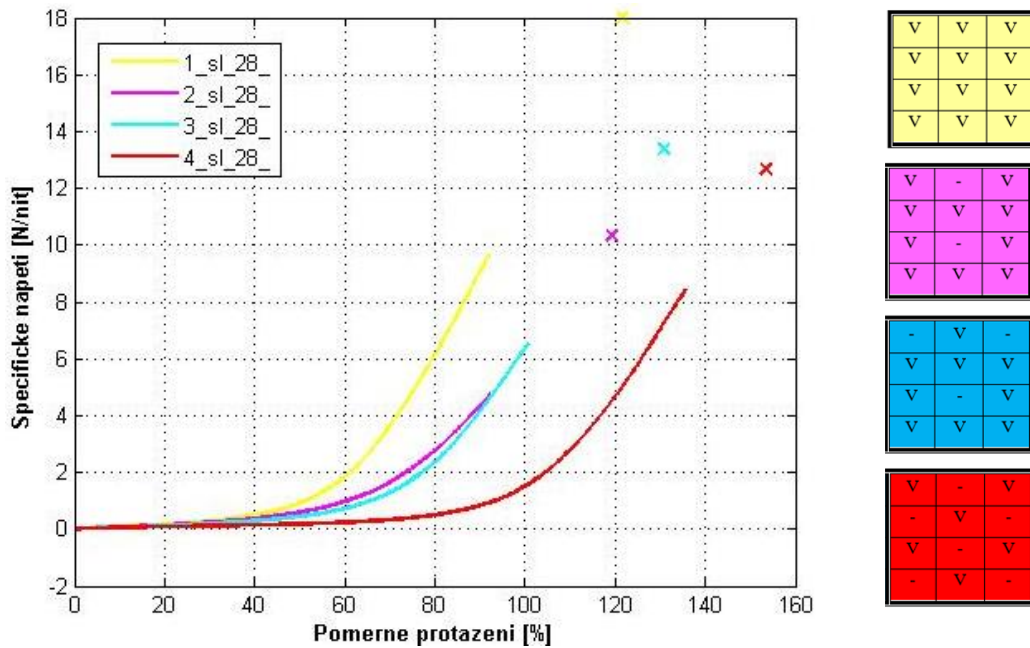
Hustota 25: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 47.



Obr. 47 Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 25

Na obr. 47 1\_sl\_25 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 25, 2\_sl\_25 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 25, 3\_sl\_25 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 3 o hustotě 25, 4\_sl\_25 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 25.

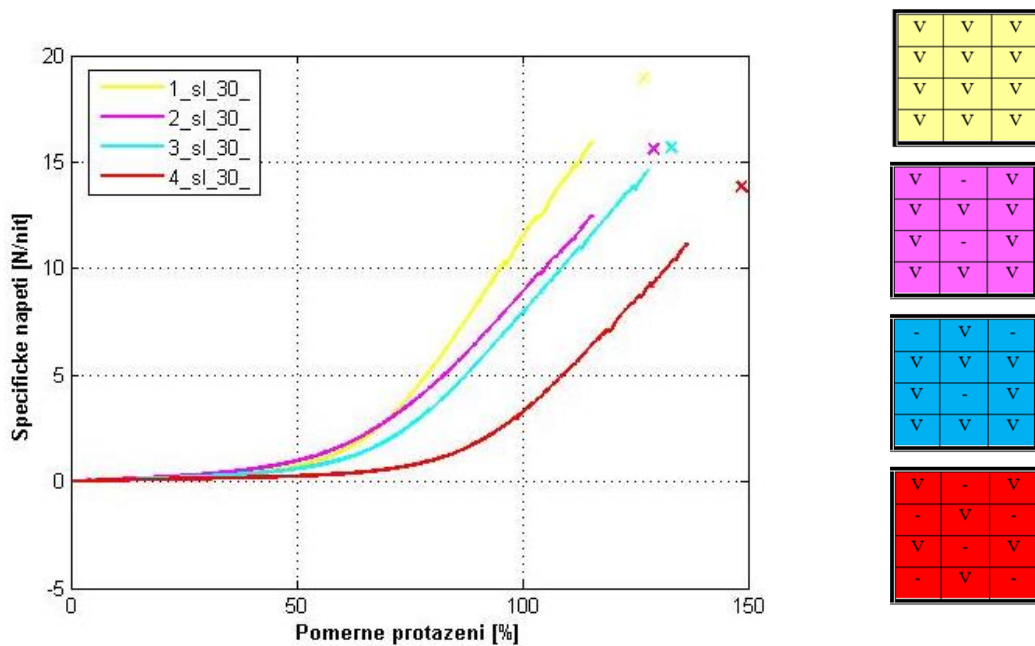
Hustota 28: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 48.



Obr. 48 Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 28

Na obr. 48 1\_sl\_28 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 28, 2\_sl\_28 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 28, 3\_sl\_28 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 3 o hustotě 28, 4\_sl\_28 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 28.

Hustota 30: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 49.

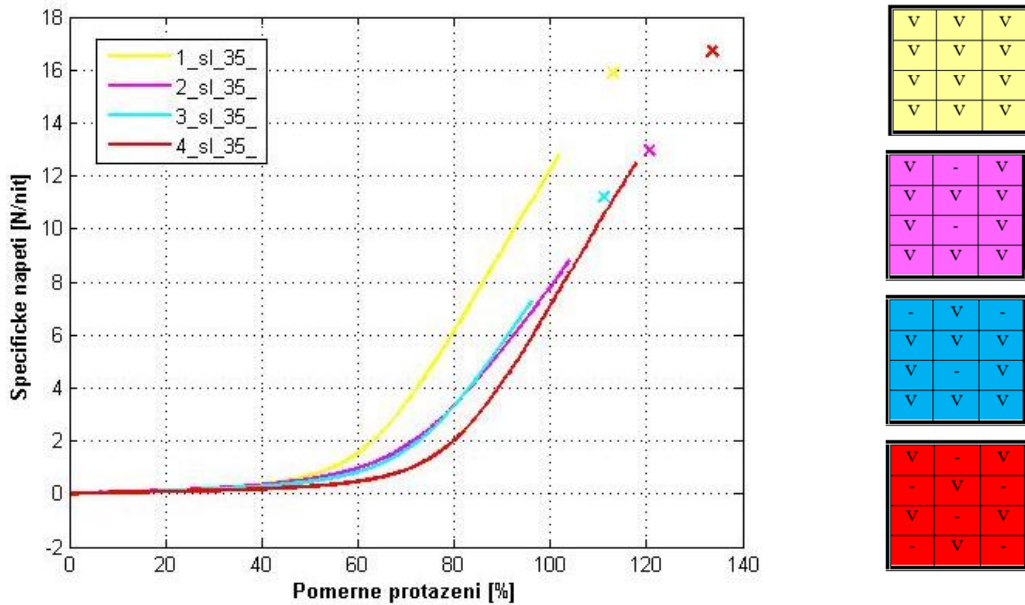


Obr. 49 Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 30

Na obr. 49 1\_sl\_30 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 30, 2\_sl\_30 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 30, 3\_sl\_30 označuje protažení ve

sloupku ve vazbě 3 o hustotě 30, 4\_sl\_30 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 30.

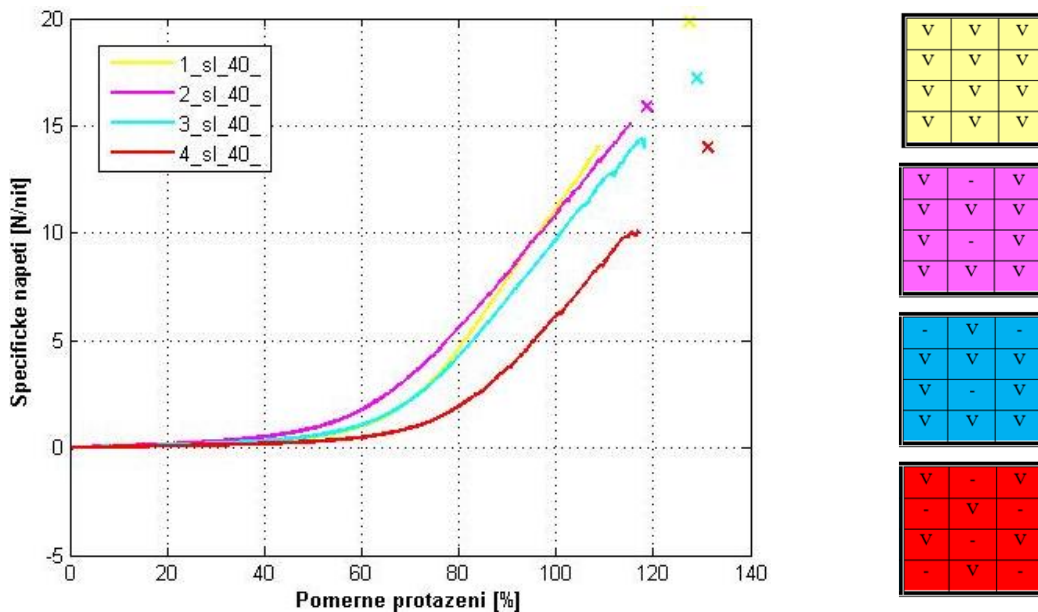
Hustota 35: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 50.



Obr. 50 Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 35

Na obr. 50 1\_sl\_35 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 35, 2\_sl\_35 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 35, 3\_sl\_35 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 3 o hustotě 35, 4\_sl\_35 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 35.

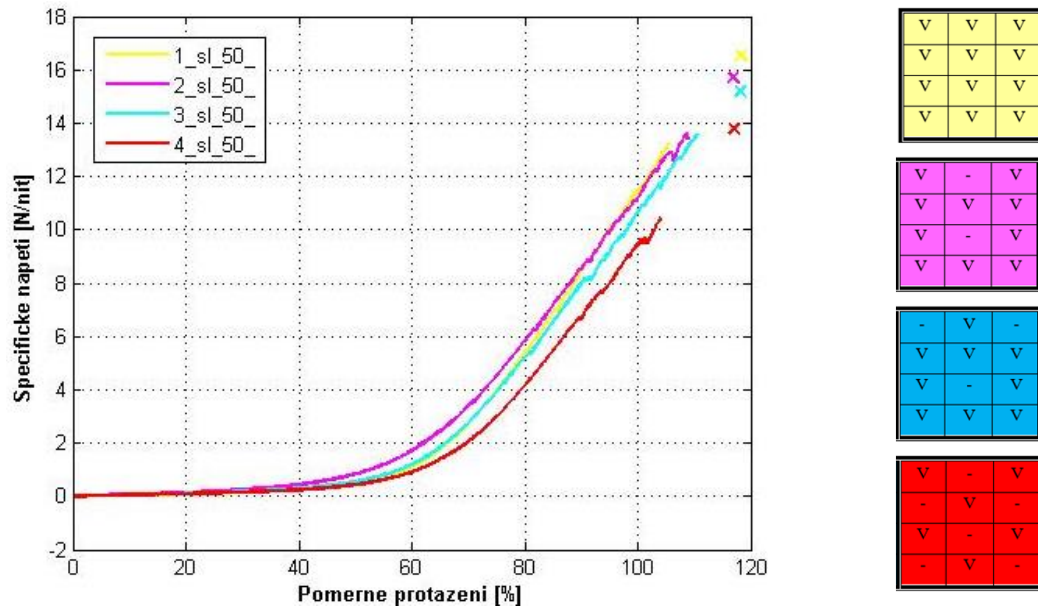
Hustota 40: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 51.



Obr. 51 Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 40

Na obr. 51 1\_sl\_40 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 40, 2\_sl\_40 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 40, 3\_sl\_40 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 3 o hustotě 40, 4\_sl\_40 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 40.

Hustota 50: tahové křivky jsou znázorněny na obr. 52.



Obr. 52 Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 50

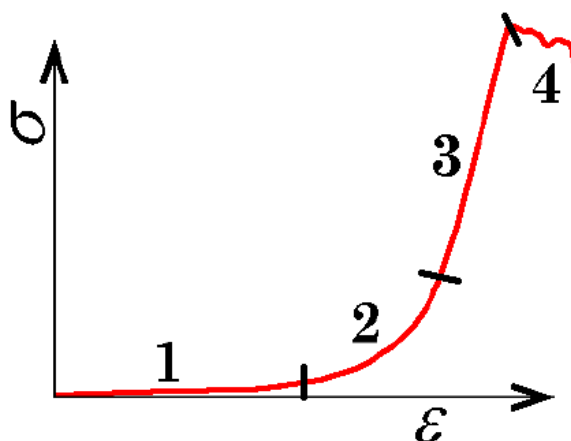
Na obr. 52 1\_sl\_50 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 1 o hustotě 50, 2\_sl\_50 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 2 o hustotě 50, 3\_sl\_50 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 3 o hustotě 50, 4\_sl\_50 označuje protažení ve sloupku ve vazbě 4 o hustotě 50.

Diskuze:

Na grafech na obr. 47 - 52 jsou porovnány jednotlivé vazby v určitých hustotách ve sloupku mezi sebou. Z obrázků je zřejmé, že vazba 1, tedy vazba hladká, má nejkratší část křivky, která „kopíruje“ osu x. Naopak vazba 4, tedy vazba s nejvíce podloženými kličkami, má nejdelší část křivky, která „kopíruje“ osu x. Čím je pletenina řidší, tím se rozdíl mezi pleteninami smazávají, např. u hustoty 50 leží průměrné tahové křivky téměř na sobě.

## 4 ANALÝZA TAHOVÉ KŘIVKY PLETENINY VE SMĚRU ŘÁDKU

V této kapitole budou popsány závislosti zjištěné z tahových křivek pletenin a parametrů pletenin. Tahové křivky byly analyzované pouze ve směru řádků, protože v tomto směru namáhání závisí na tom, jestli je vazebním prvkem očko nebo podložená klička ve struktuře pleteniny. Když je vazebním prvkem očko, tak při namáhání ve směru řádku se pletenina chová jinak, než když je vazebním prvkem podložená klička. Rozdíl mezi těmito prvky při namáhání je, že když se očko deformuje, využívá nejdříve svou délku nitě v očku a až poté se deformuje průřez nitě. Když je prvkem podložená klička, tak se hned deformuje průřez nitě, protože podložená klička je rovný úsek v pletenině a nemá žádnou zásobu nitě jako očko. Tahová křivka pleteniny je velmi specifická a lze ji rozdělit na několik charakteristických částí, které jsou zobrazeny na obr. 53. Každé této části bude věnována podkapitola popsána níže.



Obr. 53 Oblasti tahové křivky [3]

### 4.1 První oblast tahové křivky

První oblast tahové křivky je charakterizována jako úsek, kdy křivka téměř kopíruje osu  $x$ . První oblast tahové křivky má počátek v nule a koncový bod je velmi složité najít, většinou se tento bod odhaduje. V této oblasti zřejmě dochází pouze k využití zásoby nitě v očkách, a proto stačí velmi malá síla k protažení pleteniny.

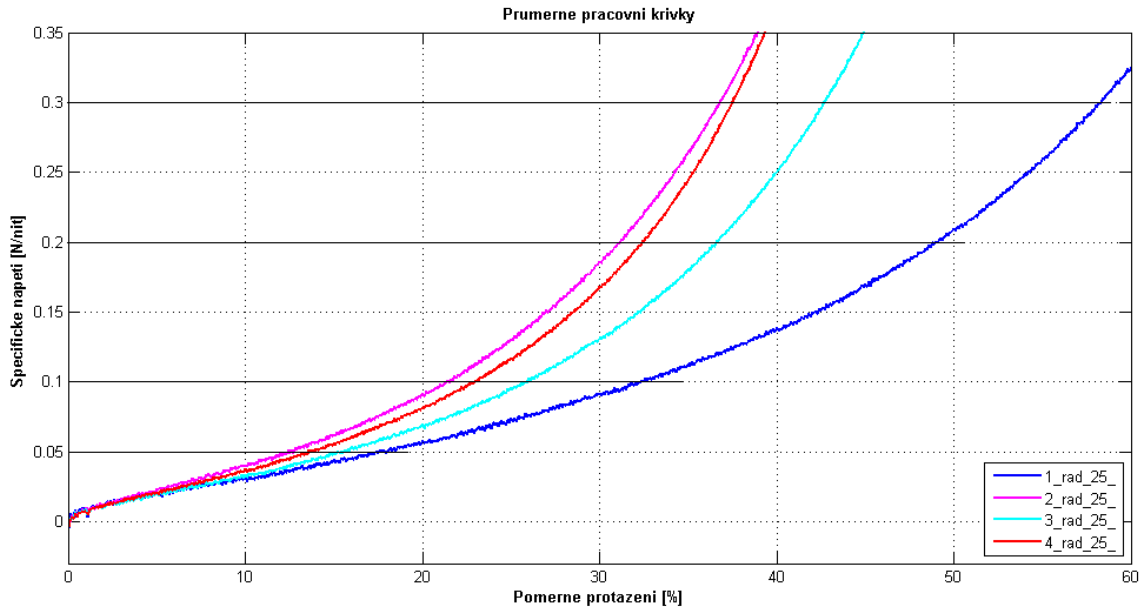
#### 4.1.1 Další parametry

##### Délka v první oblasti

Délka v první oblasti byla zjištěna z experimentálních tahových křivek. Délka této oblasti je označena symbolem  $\Delta l$ . Najít hraniční bod, kde úsek 1 končí, není jednoduché, v této práci byl hraniční bod oblasti 1 odhadnut subjektivně a to tak, že z tahové křivky byly odečteny hodnoty délky úseku na úrovni 0,05N/nit, 0,1N/nit,



0,2N/nit a 0,3N/nit. Na obr. 54 jsou zobrazeny úrovně odečtení  $\Delta l$ . V tabulce 8 jsou uvedeny odečtené hodnoty z tahové křivky.

Obr. 54 Úrovně odečtení  $\Delta l$ 

Tab. 8 Délka v první oblasti

1. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$\Delta l$ na 0,05N/nit [mm]	17,4	18,4	22,2	36,8	41,5	53,1
$\Delta l$ na 0,1N/nit [mm]	32,2	34,4	41,7	64,6	77,3	93,7
$\Delta l$ na 0,2N/nit [mm]	48,8	51,8	63,3	87,7	104,5	118,3
$\Delta l$ na 0,3N/nit [mm]	58,2	61	73,9	97,6	116,7	128,5
2. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$\Delta l$ na 0,05N/nit [mm]	12,8	13,4	12,3	23,8	24,5	32,4
$\Delta l$ na 0,1N/nit [mm]	21,6	23,2	22,7	40,4	44,3	61,5
$\Delta l$ na 0,2N/nit [mm]	31,4	34,4	36,2	57,6	65,3	83,6

$\Delta l$ na 0,3N/nit [mm]	37	40,8	44	66,5	75,4	93,2
3. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$\Delta l$ na 0,05N/nit [mm]	15,2	18,2	16,9	29	28,5	52,7
$\Delta l$ na 0,1N/nit [mm]	25,8	30,4	29,5	47,2	51	85,3
$\Delta l$ na 0,2N/nit [mm]	36,6	42,8	44,1	63,2	68,5	103,9
$\Delta l$ na 0,3N/nit [mm]	42,6	49,4	51,6	70,6	76,4	118
4. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
$\Delta l$ na 0,05N/nit [mm]	13,6	18	17,3	28,8	28,3	42,3
$\Delta l$ na 0,1N/nit [mm]	23,2	29,6	29,5	45,8	48,1	69,7
$\Delta l$ na 0,2N/nit [mm]	32,6	40,8	42,8	60,2	64,5	88,3
$\Delta l$ na 0,3N/nit [mm]	37,6	46,4	49,9	67	72,2	98,3

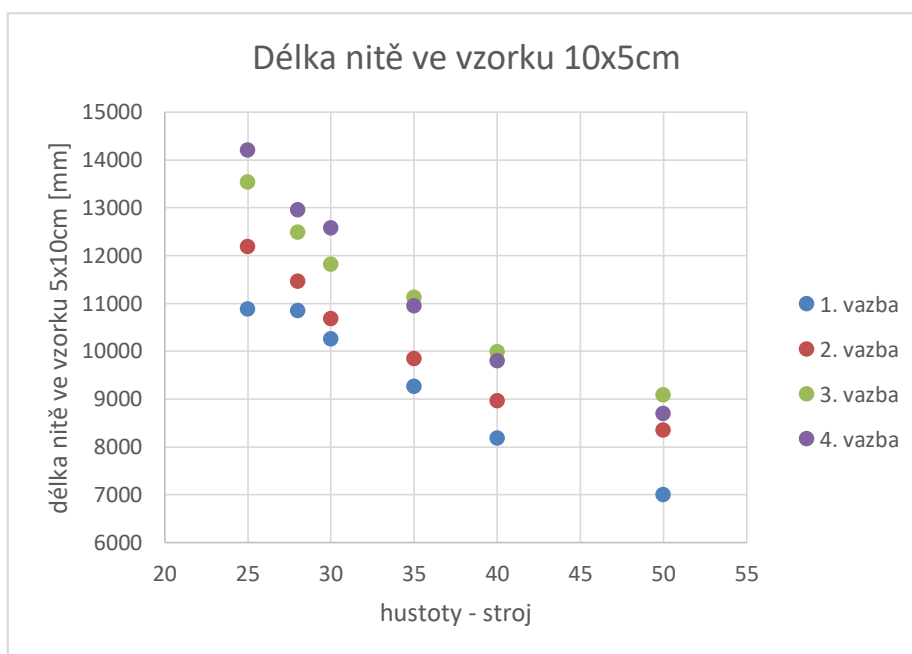
Dále v práci bude použita  $\Delta l$  na úrovni 0,2N/nit, protože je to ještě dostatečně malá síla, a ještě se nedeformuje průřez nitě.

#### Délka nitě ve vzorku

Délka nitě ve vzorku je vypočtena na vzorek pro tahovou zkoušku, což je 5x10cm. Délku nitě ve vzorku spočítáme jako délku nitě v řádku na 10cm násobenou počtem sloupků na 5cm. Tento parametr nás zajímá, protože chceme zjistit, zda má délka nitě ve vzorku nějaký vliv na první oblast tahové křivky. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 9. Graficky znázorněné délky nitě ve vzorku jsou na obr. 55.

Tab. 9 Délka nitě ve vzorku 5x10cm

1. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
<i>l vzorek</i> [mm]	10882	10847	10248	9263	8180	6993
2. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
<i>l vzorek</i> [mm]	12182	11460	10674	9845	8960	8350
3. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
<i>l vzorek</i> [mm]	13536	12485	11819	11123	9991	9080
4. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
<i>l vzorek</i> [mm]	14196	12954	12573	10950	9801	8696



Obr. 55 Délka nitě ve vzorku 10x5cm

Z grafu na obr. 55 je zřejmé, že čím jsou pleteniny hustší, tím mají více nitě v celém vzorku. A naopak pleteniny, které jsou řidké, mají méně nitě v celém vzorku. Při přepočtení délky nitě na celý vzorek je vidět opačný trend. Pletenina ve vazbě 1 – hladká pletenina má v každé hustotě nejméně nitě ve vzorku. Je to způsobeno tím, že ve vazbě 4 (s nejvíce podloženými kličkami) dva dílčí řádky tvoří jeden, protože řádky do sebe zaklesnou, jak už bylo vysvětleno dříve. Dále čím je pletenina řidší, tím se

smazávají rozdíly mezi vazbou 2,3 a 4. Je to způsobeno tím, že např. u hustoty 50 byly pleteniny velmi řídké.

#### Počet vazných bodů ve vzorku

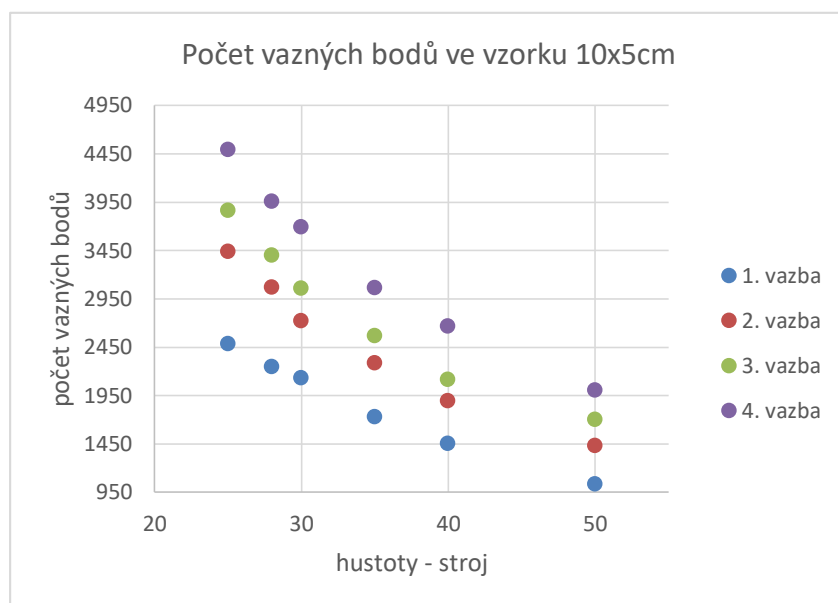
Počet vazných bodů je vypočítaný opět pro vzorek 5x10cm, tedy vzorek pro zkoušku tažnosti. Počet vazných bodů je počet míst, kde se vazební prvky pleteniny překrývají. Počty vazných bodů jsou přepočteny s ohledem na hustoty sloupků a řádků dle vzorce (34):

$$\text{počet vazných bodů} = ((H_{sl} * 0,05) * (H_r * 0,1)) * 2 \quad (34)$$

Počty vazných bodů ve vzorku jsou uvedeny v tabulce 10. Graficky znázorněné počty vazných bodů jsou zobrazeny na obr. 56.

Tab. 10 Počet kontaktních míst ve vzorku (5x10cm)

1. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
počet vaz. bodů	2491	2252	2137	1734	1457	1040
2. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
počet vaz. bodů	3443	3075	2726	2288	1898	1434
3. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
počet vaz. bodů	3868	3403	3061	2572	2122	1706
4. vazba						
hustoty	25	28	30	35	40	50
počet vaz. bodů	4495	3961	3698	3066	2673	2008



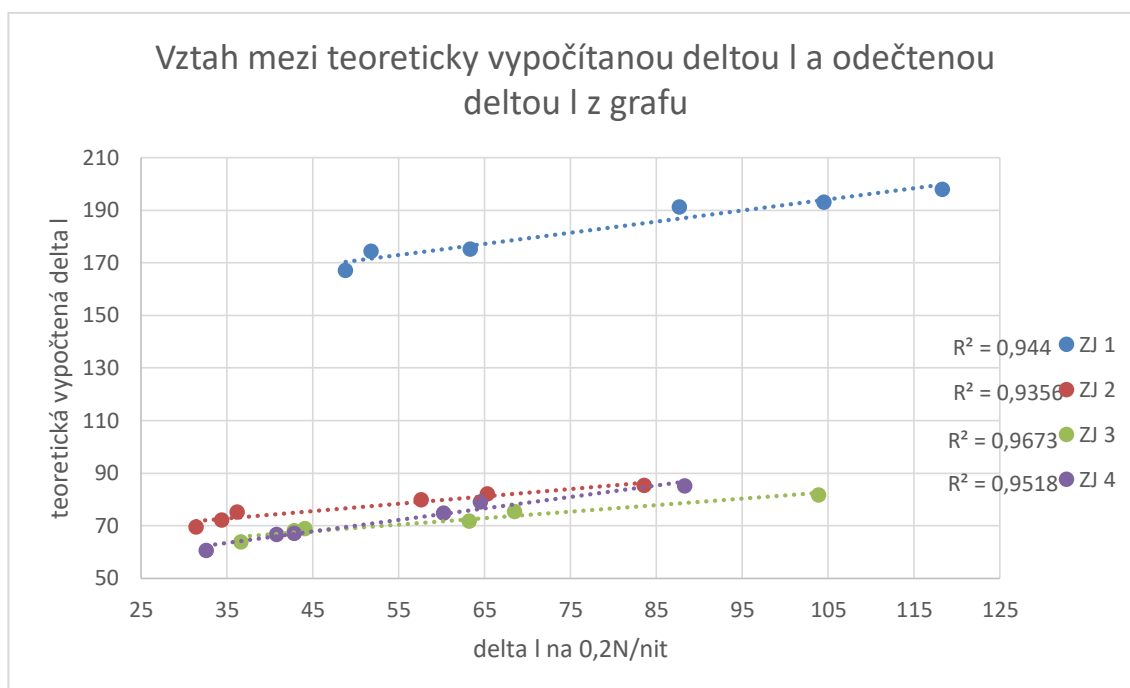
Obr. 56 Počet vazných bodů ve vzorku 10x5cm

Na obr. 56 jsou znázorněny počty vazných bodů v jednotlivých vazbách. Z obr. 55 je vidět, že čím je pletenina řidší, tím má méně vazných bodů, což je logické, protože ve vzorku pleteniny jsou očka větší a je jich méně, než u hustot řidších. V porovnání vazeb mezi sebou je zřejmé, že vazba 1 – hladká pletenina má nejméně vazných bodů ve vzorku velikosti 5x10cm a naopak vazba 4 s nejvíce podloženými kličkami má vazných bodů nejvíce. Tento fakt je způsoben tím, vazba 4 do sebe zaklesá a dva řádky této pleteniny působí jako jeden. Vazba 2 a 3 jsou si podobné, ale vazba 3 má vazných bodů trochu více, což je způsobeno rozložením podložených kliček ve struktuře těchto dvou vazeb. Druhá vazba má podložené kličky nad sebou a třetí vazba je má přesazené o rozteč, jak bylo vysvětleno dříve. Dále z grafu můžeme opět vidět, že hustější pleteniny se ve vazbách liší velmi podstatně a řidší méně.

#### **4.1.2 Závislosti v první oblasti**

##### Vztah mezi teoreticky vypočítanou $\Delta l$ a odečtenou $\Delta l$ z grafu

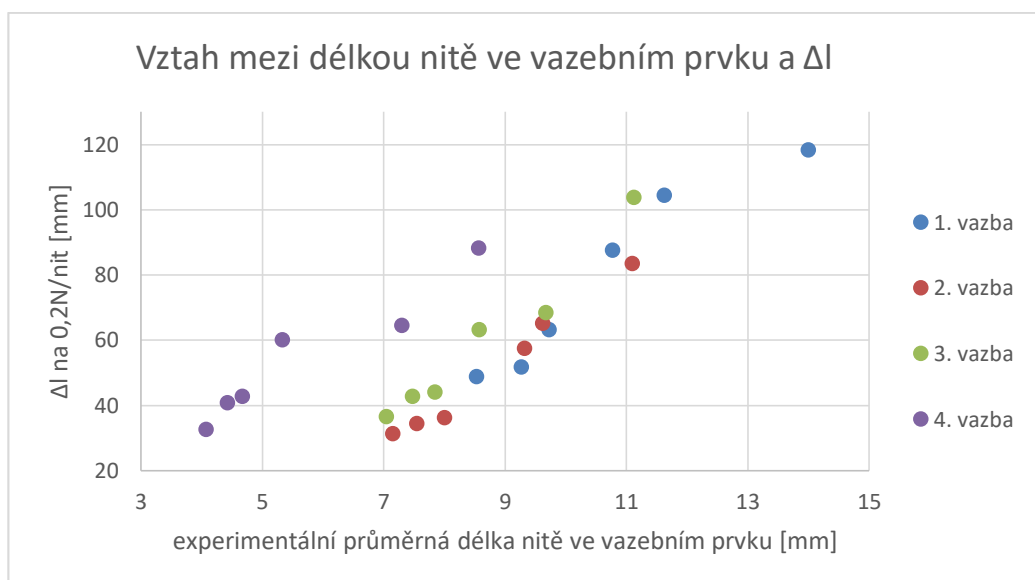
Teoretická  $\Delta l$  byla vypočtena z teoretického modelu dle vzorce (12). Vztah je znázorněn na obr. 57.

Obr. 57 Závislost mezi teoreticky vypočítanou  $\Delta l$  a odečtenou  $\Delta l$  z grafu

Na obr. 57 je znázorněna závislost mezi teoreticky vypočtenou  $\Delta l$  a  $\Delta l$  odečtenou z grafu na hranici  $0,2N/nit$ . Z grafu je zřejmá pozitivní závislost mezi teoreticky vypočtenou  $\Delta l$  a odečtenou  $\Delta l$  z grafu, ale vypočtené hodnoty teoretické jsou vyšší. Vyšší hodnoty teoretického modelu jsou způsobeny tím, že teoretický model neuvažuje třecí sílu, která působí ve vazných bodech proti směru namáhání. A proto k popisu mechanického chování pletenin nestačí pouze geometrické modely.

#### Vztah mezi experimentální průměrnou délkou nitě ve vazebním prvku a délkou nitě v prvním úseku $\Delta l$

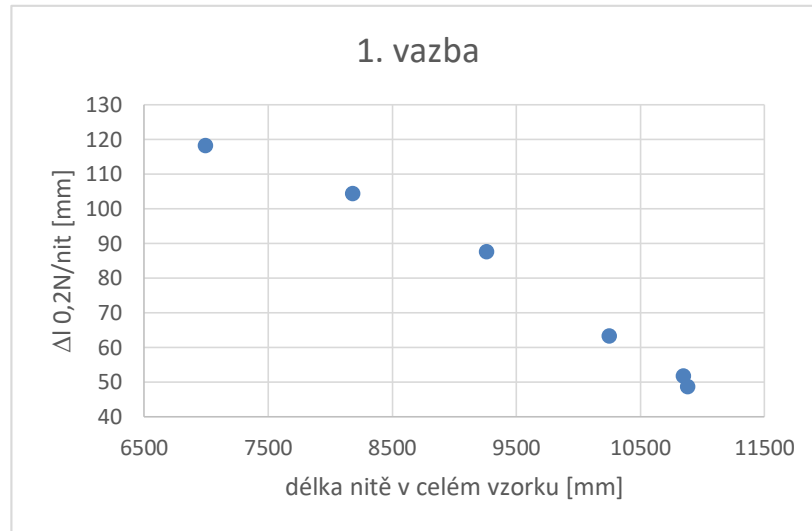
Toto porovnání bylo zvoleno, protože chceme zjistit, zda je první oblast nějak ovlivněná průměrnou experimentální délkou nitě ve vazebním prvku. Pro tuto závislost bylo  $\Delta l$  odečítáno na hranici specifického napětí  $0,2N/nit$ . Na obr. 58 jsou zobrazeny závislosti mezi délkou nitě ve vzorku a  $\Delta l$  na  $0,2N/nit$  u jednotlivých vazeb.

Obr. 58 Závislost experimentální průměrné délky nitě ve vazebním prvku a  $\Delta l$ 

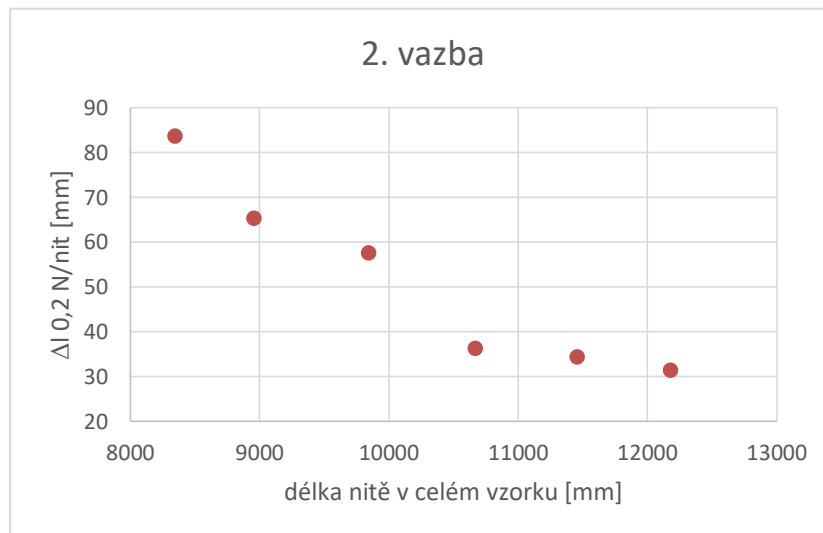
Na obr. 58 je znázorněn vztah mezi experimentální průměrnou délkou nitě ve vazebním prvku a  $\Delta l$  na 0,2N/nit. Z grafu můžeme vidět, že čím je delší průměrná délka nitě v prvku, tím je delší úsek  $\Delta l$ . Z grafu je dále zřejmé, že ve stejné hustotě má vazba první, tedy vazba hladká, mnohem delší experimentální délku nitě ve vazebním prvku oproti vazbám ostatním. Největší rozdíl je v porovnání první vazby s vazbou čtvrtou, která má nejvíce podložených kliček, ta má průměrnou délku ve vazebním prvku nejkratší. Vazba dvě a tři, vazby se stejným počtem podložených kliček, mají podobné hodnoty průměrné délky nitě ve vazebním prvku.

#### Vztah mezi délkou nitě ve vzorku a délkou nitě v prvním úseku $\Delta l$

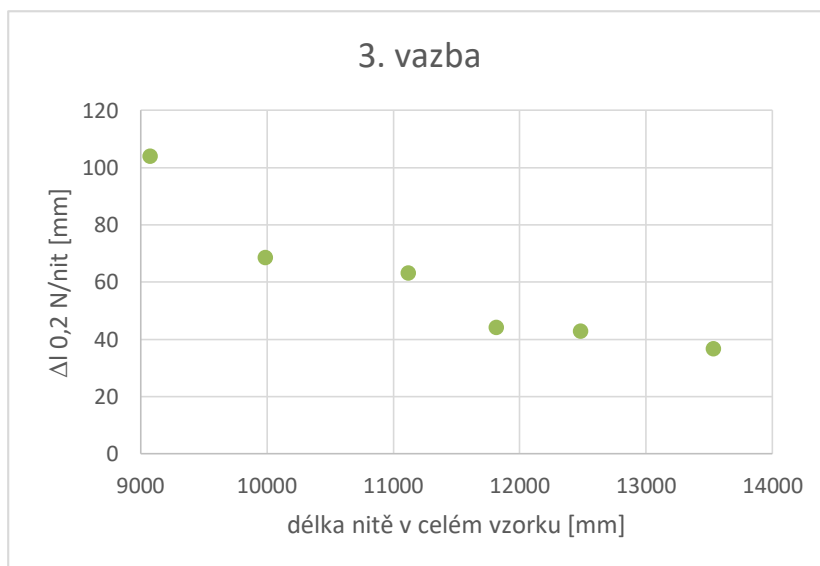
Toto porovnání bylo zvoleno, protože chceme zjistit, zda je délka nitě v prvním úseku nějak ovlivněná celkovou délkou ve vzorku pleteniny. Pro tuto závislost bylo  $\Delta l$  odečítáno na hranici specifického napětí 0,2N/nit. Na obr. 59 – 63 jsou zobrazeny závislosti mezi délkou nitě ve vzorku a  $\Delta l$  na 0,2N/nit u jednotlivých vazeb.



Obr. 59 Závislost délky nitě ve vzorku a  $\Delta l$  u první vazby

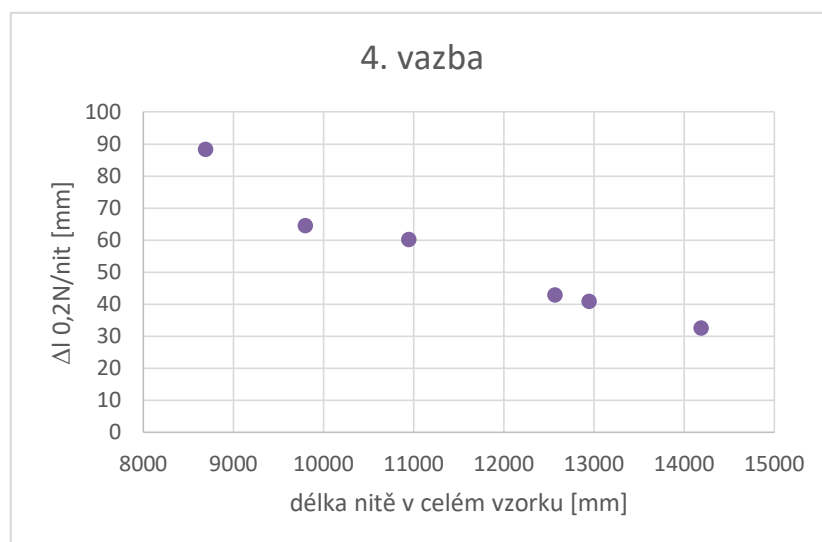
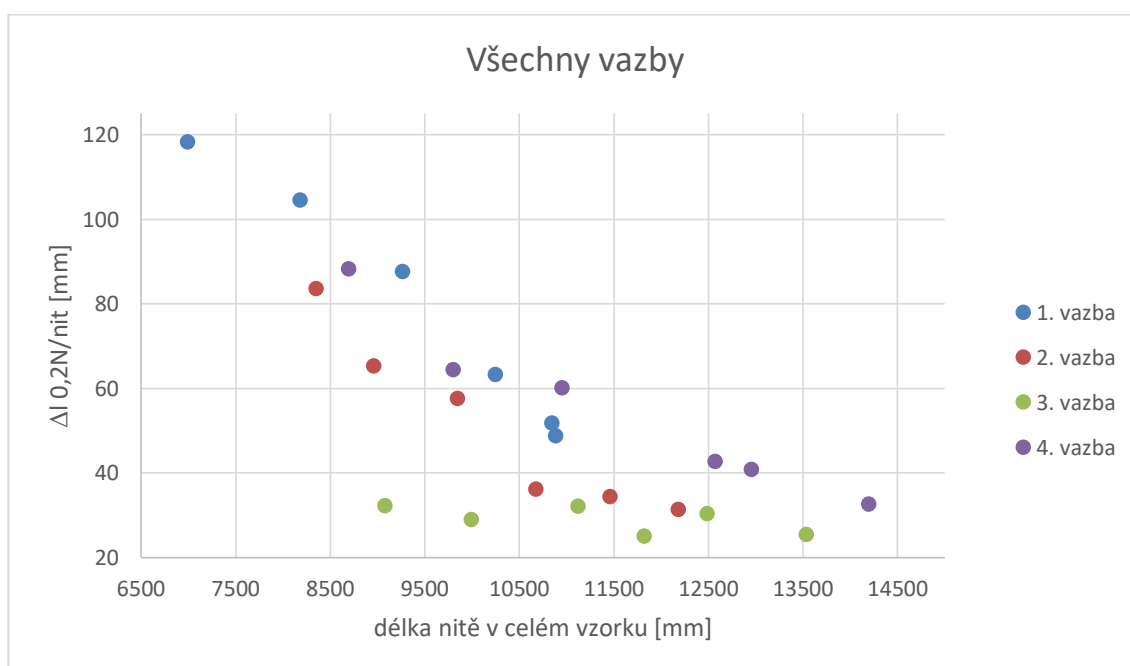


Obr. 60 Závislost délky nitě ve vzorku a  $\Delta l$  u druhé vazby



Obr. 61 Závislost délky nitě ve vzorku a  $\Delta l$  u třetí vazby



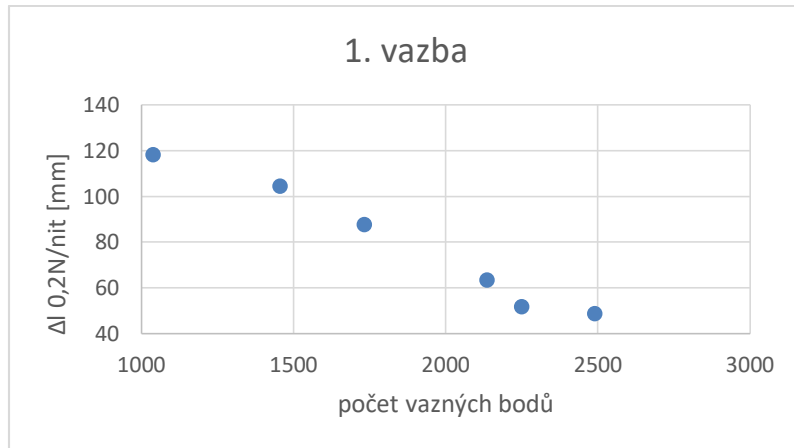
Obr. 62 Závislost délky nitě ve vzorku a  $\Delta l$  u čtvrté vazbyObr. 63 Závislost délky nitě ve vzorku a  $\Delta l$ 

Z obr. 59 - 63 je vidět, že s přibývajícím délkou nitě ve vzorku 5x10cm se snižuje délka prvního úseku  $\Delta l$ . Nejřidší pleteniny u všech vazeb mají nejkratší délku nitě ve vzorku a nejdelší délku prvního úseku. Tento trend je nejspíše způsoben tím, že čím více je materiálu ve vzorku, tím je pletenina hustší a obsahuje tedy více oček než pletenina řidká. Hustá pletenina má více vazných bodů, ve kterých se nit drží a nemůže se v první oblasti tolik protáhnout beze změny průřezu příze.

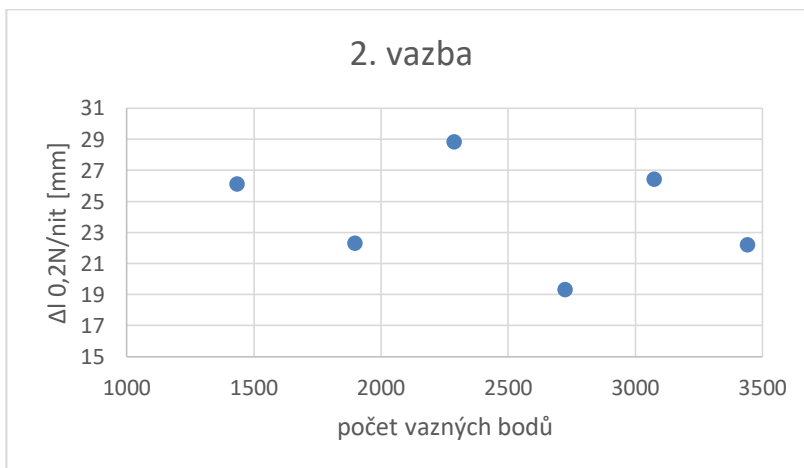
#### Vztah mezi počtem vazných bodů a délkou nitě v prvním úseku $\Delta l$

Toto porovnání bylo zvoleno, protože chceme zjistit, zda je délka nitě v prvním prvku nějak ovlivněná počtem vazných bodů ve vzorku pleteniny. Pro tuto závislost bylo  $\Delta l$

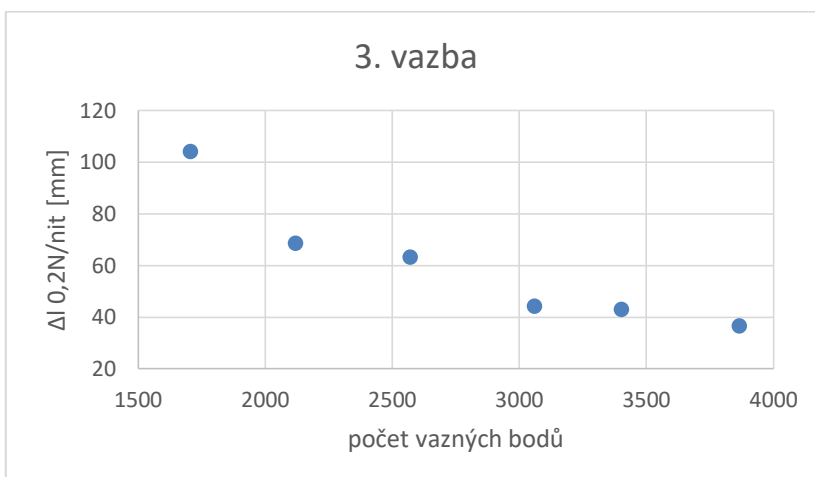
odečítáno na hranici specifického napětí 0,2N/nit. Na obr. 64 – 67 jsou zobrazeny závislosti mezi počtem vazných bodů a délkou nitě  $\Delta l$  na 0,2N/nit u jednotlivých vazeb.



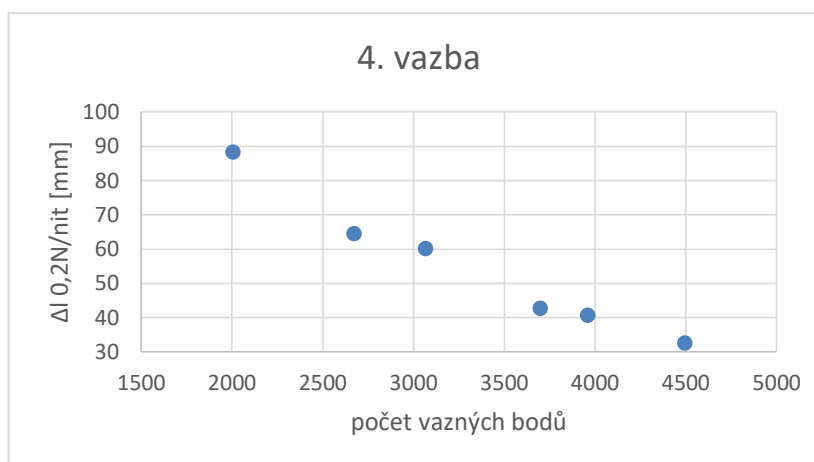
Obr. 64 Závislost počtu vazných bodů ve vzorku a  $\Delta l$  u první vazby



Obr. 65 Závislost počtu vazných bodů ve vzorku a  $\Delta l$  u druhé vazby



Obr. 66 Závislost počtu vazných bodů ve vzorku a  $\Delta l$  u třetí vazby

Obr. 67 Závislost počtu vazných bodů ve vzorku a  $\Delta l$  u čtvrté vazby

Z obr. 64 - 67 je zřejmé, že čím je ve vzorku více vazných bodů, tím se zmenšuje délka v prvním úseku  $\Delta l$ . Tento trend potvrzuje i závislost mezi délkou nitě ve vzorku a  $\Delta l$ . Klesající trend je způsoben tím, že když je v pletenině hodně vazných bodů, tedy více oček, tak se pletenina v první oblasti nemůže tolik protáhnout beze změny průřezu příze.

#### **4.2 Druhá oblast tahové křivky**

Druhá oblast tahové křivky je velmi komplikovaná, nelze přesně specifikovat, co ji ovlivňuje. V této oblasti dochází k deformaci průřezu nitě. Tahová křivka je mnohem strmější v druhé oblasti právě kvůli deformaci průřezu příze, která vyžaduje větší sílu. Druhá oblast začíná v bodě, kde končí oblast první a končí v bodě, kde začíná oblast třetí.

#### **4.3 Třetí oblast tahové křivky**

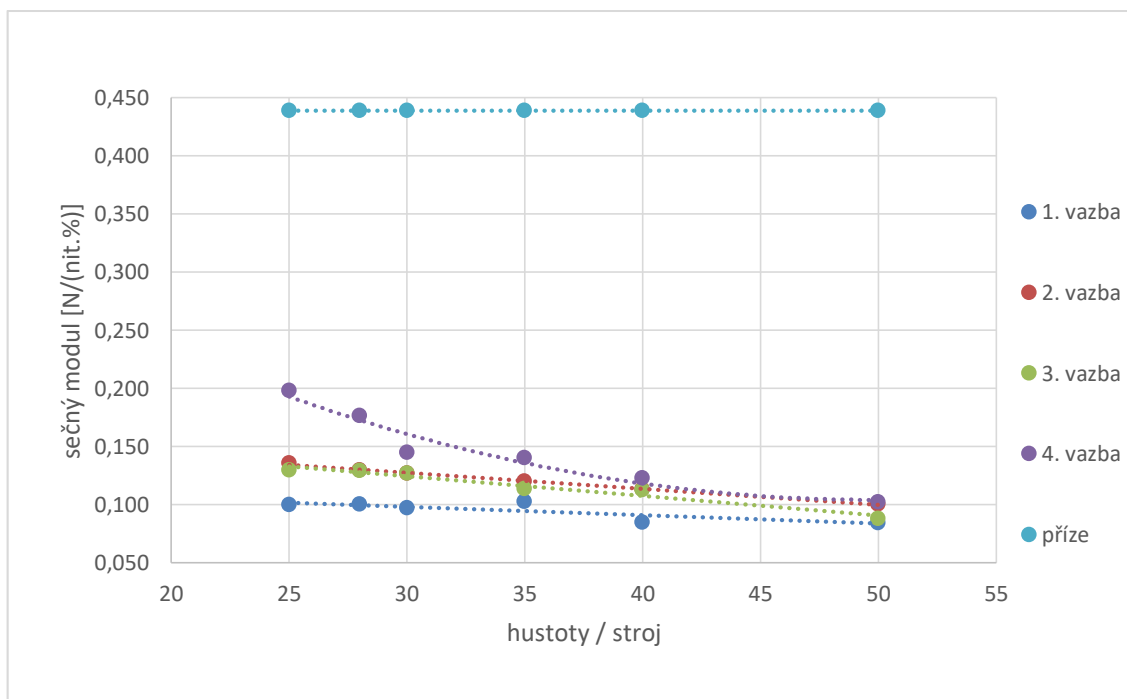
Třetí oblast začíná nejspíše tam, kde začíná být tahová křivka lineární a končí přetrhem pleteniny. Třetí oblast je především ovlivněna samotnou nití a jejím mechanickým chováním. V této oblasti působí podélná deformace nitě a záleží tedy na tom, jaký druh nitě byl použit při výrobě pleteniny. Pro tuto práci byla použita příze druzená ze dvou skaných přízí o jmenovité jemnosti 70 tex.

Protože je třetí oblast tahové křivky ovlivněna přízí, z které je pletenina vyrobena nabízí se porovnání třetí oblasti tahové křivky pletenin s tahovou křivkou příze. Pro porovnání třetí oblasti pletenin s přízí byl použit sečný modul. Sečný modul je modul, který se určí pomocí dvou bodů na křivce v její lineární části. Sečné moduly tahových křivek byly odečteny z průměrných tahových křivek. Sečný modul z průměrné tahové křivky příze je 0,439 N/nit.%. V tabulce 11 jsou uvedeny jednotlivé hodnoty sečných modulu ve třetí

oblasti u jednotlivých vazeb a hustot. Hodnoty sečného modulu z průměrných tahových křivek jsou znázorněny na obr. 68.

Tab. 11 Sečný modul průměrných tahových křivek ve třetí oblasti [N/nit.%]

Vazba / hustota	1	2	3	4
25	0,1	0,136	0,13	0,198
28	0,1	0,13	0,129	0,177
30	0,097	0,127	0,127	0,145
35	0,103	0,12	0,113	0,140
40	0,085	0,113	0,113	0,123
50	0,084	0,1	0,088	0,102



Obr. 68 Sečný modul z průměrných tahových křivek

Z obr. 68 je vidět, že sečný modul jednotlivých pletenin je nižší než u příze, protože tuhost pleteniny je snížena tím, že síla nepůsobí na nedeformovaný průřez nitě a nitě jsou drženy ve vazných bodech, kde deformace probíhá. U vazeb s podloženými kličkami je sečný modul vyšší, protože vazby s podloženými kličkami jsou tužší. Podložené kličky strukturu pleteniny uzamykají a dělají ji tužší. Dále je z grafu zřejmé, že čím je pletenina hustější, tím je sečný modul vyšší.

## 5 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zmapovat průběh namáhání pletenin. Soubor experimentálních vzorků tvořily čtyři vazby zátažné jednolící pleteniny, jedna vazba byla hladká a tři vazby měly ve struktuře různě uložené podložené kličky. Vazba hladká byla zvolena jako referenční. Každá vazba byla upletena v šesti hustotách a to 25, 28, 30, 35, 40 a 50. Pro experiment bylo vytvořeno tedy 24 různých vzorků zátažných jednolících pletenin. Na základě studia literárních pramenů byly popsány různé geometrické modely očekávané zátažné jednolící pleteniny a geometrické modely deformovaného prvku zátažné jednolící pleteniny. Dále byla v rešerši popsána pevnost pleteniny, tažnost pleteniny a tahová křivka a průběh namáhání pleteniny. Podkapitola byla věnována parametrům a vybraným mechanickým vlastnostem samotné příze.

Vzorky pro experimentální část byly vyrobeny v dílnách katedry textilních technologií. Experimentální část byla zaměřena na měření pevnosti a tažnosti příze, z které byla pletenina vyrobena a měření pevnosti a tažnosti jednotlivých vzorků pletenin. Naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány pomocí programu Excel a průměrné tahové křivky vytvořeny programem Matlab. Výsledky měření pevnosti a tažnosti jednotlivých pletenin byly mezi sebou porovnány.

V práci byl potvrzen předpoklad vlivu podložených kliček na mechanické chování pletenin v příčném směru. Příčná tažnost pleteniny byla nižší, když byly ve struktuře uloženy podložené kličky.

Tahová křivka pleteniny je velmi specifická a dá se rozdělit na několik charakteristických oblastí, které byly v práci jednotlivě prozkoumány.

První oblast tahové křivky je oblast, která kopíruje osu x. Na protažení v této oblasti je potřeba velmi malá síla. Délka první oblasti tahových křivek byla u jednotlivých vazeb různá, a proto bylo důležité tuto délku zjistit. Délka se dala vypočítat teoreticky nebo odečíst z grafu tahových křivek. Teoretický výpočet protažení v první oblasti kopíroval trend experimentálních hodnot, ale hodnotově byl výpočet nadsazený oproti realitě, protože zanedbával tření. Tudíž je vidět, že pouze geometrický model pro popis chování nestačí. První oblast tahové křivky byla ovlivněna délkou nitě ve vazebním prvku, který byl použit, délkou nitě v celém vzorku pro tahovou zkoušku a počtem vazných bodů ve vzorku na tahovou zkoušku.

Druhá oblast tahové křivky je mnohem strmější než oblast první, protože se v této oblasti deformuje průřez nitě a na to je potřeba mnohem větší síla. Tato oblast je velmi komplikovaná a nedá se přesně určit, co ji ovlivňuje. V práci nebyla zkoumaná.

Třetí oblast tahové křivky je ovlivněna samotnou přízí, která byla použita při pletení, a jejími mechanickými vlastnostmi. V této třetí oblasti tahové křivky se potvrdily předpoklady zvyšování se tuhosti pletenin s podloženými kličkami a to ve všech zkoumaných hustotách. Byl potvrzen i předpoklad vyšší tuhosti u příze než u pleteniny. Tuhost pleteniny byla snížena tím, že síla nepůsobí na nedeformovaný průřez nitě a nitě jsou drženy ve vazných bodech, kde k deformaci dochází.

Jednotlivé oblasti tahové křivky byly zanalyzovány a zjištěno co je ovlivňuje. Na tuto práci by se dalo navázat a vytvořit model chování pletenin při namáhání. Tento model by se dal využít při tvoreni střihů z pletených materiálů, ve kterých by bylo možno zohlednit příčnou tažnost zátažných pletenin.

## Literatura

- [1] KOVÁŘ, R.: Pletení, Technická univerzita v Liberci, Liberec, 2005, ISBN 80-7083-812-4
- [2] KOČÍ, V.: Vazby pletenin, 1. vydání, SNTL Praha, 1980, číslo L21-E1-IV-31/82099
- [3] KOVÁŘ, R., ŠPÁNKOVÁ, J.: Pletení, Technická univerzita v Liberci, Liberec, přednášky [online], [cit.10.4. 2015], Dostupné z www:  
<[http://www.ktt.tul.cz/index.php?page=predmety&action=detail&nextaction=view&id\\_predmet=60](http://www.ktt.tul.cz/index.php?page=predmety&action=detail&nextaction=view&id_predmet=60)>
- [4] NECKÁŘ, B.: Struktura a vlastnosti textilií, Technická univerzita v Liberci, Liberec, skripta [online], [cit. 2.5. 2015], Dostupné z www:  
<[https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list\\_pre.cgi?predmet=101&skripta=236&pro=>](https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_pre.cgi?predmet=101&skripta=236&pro=>)
- [5] KOVÁŘ, R.: Struktura a vlastnosti plošných textilií. Technická univerzita v Liberci, 2003. ISBN 80-7083-676-8
- [6] KOVAČIČ, V.: Zkoušení textilií II, Technická univerzita v Liberci, skripta [online], [cit. 10.4. 2015], Dostupné z www:  
<[https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list\\_pre.cgi?predmet=29&skripta=48&pro=>](https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_pre.cgi?predmet=29&skripta=48&pro=>)
- [7] Norma ČSN EN ISO 13934-1 80 0812: Zjišťování tržné síly a tažnosti pletenin. 1999
- [8] Norma ČSN EN ISO 2060 (80 0702): Textilie. Nitě v návinech. Zjišťování jemnosti (délkové hmotnosti). 1996
- [9] Interní norma IN 22-103-01/01: Zaplnění příze. Přímá metoda a metoda Secant.
- [10] Norma ČSN EN ISO 2062 (80 0700): Textilie. Nitě na návinech. Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu. 1996
- [11] PICEK, J.: Statistika, Technická univerzita v Liberci, Liberec, přednášky [online], [cit.27.12. 2015], Dostupné z www:  
<<https://kap.fp.tul.cz/images/stories/predmety/SPM/prezentace.pdf>>
- [12] MILITKÝ, J., KŘEMENÁKOVÁ, D.: Metrologie a řízení jakosti, Technická univerzita v Liberci, Liberec, 2015, ISBN 978-80-7494-242-6
- [13] Norma ČSN EN 149 71: Textilie. Pleteniny. Zjišťování počtu oček na jednotku plochy. 2006
- [14] ŠPÁNKOVÁ, J.: Manuál k výpočetnímu programu PLETENINY1.m, Interní materiál katedry textilních technologií, FT, TUL. 2007
- [15] Norma ČSN 80 0810: Zjišťování tržné síly a tažnosti pletenin. 1993

### Seznam obrázků

- Obr. 1: Lící a rubní očko
- Obr. 2: Podložená klička
- Obr. 3: Chytová klička
- Obr. 4: Řádek a sloupek pleteniny
- Obr. 5: Zátážná jednolící pletenina
- Obr. 6: Žebrovaná zátážná jednolící pletenina
- Obr. 7: Podkládaná zátážná jednolící pletenina
- Obr. 8: Zátážná jednolící pletenina s vytaženými očky
- Obr. 9: Zátážná jednolící pletenina s chytovými kličkami
- Obr. 10: Výplňková pletenina
- Obr. 11: Vazba se změnou polohy očka
- Obr. 12: Tvorba očka na jazýčkové jehle
- Obr. 13: Zámková dráha plochého pletacího stroje
- Obr. 14: Jehla projíždějící zámkovou dráhou
- Obr. 15: Vazný bod
- Obr. 16: Chamberlainův model očka
- Obr. 17: Peircův model očka
- Obr. 18: Dalidovičův model očka
- Obr. 19: Struktura hladké jednolící pleteniny před a po natažení
- Obr. 20: Šroubovice při maximálním využití zásoby nitě v očku
- Obr. 21: Trojúhelník pro vyjádření  $l_s$
- Obr. 22: Struktura jednolící pleteniny s podloženou kličkou před a po natažení
- Obr. 23: Skokové změny napětí při přetrhu pleteniny
- Obr. 24: Tahová křivka
- Obr. 25: Vazby pro experiment
- Obr. 26: Průměrná tahová křivka příze
- Obr. 27: Hustoty sloupků
- Obr. 28: Hustoty řádků
- Obr. 29: Celková hustota
- Obr. 30: Rozteč sloupků
- Obr. 31: Rozteč řádků
- Obr. 32: Délka nitě ve vazebním prvku experimentální metodou
- Obr. 33: Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku ve vazbě 1



- Obr. 34: Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku ve vazbě 2  
Obr. 35: Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku ve vazbě 3  
Obr. 36: Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku ve vazbě 4  
Obr. 37: Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku ve vazbě 1  
Obr. 38: Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku ve vazbě 2  
Obr. 39: Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku ve vazbě 3  
Obr. 40: Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku ve vazbě 4  
Obr. 41: Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 25  
Obr. 42: Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 28  
Obr. 43: Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 30  
Obr. 44: Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 35  
Obr. 45: Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 40  
Obr. 46: Závislost napětí na protažení pleteniny v řádku v hustotě 50  
Obr. 47: Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 25  
Obr. 48: Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 28  
Obr. 49: Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 30  
Obr. 50: Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 35  
Obr. 51: Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 40  
Obr. 52: Závislost napětí na protažení pleteniny ve sloupku v hustotě 50  
Obr. 53: Oblasti tahové křivky  
Obr. 54: Úrovně odečtení  $\Delta l$   
Obr. 55: Délka nitě ve vzorku 10x5cm  
Obr. 56: Počet vazných bodů ve vzorku 10x5cm  
Obr. 57: Závislost mezi teoreticky vypočítanou  $\Delta l$  a odečtenou  $\Delta l$  z grafu  
Obr. 58: Závislost experimentální průměrné délky nitě ve vazebním prvku a  $\Delta l$   
Obr. 59: Závislost délky nitě ve vzorku a  $\Delta l$  u první vazby  
Obr. 60: Závislost délky nitě ve vzorku a  $\Delta l$  u druhé vazby  
Obr. 61: Závislost délky nitě ve vzorku a  $\Delta l$  u třetí vazby  
Obr. 62: Závislost délky nitě ve vzorku a  $\Delta l$  u čtvrté vazby  
Obr. 63: Závislost délky nitě ve vzorku a  $\Delta l$   
Obr. 64: Závislost počtu vazných bodů ve vzorku a  $\Delta l$  u první vazby  
Obr. 65: Závislost počtu vazných bodů ve vzorku a  $\Delta l$  u druhé vazby  
Obr. 66: Závislost počtu vazných bodů ve vzorku a  $\Delta l$  u třetí vazby  
Obr. 67: Závislost počtu vazných bodů ve vzorku a  $\Delta l$  u čtvrté vazby

Obr. 68: Sečný modul tahových křivek

Seznam tabulek

Tab. 1: Statisticky zpracované výsledky měření parametrů a vlastností příze

Tab. 2: Hustoty sloupků a řádků

Tab. 3: Poměry hustot jednotlivých vazeb

Tab. 4: Rozteč sloupků a řádků

Tab. 5: Poměry roztečí v jednotlivých vazbách

Tab. 6: Délka nitě ve vazebním prvku

Tab. 7: Statisticky zpracované výsledky měření tažnosti a pevnosti pleteniny ve směru řádku a sloupku

Tab. 8: Délka nitě v první oblasti

Tab. 9: Délka nitě ve vzorku 10x5cm

Tab. 10: Počet vazných bodů ve vzorku 10x5cm

Tab. 11: Sečný modul tahových křivek ve třetí oblasti

# PŘÍLOHY

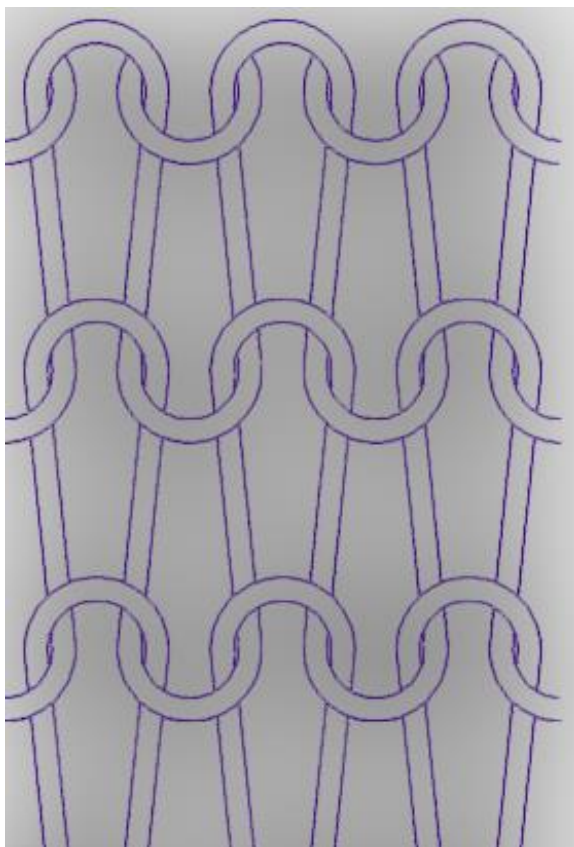
## Seznam příloh

Příloha 1: Vazby pro experiment nakresleny v programu Inventor

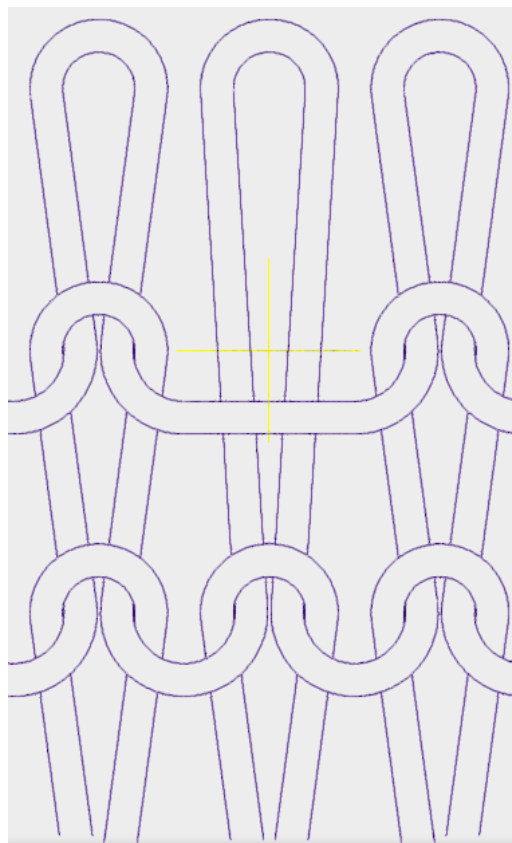
Příloha 2: Skript z Matlabu

Příloha 3: Protokol z trhacího přístroje – pletenina

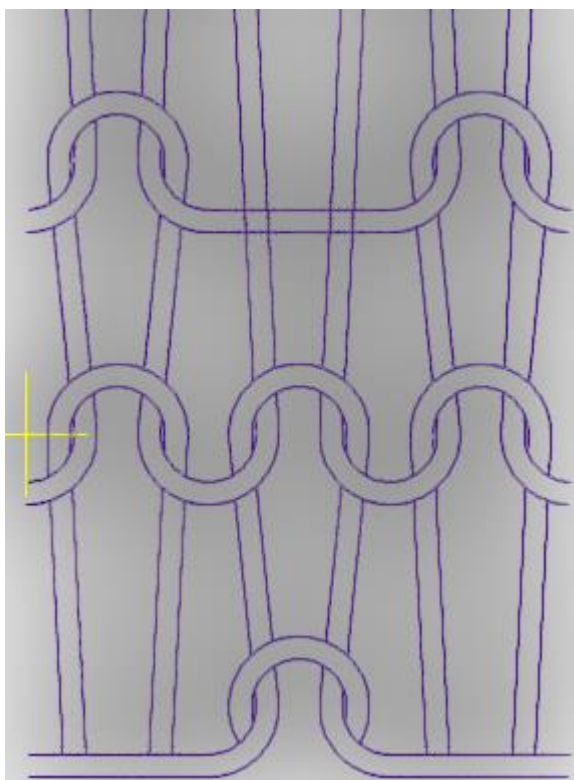
Příloha 1: Vazby pro experiment nakresleny v programu Inventor



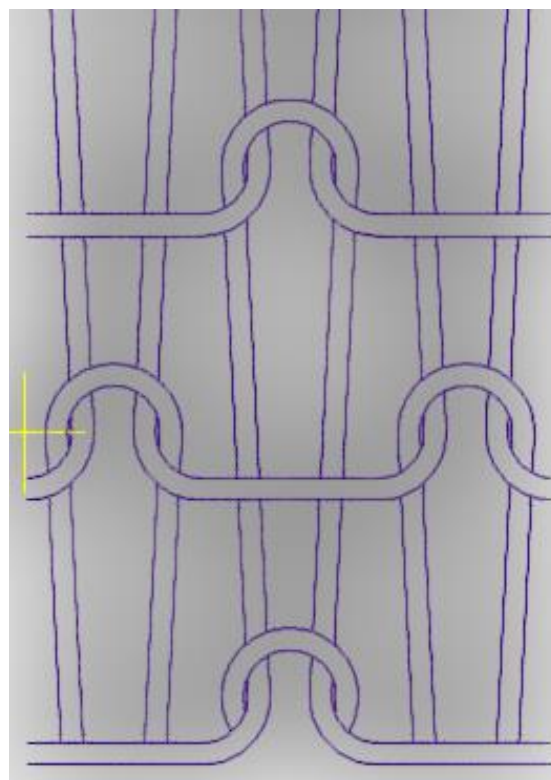
1. vazba



2. vazba



3. vazba



4. vazba

## Příloha 2: Skript z Matlabu

```

clc; clear all; close all;
dialog = {'Pocet druhu prizi (tkanin, vlaken)'};
dialog_title = 'POCET DELKOVYCH UTVARU';
num_lines = 1;
def = {'1'};
pl = inputdlg(dialog, dialog_title, num_lines, def);
s5 = str2num(char(pl(1)));
for k = 1:s5;
%===== TESTOMETRIC =====
    dialog = {'Pocet souboru', 'Nazev souboru s křivkami', 'Vyzrazena mereni (oddeleno mezerami) nebo
vypiste: 0', 'Hs nebo Hr [ocka/m] nebo vypiste: 1', 'Upinaci delka [mm]', 'Dostava [l/cm] nebo vypiste:
neuvedeno'};
    dialog_title = 'NASTAVENÍ VSTUPNÍCH PARAMETRU';
    num_lines = 1;
    def = {'5', 'polokulatata_sl', '0', '1', '100', 'neuvedeno'};
    ans = inputdlg(dialog, dialog_title, num_lines, def);
    pocet = str2num(char(ans(1)));
    nazevl = char(ans(2)); % nazev zakladnich souboru
    s4{k} = nazevl; % s4 je vyuzivano k vypsani nazvu souboru do legendy grafu
    vyloucenok{k} = str2num(char(ans(3))); % cisla vyzrazenych mereni
    jemnost{k} = str2num(char(ans(4))) * 0.05; % hustota sloupku nebo radku
    upind = str2num(char(ans(5))); % upinaci delka
    s6 = char(ans(6));
    switch s6
        case 'neuvedeno'
            otherwise
                dostava{k} = str2num(s6);
    end
    upinaci = 100/upind; % koeficient kterym vynasobim mm a mam pomerne protazeni [-]
    n=1;
    for j = 1:pocet
        file = load(strcat(nazevl, num2str(j), '.txt')); % vytvoreni nazvu
        pole(k).krivky{n} = [file(:,2) * upinaci file(:,1) / jemnost{k}];
        n = n+1;
    end
    pole(k).vyl = []; % v tomto pripade neexistuje zadny soubor rep, ten je pouze u instronu
end
% ===== VLASTNI VYPOCET PRUMERNE TAHOVE KRIVKY =====
for i = 1:length(pole)
    maximax1 = []; maximay1 = []; vyboc = []; delky = [];
    pole(i).nazev = s4{i};
    pole(i).jemnost = jemnost{i};
    for j = 1:length(pole(i).krivky)
        delky = [delky; length(pole(i).krivky{j})]; % zaznamenavam i jejich delky, ze kterych podle
definice boxplotu vyradim mereni (extreme kratka nebo dlouha)
        maximay1 = [maximay1; max(pole(i).krivky{j}(:,2))];
        pom = find(maximay1(j) == max(pole(i).krivky{j}(:,2)));
        maximax1 = [maximax1; max(pole(i).krivky{j}(pom,1))];
    end
    % HLEDANI VYBOCUJICICH MEREŇI
    vyboc = [vyloucenok{i} pole(i).vyl']; % souhrn vseh vybocujujicich
    pole(i).vyl = vyboc;
    n = 1; maximay = []; maximax = [];
    h = figure(i);
    for j = 1:length(pole(i).krivky)
        if j ~= vyboc
            pole(i).krivkybez{n} = pole(i).krivky{j};
            pole(i).krivkybez{n} = pole(i).krivky{j};
            % ===== odstraneni opakujicich se y pri stejnych x - funguje
            % to jen pro 2 opakujici se x =====
            pom1 = []; x = []; y = []; prazdna = [];
            for l = 1:length(pole(i).krivkybez{n})-1
                poll = find(pole(i).krivkybez{n}(:,1) == pole(i).krivkybez{n}(l,1));
                clen = ismember(poll, pom1);
                if clen(1) == 0
                    pom1 = [pom1; poll];
                    if length(poll) > 1
                        pom2 = pole(i).krivkybez{n}(poll,2);
                        b = unique(pom2');
                        x = [x poll(1)];
                        y = [y mean(b)];
                        prazdna = [prazdna poll(2)];
                    end
                end
            end
            if ~isempty(x)
                pole(i).krivkybez{n}(x,2) = y; % nahrazeni prvnych y prumerem
                pole(i).krivkybez{n}(prazdna,:) = []; % vymazani nadbytecných radku tzn. druhých y
            end
        end
    end
    maximay = [maximay; max(pole(i).krivkybez{n}(:,2))]; % maxim kam az vystoupa křivka
    pom = find(maximay(n) == pole(i).krivkybez{n}(:,2)); % najdu si na jakem radku toto
maximum leži a
    maximax = [maximax; pole(i).krivkybez{n}(pom(end),1)]; % odedu si prislusnou x-ovou
souradnici
    pole(i).krivkybez{n}(pom+1:end,:) = [];
end

```

```

    if pole(i).krivkybez{n}(1,1) == 0 & pole(i).krivkybez{n}(2,1) == 0 % nechtelo mi to
pocitat kdyz byly na zacatku dve nuly, proto pokud se tak stane prvni radek vyrazuji
        pole(i).krivkybez{n}(1,:) = [];
    end
    taznosti = 0:0.1:maximax(n);%-maximax(n)*0.03; % definovany krok na ose x pro interpolaci
    pole(i).tazpev = [maximax maximay];
    pole(i).taznostInt = taznosti;
    pole(i).krivkyint{n} =
interpl(pole(i).krivkybez{n}(:,1),pole(i).krivkybez{n}(:,2),taznosti,'spline'); % vlastni interpolace
    barvy1 = {'xb-', 'xm-', 'xc-', 'xr-', 'xg-', 'xk-', 'xy-', 'xm-', 'xc-', 'xr-', 'xg-', 'xb-', 'xk-',
', 'xy-', 'xm-', 'xc-', 'xr-', 'xg-', 'xb-', 'xk-', 'xy-', 'xm-', 'xc-', 'xr-', 'xg-', 'xb-', 'xk-', 'xy-', 'xm-',
', 'xc-', 'xr-', 'xg-', 'xb-', 'xk-', 'xy-', 'xm-', 'xc-', 'xr-', 'xg-', 'xb-', 'xk-', 'xy-', 'xm-', 'xc-', 'xr-',
', 'xg-', 'xb-', 'xk-'};
plot(taznosti,pole(i).krivkyint{n},'c',pole(i).krivkybez{n}(:,1),pole(i).krivkybez{n}(:,2),'b. ');
%taznosti, pole(i).krivkyint{n},'c.',
%plot(pole(i).krivkybez{n}(2:end,1),pole(i).krivkybez{n}(2:end,2),barvy1{j},'Linewidth',2,'Markersize
',8);

    hold on
    plot(maximax(n),maximay(n),'mo');
    text(maximax(n),maximay(n)+(maximay(n)*0.02),num2str(j));
    n = n+1;
    title(strcat('Pracovni graf - ',s4{i}),'FontSize',11,'FontWeight','bold')
end
end
% ----- prumerna krivka -----
sila = [];
orez = min(maximax);%-maximax*0.03; % hodnota nejnizsi taznosti podle ktere budu orezavat
mez = find(taznosti < orez); % musim najit hranici, ke ktere budu orezavat vsechny krivky, je to
vlastne minimum z taznosti
for jj = 1:length(pole(i).krivkybez)
    sila =[sila; (pole(i).krivkyint{jj}(1:mez(end)))]]; % do matice si ulozim vsechny pevnosti aby
se mi z nich lepe delal prumer
end
[pru,smo,ispru,issmo] = normfit(sila);
[prukbx,smokbx,isprukbx,issmokbx] = normfit(maximax);
[prukby,smokby,isprukby,issmokby] = normfit(maximay);
hold on
plot(taznosti(1:mez(end)),pru,'r',mean(maximax),mean(maximay),'rx','LineWidth',3,'MarkerSize',8)
pole(i).prumernaP = [taznosti(1:mez(end))' pru' ispru]; % prumerna krivka s predpetim jednotky
%,N osa x taznosti, prumerna pevnost pro kazdy bod taznosti, interval spolehlivosti pro pevnost
pole(i).kbP = [prukbx isprukbx' prukby isprukby]; % koncové body s predpetim jednotky %,N
xlabel('Protazeni [%]','FontSize',10,'FontWeight','bold')
ylabel('Specificke napeti [N/nit]','FontSize',10,'FontWeight','bold')
grid on
end
barvy1 =
{'b','m','c','r','g','k','y','m','c','r','g','b','k','y','m','c','r','g','b','k','y','m','c','r','g',
'b','k','y','m','c','r','g','b','k','y','m','c','r','g','b','k','y','m','c','r','g','b','k'};
for i = 1:length(pole)
    h1 = figure(25);
    set(h1,'Name','Vyznaceni pas intervalu spolehlivosti','NumberTitle','off');
    % S KONFIDENCNIMI INTERVALY
    % ===== s predpetim =====
    plot(pole(i).prumernaP(:,1),pole(i).prumernaP(:,2),barvy1{i},'LineWidth',2);
    hold on
    grid on
    h1 = figure(30);
    set(h1,'Name','Pouze prumerne tahove krivky','NumberTitle','off');
    plot(pole(i).prumernaP(:,1),pole(i).prumernaP(:,2),barvy1{i},'LineWidth',2);
    hold on
    grid on
end
ylabel('Specificke napeti [N/nit]','FontSize',10,'FontWeight','bold')
title('Prumerne pracovni krivky','FontSize',10,'FontWeight','bold')
xlabel('Pomerne protazeni [%]','FontSize',10,'FontWeight','bold');
legend(s4,4)
for i = 1:length(pole)
    h1 = figure(25);
    plot(pole(i).prumernaP(:,1),pole(i).prumernaP(:,3),barvy1{i},'LineWidth',1);
    hold on
    plot(pole(i).prumernaP(:,1),pole(i).prumernaP(:,4),barvy1{i},'LineWidth',1);
    grid on
    errorbar(pole(i).kbP(1),pole(i).kbP(4),pole(i).kbP(4)-pole(i).kbP(5),pole(i).kbP(4)-
pole(i).kbP(6),barvy1{i},'LineWidth',1,'MarkerSize',8);
    hold on
    ERRORBAR_PLUS(pole(i).kbP(1),pole(i).kbP(4),pole(i).kbP(1)-pole(i).kbP(2),barvy1{i},'h');
    hold on
    ylabel('Specificke napeti [N/nit]','FontSize',10,'FontWeight','bold')
end
    title('Prumerne pracovni krivky','FontSize',10,'FontWeight','bold')
    xlabel('Pomerne protazeni [%]','FontSize',10,'FontWeight','bold');
    legend(s4,4)

```

Příloha 3: Protokol z trhacího přístroje - pletenina

1									
2	Oznaceni (kod) :	1 radek 25		Nazev zkousky :	Pletenina				
3	Material :	PAN		Druh zkousky :	Tah				
4	Meril :			Datum zkousky :	5.10.2015 12:55				
5	Firma :			Rychlost zkousky :	100,000 mm/min				
6	Smer (sloupek/řádek) :	radek		Predpeti :	0,500 %				
7	Rychlost pricniku (mm/min) :			Sirka :	100,000 mm				
8	Jemnost (tex) :			Delka vzorku :	300,000 mm				
9	Poznamka :								
10	Dostava sloupku (1/cm) :								
11	Dostava řádku (1/cm) :								
12									

13 Poznámky :

14	Zkouska c.	Prodl. pri pretrhu (mm)	Sila pri pretrhu (N)	Doba pro dosazeni prasknuti (Secs)	Prace pri pretrhu (N.m)	Taznost pri pretrhu (%)	Nejvysii pevnost (N)	Taznost pri nejvysii pevnosti (%)
16	1	146,171	262,740	87,747	15,839	46,471	322,880	46,454
17	2	167,969	274,510	100,836	17,552	52,326	316,560	52,275
18	3	165,635	248,280	99,435	16,232	52,058	303,970	52,007
19	4	173,222	335,180	103,992	20,362	54,216	343,120	54,200
20	5	156,995	267,130	94,249	14,946	49,712	297,250	49,660
21	Min	146,171	248,280	87,747	14,946	46,471	297,250	46,454
22	Průměr	161,998	277,568	97,252	16,986	50,957	316,756	50,919
23	Max	173,222	335,180	103,992	20,362	54,216	343,120	54,200
24	S.O.	10,611	33,597	6,372	2,107	2,974	17,865	2,971
25	VK	6,550	12,104	6,552	2,406	5,837	6,640	5,835
26	D.H.D	148,823	235,852	89,340	14,369	47,264	294,575	47,230
27	H.H.D.	175,173	319,284	105,164	19,603	54,650	338,937	54,608

28	Zkouska c.	Prodlouzeni pri nejv. Pevnosti
29		
30	1	146,117
31	2	167,804
32	3	165,472
33	4	173,169
34	5	156,831
35	Min	146,117
36	Průměr	161,878
37	Max	173,169
38	S.O.	10,600
39	VK	6,548
40	D.H.D	148,717
41	H.H.D.	175,039

