



# Měření roztažnosti a elasticity plošných textilií s aspektem na konstrukci střihů oděvů

## Diplomová práce

*Studijní program:* N3106 – Textilní inženýrství  
*Studijní obor:* 3106T017 – Oděvní a textilní technologie  
*Autor práce:* **Bc. Pavlína Špičáková**  
*Vedoucí práce:* Ing. Blažena Musilová, Ph.D.



# Measuring the extensibility and elasticity of the fabrics for pattern construction of clothing

## Master thesis

*Study programme:* N3106 – Textile Engineering  
*Study branch:* 3106T017 – Clothing and Textile Engineering  
*Author:* **Bc. Pavlína Špičáková**  
*Supervisor:* Ing. Blažena Musilová, Ph.D.



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavlína Špičáková**  
Osobní číslo: **T13000094**  
Studijní program: **N3106 Textilní inženýrství**  
Studijní obor: **Oděvní a textilní technologie**  
Název tématu: **Měření roztažnosti a elasticity plošných textilií s aspektem na konstrukci střihů oděvů**  
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

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

1. Studujte zvláštnosti fyzikálně mechanických vlastností elastických textilií a způsoby jejich zkoušení.
2. Navrhněte experiment pro stanovení ukazatelů roztažnosti a elasticity u pružných pletenin, využitelných pro aplikaci v konstrukci střihů oděvů.
3. Na vybraných pleteninách proveďte měření dle navrženého experimentu.
4. Diskutujte výsledky získané z experimentu z hlediska uplatnění v konstrukci střihů oděvů.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Filatov, V.N., Navrhování pružných textilních výrobků, SNTL 1984.
- Richardson, K., Designing and Pattern Making for Stretch Fabrics. Oxford: Blackwell Publishing, 2008, ISBN-13: 9781563674792.
- Song, G., Improving Comfort in Clothing, Woodhead Publishing, Cambridge England, 2011, ISBN-13: 978-1845695392.
- Marko, F., Konštruovanie strihov na odevy z pletenín. Alfa Bratislava, 1979.
- Staněk J., Nauka o textilních materiálech. Díl I., Část 4., Vlastnosti délkových a plošných textilií. Skripta VŠST. Liberec, 1986.


Vedoucí diplomové práce: Ing. Blažena Musilová, Ph.D.  
Katedra oděvnictví

Datum zadání diplomové práce: 14. listopadu 2016

Termín odevzdání diplomové práce: 5. května 2017

  
Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



  
doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 14. listopadu 2016

## 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:

Podpis:

## **Poděkování**

Chtěla bych mnohokrát poděkovat za kvalitní vedení mé diplomové práce Ing. Blaženě Musilové, Ph.D za uvedení do problematiky řešeného tématu, za cenné rady, a také usměrňování, ochotu a velkou dávku trpělivosti při vypracovávání této diplomové práce. Dále chci poděkovat Ing. Rudolfovi Třešňákovi a Ing. Michalovi Chotěborovi z laboratoře fyziologického komfortu na Katedře oděvnictví za pomoc při měření a milou společnost.

V neposlední řadě patří velké díky mým rodičům a rodině za morální a hmotnou podporu během mých studijních let.

## **Anotace**

Práce je zaměřena na možnost nedestruktivně měřit pružnost a deformaci pleteniny na vzorcích blízcích se reálnému užití. Výstup z měření je aplikován do konstrukce oděvu dámského trika s modelovou úpravou. Dále tato práce uvádí stručně pojmy jako je pevnost, tažnost a deformace pleteniny, tlak oděvu na tělo, či padnutí oděvu. Následně v experimentální části práce je uvedeno testování na přístrojích Labtest 2.05 se speciálními čelistmi v podobě tyčových činek pro upevnění vzorku ve smyčce a Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem ve tvaru polokoule. Z výsledků měření je pomocí matematického vztahu na základě Laplaceova zákona vypočtena komprese vzorků. Vzorky jsou dále analyzovány pomocí obrazové analýzy programu Nis-Elements pro zjištění jejich deformace v ploše.

## **Klíčová slova**

měření pružnosti, deformace pleteniny, tlak oděvu, padnutí oděvu, Labtest 2.05, Testometric Model M350-5CT

## **Annotation**

Master's thesis called "Measuring the extensibility and elasticity of the fabrics for pattern construction of clothing" is focused on the possibility of undestructive measurement of flexibility and deformation of knitted fabric on samples under conditions that are simulating real utilization. Results of the measurements are applied to the construction of woman's t-shirt with model modification. The thesis deals with concepts of strength, elongation and deformation of knitted fabric, pressure of the cloth to the body, or how the cloth fits on the body.

The experimental part of the thesis is focused on testing of the phenomena mentioned earlier. Labtest 2.05 with special clamps in a shape of circular stick for testing the loop samples and Testometric Model M350\_5CT with a special extension in a shape of hemisphere were devices that were used for experimental testing. Data that were acquired during testing were confronted with Laplace equation and compression of the samples was reached. The samples were analyzed also by/with Nis-Elements program to obtain their deformation on areal fabrics.

## **Key words**

testing of elasticity, deformation of knitted fabric, pressure of cloth, cloth fits, Labtest 2.05, Testometric Model M350-5CT.



## Obsah:

Úvod.....	12
1. Oděv.....	13
1.1. Stavba těla.....	13
1.2 Pleteniny .....	14
1.2.1 Vlastnosti pletenin .....	14
1.2.1.1 Pevnost.....	15
1.2.1.2 Tažnost.....	16
1.2.1.3 Pružnost (elasticita).....	17
1.3 Deformace.....	18
1.3.1 Deformační vlastnosti plošných textilií .....	20
1.3.2 Anizotropie .....	22
1.3.3 Deformace pleteniny.....	22
1.4 Fyzikálně mechanické vlastností elastických textilií a způsoby jejich zkoušení.....	23
1.4.1 Laplaceovi rovnice.....	24
1.5 Možnosti měření tlaku oděvu na tělo.....	25
1.5.1 Možnosti přímého měření tlaku .....	26
1.5.2 Predikce nepřímého měření tlaku .....	26
1.6 Manuální a mechanické zkoušky protažení.....	27
1.6.1 Testování síly prodloužení na Instronu (Trhačka).....	27
1.6.2 Quad Load metoda.....	28
1.6.3 Určení poměru pružnosti .....	29
1.6.3.1 Jak určit poměr pružnosti textilie.....	29
1.7 Základní principy padnutí oděvu .....	30
1.7.1 Konstrukce střihu a očekávané padnutí .....	30
1.7.2 Velikost a padnutí .....	31
1.7.3 Typy padnutí .....	32
1.7.3.1 Kladné využití pružnosti.....	32
1.7.3.2 Oděvní tlak a padnutí.....	32
1.8 Vývoj střihu z elastických materiálů .....	33
1.8.1 Konstrukce střihů z pletenin .....	33
1.9 Materiál.....	34
1.9.1 Elastomerové nitě .....	34
1.9.2 Polyamidová vlákna.....	34
1.9.3 TENCEL® .....	35
Dílčí závěr.....	36
2. EXPERIMENT .....	37
2.1 EXPERIMENT 1 - Testování vzorků – Labtest 2.05 .....	38
Dílčí závěr – experiment 1 .....	43
2.1.1 Experiment 1 – Tlak .....	44
2.1.1.1 Průměrná síla na prodloužení o 20cm a komprese .....	45
Dílčí závěr – experiment 1 – tlak.....	46
2.2 EXPERIMENT 2 - Testování vzorků – Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem .....	47
2.2.1 Modrý.....	48
2.2.2 Růžový.....	48
2.2.3 Žlutý.....	49
Dílčí závěr – experiment 2.....	51
2.3 EXPERIMENT 3 - Deformace vzorků – Obrazová analýza .....	52

2.3.1 Deformace vzorků – polokoule.....	56
Dílčí závěr – experiment 3.....	57
3. APLIKACE POZNATKŮ Z EXPERIMENTŮ DO KONSTRUKCE ODĚVŮ.....	58
3.1 Konstrukce dámského trika .....	59
Dílčí závěr.....	60
4. DISKUZE A ZÁVĚRY .....	61
Literatura.....	66
Seznam obrázků.....	68
Seznam příloh .....	69

## **Seznam použitých zkratk**

tzn.	to znamená
např.	například
atd.	a tak dále
obr.	obrázek
tab.	tabulka

## Úvod

Každý z nás má potřebu se obléci. Dnes oblékání bereme často jako vědomou nutnost. Jako spotřebitel si můžeme vybrat na trhu z nepřeberného množství výrobků, které různě vypadají, mají různou funkčnost a také různě padnou. Vždy zcela závisí na provedení produktu – textilní materiál, technologie, konstrukce atd. Textilní materiál má své specifika. Technologie výroby je též omezena. A konstrukce výrobků? Je zcela závislá na strategii výrobce a určení hlavního odběratelského trhu.

Pleteniny získávají mnohem větší popularitu pro své kladné vlastnosti. Často využíváme ve velké míře pleteniny už jen pro jejich komfortnost při nošení a pro jejich snadnou údržbu. Jejich elasticitu využíváme zcela ve svůj prospěch k zlepšení komfortu. Ovšem oděv z pleteniny má i své stinné stránky. Zpracování oděvu z pleteniny kvůli své pružnosti se značně liší od oděvu z tkanin.

Pleteniny jsou tvárnou strukturou a mnoho jejich vlastností ovlivňuje už samotný materiál příze, z kterých je vyrobena. Dále se vyznačují značnou pružností, která je kladně využívána v oděvnictví. Pokud ale nevládnete zkušenostmi o pleteninách, pružnost se dokáže představit v negativním slova smyslu.

Účelem práce bylo porovnat chování pletenin při cyklickém namáhání, které má simulovat oblékání a svlékání, a sledovat jejich deformaci. Tyto poznatky se mohou využít při tvorbě různých aplikací, zde konkrétně jsou využity pro konstrukci oděvu. Byla provedena rešerše na dané téma a v diplomové práci je uvedeno dle autorky nejspolehlivější testování vratné deformace. Testování je navrženo experimentálně. Je nutné podotknout, že testy nebyly destruktivního charakteru. Pro první experiment byl využit přístroj LABTEST 2.05 se speciálními čelistmi v podobě tyčových činek pro upevnění vzorku ve smyčce. Pro druhý experiment je využit přístroj Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem ve tvaru polokoule, kdy lze testovat deformaci průtlakem oblých těles. Může simulovat ňadro, koleno, loket, či rameno. Vzorky měli na sobě zakreslenou síť čtvercových elementů. Vzorky z obou těchto testů byly podrobeny obrazové analýze v programu Nis-Elements k určení plošné deformace.

Dále se tato práce zabývá komfortním oděvem (dámské triko), které bylo vyrobeno na základě experimentálních dat z měření, kdy namáhání textilie nepřekračuje běžné síly a deformace. Dalším cílem této práce je z vybraných a testovaných vzorků materiálu doporučit nejvhodnější konstrukci modelově atraktivního dámského trika.

## 1. Oděv

Doba, po kterou se snaží člověk být oblečen, se počítá na mnoho tisíciletí. Oděv plní funkci ochrannou, kulturní i společenskou. Jednotliví lidé mají sklony k výrobkům z přírodních materiálů s přírodní vůní, k výrobkům, které napodobují přírodu. I přes všechny vývoj a inovace lze tuto představu považovat za něco podvědomého, k čemu se lidé nevědomě vrací. V historii i dnes je oděv ovlivněn také pohlavím nositele, vzděláním, sociální třídou, či postavením v této třídě. Samozřejmě nikdo nechodí úplně stejně oděn, a tím jsou reprezentována individuální nebo skupinová hlediska. Sem se řadí módní oděv, trendy, styly atd. Všechny tyto vlivy se řadí do psychologického oděvního komfortu. [1]

A jak je to s oděvem dnes? Když se pomínou všechny ohledy psychologického komfortu, nositel se chce cítit také pohodlně. To znamená, že k psychologickému komfortu je třeba dodat i dostatečný fyziologický komfort. Nositel chce být „v pohodě“ tzn. dle odborné definice komfortu „*být ve stavu absence znepokojujících a bolestivých vjemů*“. [1]

Padnutí oděvu a komfort nošení spolu neoddělitelně souvisí a jsou obvykle pozorovány v přímé reakci při určité činnosti, v dané kultuře a životním prostředí. Vnímání komfortu je jednoznačně spjato se subjektivním vnímáním psychologické a fyziologické reakce, které nelze od sebe oddělovat. [15]

### 1.1. Stavba těla

Každému z nás funguje tělo podle již známých procesů. Tělo se skládá z několika vrstev. Prvním, nosným, prvkem těla je kostra. Kostra je základ každého těla, a každý může mít nějaké odchylky od považovaného průměru. Kostra dává oporu všemu ostatnímu, stabilitu a specifické držení těla. Kostri obalují svaly, které jsou ke kostře napojeny šlachami. Aby se tělo mohlo pohybovat, je nezbytné mít funkční klouby. Klouby se nacházejí jako spojovací články mezi kostmi. Konečná vrstva je největší orgán těla – kůže. Povrch kůže se mění dle konstituce jedince. Jako poslední vrstva obaluje a chrání vše ostatní.

Stavbu těla ovlivňuje každý z nás svým životním stylem. Takto se dají do jisté míry ovlivnit naše proporce. Procento svalů se během života nemění, ovšem hodně závisí na jejich používání, cvičení a procvičování. Nepochvičovaný sval má menší objem než

sval, který je opakovaně aktivně používán. Stejně jako kožní tkáň. Kůže je orgán tvárný a elastický. Kůže je schopna většího napnutí stejně jako zpětné redukce. Ovšem velké rozměrové změny těla za krátký čas tento orgán nemusí dobře snášet a po překročení limitu kůže degraduje a vznikají deformace, nebo svou elasticitu zcela ztratí. A tím se dostáváme k otázce měkkých tkání. Kůže je řazena mezi měkké tkáně těla. V závislosti na pohlaví a věku se mění procento měkkých tkání na těle, které mohou mít přímý vliv na smyslové pocity při nošení oděvu. Měkké tkáně zajišťují spojovací a podporující funkci, nebo obklopují jiné struktury a orgány těla. K měkkým tkáním se řadí i tuk, který je nezbytný k fungování celého organismu. Tuk se usazuje jako zásoba pro období nouze organismu. Obsah tuku v těle se dá ovlivnit životním stylem, ale vliv mají i některé nemoci nebo dědičné predispozice, kdy je tuk ukládán v různém množství na konkrétních partiích. Lepší schopností distribuce tuků vládnu ženy. Tento jev daný evolucí pak souvisí s horší schopností redukce tuků. Převážně u žen staršího věku se znatelně mění tvar oblasti břicha a boků v důsledku stárnutí.

## 1.2 Pleteniny

*„Pleteniny jsou plošné textilie vyrobené z nití vytvářením a vzájemným proplétáním oček uspořádaných do sloupků a řádků.“ [4]*

### 1.2.1 Vlastnosti pletenin

Díky zdokonalování stávajících technologií a novým technologiím se zvyšuje možnost využívat pleteniny ve stále širším uplatnění. Pletenina jako textilní útvar skýtá neomezené vlákenné variace. Je ovšem důležité počítat s tím, že pletenina se při různých podmínkách působení různě chová. Je nutné znát její nejdůležitější vlastnosti jako pevnost, tažnost a pružnost. [4]

Vlastnosti pletenin ovlivňuje jejich struktura a materiál. Záleží v jaké vazbě je pletenina zhotovena, a od toho se odvíjejí různé důrazy jednotlivých vlastností. Pleteniny mají vyšší tažnost než tkaniny díky svým vazebním prvkům – očkům. Zajišťují dostatečnou pružnost a měkkost a tím umožňují volnost pohybu a komfort nošení. Pleteniny mají obecně o něco lepší hygienické vlastnosti než tkaniny, jako nasákavost a prodyšnost. Jsou v zásadě hřejivější a objemnější v návaznosti na použitý materiál přízi a vazbu. Mají větší plošnou hmotnost oproti odpovídající tkanině (délka použité příze ve struktuře pleteniny je několikanásobně vyšší, než použitá příze v tkanině).

Mezi pozitivní mechanické vlastnosti pletenin patří malé mechanické namáhání pleteninových výrobků při nošení. Namáhání se pohybuje v malých oblastech deformace. Deformace při nošení není nikdy tak velká, aby způsobila nevratné deformace a tím porušení textilie. [13]

**Užitné vlastnosti pletenin:**

- tažnost
- pružnost
- stáčivost
- paratelnost
- zátrhovitost
- savost
- prodyšnost
- splývavost
- mačkavost
- pevnost
- pevnost ve švu atd.

**1.2.1.1 Pevnost**

Pevnost obecně nemá až takový důraz u oděvních výrobků, protože výrobky z nich se nikdy nenamáhají za mez pevnosti. Ovšem pro technické textilie se pevnost stává důležitou. Pevnost je schopnost materiálu odolávat mechanickým silám, které se snaží porušit jeho celistvost. V tomto případě pevnost je síla do přetruhu. [13]

**Pevnost pleteniny: [5]**

$$F_p = H_x \cdot F_n \cdot K_{vz} \cdot K_{vp} \tag{1}$$

Kde:

$F_p$  [N] – pevnost pleteniny

$H_x$  [m] – hustota řádku nebo sloupku (dle směru namáhání)

$F_n$  [N] – průměrná pevnost nitě

$K_{vz}$  [-] – koeficient vazby (počet nití, které přenášejí zatížení na jednotku hustoty)

$K_{vp}$  [-] – koeficient využití pevnosti (nelze využít pevnost všech nití – přetruh

v nejslabším místě nitě – nestejněměrné namáhání nití)

### 1.2.1.2 Tažnost

Tažnost je nejdůležitější vlastností pletenin. Tažnost je schopnost materiálu měnit svůj tvar vlivem vnějších zatěžujících sil ve směru jejich působení. Tažnost [%] je udávána jako maximální prodloužení v okamžiku přetržení.

Zátažné pleteniny vykazují zásadní rozměrové změny díky velmi vysoké tažnosti. Oboustranné zátažné pleteniny mají větší příčnou tažnost a naopak obourubní zátažné pleteniny zase podélnou tažnost. Pleteniny se často při natažení v podélném směru dokáží protáhnout až na svůj dvojnásobek – v příčném směru se zúží na čtvrtinu původní šířky. Z tohoto lze usuzovat, že plocha pleteniny se zmenšuje vlivem tahového namáhání.

#### Směrová tažnost:

$$\varepsilon = \frac{l_p - l_0}{l_0} \cdot 100 \quad (2)$$

kde:

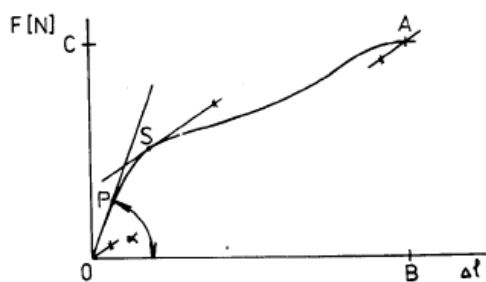
$\varepsilon$  [%] – tažnost textilie

$l_p$  [m] – délka vzorku při přetrhu

$l_0$  [m] – původní upínací délka vzorku

#### Pevnost a tažnost

Nejlépe se určuje pomocí deformační křivky – závislost napětí na deformaci.



Obr. 1– Deformační křivka [13]

0 – počátek

0 – P – oblast pružných (elastických) deformací; tzn. deformace se po uvolnění napětí vrátí

P – mez pružnosti; při překročení tohoto bodu se začínají projevovat plastické (nevratné) deformace, které se po uvolnění deformace nerelaxují

S – počátek kluzu



A – maximální síla

B – přetrh – destrukce

### 1.2.1.3 Pružnost (elasticita)

Pružnost [%] je schopnost materiálu, na jejímž základě má materiál sklon k získávání svého původního rozměru a tvaru bezprostředně po odstranění zátěže (síly), která působí deformaci [31]. Pružnost, neboli elasticita, se zabývá vztahy mezi deformacemi těles a na ně působícími silami. V zásadě se jedná o zjišťování relevantní míry deformace pro danou aplikaci.[8]

### 1.2.5 Geometrie pleteniny

Očko je základním stavebním prvkem struktury pleteniny. Každé očko se jinak chová. Přesnost měření ovlivňuje průměr nitě, hustota vazby a charakter příze. Nejčastěji se uvádí model prof. Dalidoviče [5]

$$l = \pi \cdot (1/2 w + d) + 2c \quad (3)$$

kde:

$l$  [mm] – délka nitě v očku

$w$  [mm] – rozteč sloupků

$d$  [mm] – průměr nitě

$c$  [mm] – rozteč řádků

$$D = w/2 + d \quad (4)$$

Kde:

$D$  [mm] – průměr obloučku

Vyjádření rozteče sloupku a řádku

$$W = 2/\pi \cdot (l - \pi d - 2c) \quad (5)$$

$$c = 1/2 \cdot (l - \pi/2 \cdot w - \pi d) \quad (6)$$

### 1.3 Deformace

Pro oděvní i technické účely je důležitá znalost síly potřebné k vyvolání malých deformací (obecně 1 – 5%, což simuluje situaci při nošení). Tato síla souvisí s počátečním modulem v tahu E. Počáteční modul je definován jako derivace pracovního diagramu v počátku. Jde o směrnici tečny v počátku k pracovnímu diagramu. Modul E souvisí pro isotropní materiály se smykovým modulem G a kompresním modulem při všestranném stlačení K.

Ve vláknech však existuje velmi silná anisotropie, což se projevuje tím, že síla ve směru osy je vyšší, než ve směru kolmém na osu vlákna. Síla je distribuována ve více směrech v různých intenzitách. Pokud vlákna projevují anisotropii, plošná textilie bude vyvolávat také anisotropii s tím rozdílem, že její určení bude několikanásobně složitější. Do určení vstupuje nejenom složení vlákna, ze kterých je plošná textilie vyrobena (pokud se jedná o vícedruhovou textilií, násobí se tak složitost určení anisotropie) ale i druh plošné textilie (tkanina, pletenina, netkaná textilie), její výroba (použitá technologie k výrobě), vazba, či plošná hmotnost. Tyto faktory představují jen základní otázky, které je třeba si uvědomit před určováním některých vlastností. [17]

Namáháním textilních materiálů dochází ke vzniku elastických, časově závislých viskoelastických a plastických deformací. Stavové veličiny je možno ve většině případů z fyzikálního hlediska jednoznačně definovat. Ve skutečnosti však dochází ke složitým deformačním pochodům, které souvisí s rychlostí zatěžování, teplotou, časem a způsobem uspořádání experimentu.

Mechanické vlastnosti lze posuzovat ve vztahu k použitému typu materiálu nebo ve vztahu k typu napjatosti. Obvykle se objevuje kombinované namáhání, které může být složeno z tahu, tlaku, krutu, ohybu a smyku. Problém lze také řešit simulací, kdy je namáhání nahrazeno pomocí reologických modelů.

Síly se dělí na síly vnitřní, které udržují těleso kompaktní, a síly vnější, které způsobí vnitřní odezvu. Objemové síly působí na těleso nebo jeho element jako na celek, a jsou to např. gravitační síly, setrvačné nebo magnetické síly. Povrchové síly působí na okrajovou část tělesa nebo elementu a jsou to síly kontaktní.

Při zatěžování a deformaci dochází ke kontaktnímu pnutí. Koncentrace napětí nevzniká jen v místech náhlých tvarových změn, ale též v působitých „osamělých sil“, které se přenášejí jako zatížení na ploškách velmi malých rozměrů. Malé styčné plošky se vytvoří i tam, kde je předpokládán pouze bodový dotyk. Bodový přenos síly je téměř

neuskutečnitelný, protože vlivem plastické a viskoelastické deformace dochází právě ke vzniku těchto malých plošek. [18]

Materiál může být posuzován na základě deformačních zkoušek v jednom nebo více směrech. Namáhání je buď složeno pouze z jednoho typu sil, nebo je kombinací několika způsobů namáhání. V praxi se častěji vyskytuje namáhání kombinované složené z tahu, tlaku, krutu a smyku. Plošná textilie je na rozdíl od pevných těles mechanický útvar, který nelze pro určení modulů zatěžovat nezávisle ve dvou nebo více souřadných systémech. Mechanické moduly se změní a neexistuje mezi nimi vazba. [17]

Deformace je charakteristický projev mechanického namáhání závislého na čase. Deformace se rozděluje na několik možností.

### **1.) Pružná deformace (elastická - vratná)**

Dochází k vratnému protažení až o 15%. Deformační práce spotřebovaná na převedení ideálně pružného tělesa z nedeformovaného do deformovaného stavu se v tělese ukládá jako potenciální deformační energie. Při přechodu zpět do nedeformovaného stavu se tato energie uvolní, spotřebuje. Odlehčení vede k samovolnému návratu do původního stavu.

### **2.) Viskoelastická deformace (přechodová oblast - částečně vratná)**

Je časově závislá. Modeluje se jako kombinace pružných a plastických členů. Typická křivka je zatížení/odlehčení s tím, že v odlehčeném stavu je sledován další vývoj deformace.

### **3.) Plastická deformace (trvalá)**

Je způsobena nevratnými prokluzy segmentů makromolekul. Pro plastickou deformaci platí, že rychlost deformace je úměrná působícímu napětí. [17]

### 1.3.1 Deformační vlastnosti plošných textilií

#### 1.) tahová

- jednoosé zatížení
- dvouosé (biaxiální) zatížení (namáhání vzniká v oblastech loktů a kolen)

#### 2.) ohybová

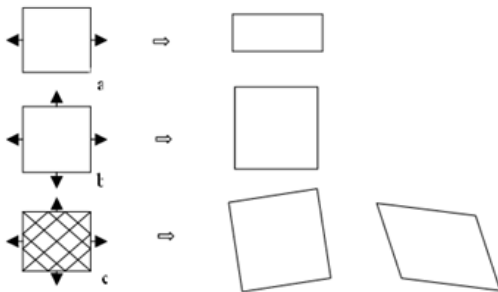
- působení ohybového momentu
- vzpěr (tlak přechází v ohyb)

#### 3.) smyková (tečné napětí)

#### 4.) příčné stlačení

Dále může být deformace rozdělena dle času působení:

- **polovina cyklu** (do destrukce pleteniny)
- **celý cyklus** (zatížení a následné odlehčení)
- **více cykly** (hodnocení např. únavy textilie) [5]



Obr. 2 – Způsoby deformace textilie [17]

## Rovinná a prostorová deformace textilie

Typ a rozsah deformace závisí na různé síle působení. Při jednoosém zatížení se změni oba rozměry textilie.

$$\varepsilon_x = \Delta x / s_x \quad (7)$$

$$\varepsilon_y = \Delta y / s_y \quad (8)$$

kde:

$\varepsilon_x$  ( $\varepsilon_y$ ) [%] – protažení ve směru x (y)

$s_x$  ( $s_y$ ) [mm] - maximální změna ve směru x (y)

$\Delta x$  [mm] - prodloužení útku/řádku

$\Delta y$  [mm] – zkrácení osnovy/sloupku

Vlivy ovlivňující deformaci:

- materiál
- stroj
- vlastnosti pleteniny
- vnější podmínky [5]

## Deformační modely pleteniny

$$\varepsilon_s = c_s - c / c \quad (9)$$

$$\varepsilon_r = w_r - w / w \quad (10)$$

kde:

$\varepsilon_s$  [%] – tažnost řádku

$c$  [mm] – rozteč sloupků

$c_s$  [mm] – maximální změna rozteče sloupků

$\varepsilon_r$  [%] – tažnost sloupků

$w$  [mm] – rozteč řádků

$w_r$  [mm] – maximální změna rozteče řádků

Určení deformace při zatížení je problémem, protože vycházíme z nějakých předpokladů. Nít namáhaná do maximální deformace má i s efektním průměrem velmi malé hodnoty. [5]

### **1.3.2 Anizotropie**

Na samotnou deformaci textilie má vliv izotropie a anizotropie. Anizotropní materiál má v různých směrech různé mechanické vlastnosti a izotropní materiál má ve všech směrech shodné vlastnosti. Typ anizotropie koresponduje se způsobem namáhání vzhledem k hlavním směrům napětí a osám symetrie. Pro textilní materiál jsou k popisu využívány tyto typy anizotropie: čtverečná anizotropie, kosočtverečná ortotropní anizotropie, transverzální anizotropie nebo jednoklonná krystalografická struktura anizotropie. Jednotlivé typy chování těchto materiálů jsou charakterizovány rovinami a osami souměrnosti mechanických vlastností. Mechanické charakteristiky předepjaté plošné textilie závisejí nejen na struktuře textilie, ale také na jejím jednoosém nebo dvouosém namáhání vzhledem k této struktuře [19].

Anizotropii lze dělit do několika tříd a oddělení v závislosti na typu symetrie. Více konkrétních příkladů anizotropie lze nalézt v práci [18].

### **1.3.3 Deformace pleteniny**

Prodloužení textilie je takový jev, kterým je míněno procento délky deformace vztažené k délce před deformací. U pleteniny se deformuje její základní prvek – očko. Smyčka se deformuje odlišně od zvoleného zatížení v pevné i v pohyblivé části dle směru zatěžování (sloupek, řádek, šikmo). Křivka prodloužení pleteniny je nelineární a anizotropní. Smyčka při deformaci je asymetrická. Vazný prvek ve směru sloupků nereaguje s vazným prvkem ve směru řádku a úhel, který svírá vazný bod ve směru sloupku a vazný bod ve směru řádku projde změnami. Pro ověření platnosti tohoto modelu byla nakreslena na vzorek mřížka, která byla obrazem změn při protažení vzorku – více v [14]. Tento princip čtvercové sítě pro lepší určení deformace v dané ploše byla využita i v experimentální části této diplomové práce.

## 1.4 Fyzikálně mechanické vlastností elastických textilií a způsoby jejich zkoušení

Pro stanovení fyzikálně mechanických ukazatelů plošných textilií s obsahem elastomerových nití se zkoušejí tyto vlastnosti pletených a tkaných výrobků: roztažnost, elasticita, vodoodpudivost a prosekávání textilie ve švu.

Roztažnost textilií je charakterizována poměrným protažením při stanoveném zatížení, jejich elasticita poměrným zotavením po uvolnění tahové síly.

V každé normě jsou udávány pokyny k odběru vzorků. Proužky se nastříhají ze vzorku ve vzdálenosti minimálně 150mm od okrajů ve směru té soustavy nití, která se vyznačuje roztažností.

Dle normy [31] pro stanovení roztažnosti a elasticity se vystřihne ze vzorku pět proužků o rozměrech 50mm x 200mm. Zkoušky se provádějí na trhacích přístrojích s konstantní rychlostí deformace. Vzorky textilií se ponechají při normálních klimatických podmínkách (vlhkost 65%, teplota 20° C) minimálně 24 hodin. Zkoušky se provádějí za stejných klimatických podmínek.

K stanovení roztažnosti a elasticity slouží elektronické trhací přístroje nebo jiné trhací přístroje s konstantní rychlostí deformace.

Jeden konec proužku se upne do horní upínací svorky trhacího přístroje, zatímco druhý konec se spustí do spodní upínací svorky a zatíží se předpětím. Pro textilie o plošné hmotnosti do 250g m<sup>-2</sup> činí zatížení 0,2 N. Pro textilie o plošné hmotnosti 250g m<sup>-2</sup> a vyšší činí zatížení 0,3 N.

Vzdálenost mezi horní a spodní upínací svorkou se rovná 100mm. Jakmile se docílí předběžného protažení proužku textilie, fixuje se spodní svorka a závěsná svorka se sejme. Proužek textilie se protahuje při rychlosti deformace 100mm min<sup>-1</sup>. Měřítka záznamu protažení a stupnice zatížení se volí v souladu s roztažností textilie a musí zajistit pohodlnou analýzu diagramu.

Proužek textilie se protahuje třikrát do stanoveného konstantního zatížení. Přitom zaznamenává samočinné zapisující zařízení křivky protažení – zotavení podle celkového protažení vzorku při třetím nebo pátém cyklu protahování.

Elasticita vzorku se vypočítá – s přihlédnutím k měřítku záznamu křivek – pomocí vzorce:

$$E = ((\varepsilon_p - \Delta\varepsilon) / \varepsilon_p) * 100 \quad (11)$$

Kde:

E [%] - elasticita

$\varepsilon_p$  [mm] - protažení proužku textilie při třetím cyklu protahování

$\Delta\varepsilon$  [mm] – zbytkové protažení proužku po třetím cyklu protahování

Na diagramu to odpovídá vzdálenosti od 0 do konce třetí deformace. Někdo nechá vzorek po třetím cyklu 1 minutu odležet a změří zbytkovou (trvalou) deformaci, která nemá být u sportovních výrobků vyšší než 2 %.

V normě OST 17-110-76 [10] jsou uvedeny kromě stanovení elasticity a roztažnosti též metody stanovení modulu tuhosti v rozsahu roztažnosti, hysteretní ztráty síly a elastického zotavení po odstranění statického zatížení.

#### 1.4.1 Laplaceovi rovnice

Laplaceův zákon [24] definuje napětí stěny roztaženého dutého tělesa, které je přímo úměrné součinu tlaku uvnitř tělesa a poloměru křivosti tělesa a nepřímo úměrné tloušťce stěny. Vzorec pro kulovité duté těleso zní:

$$T = pr/2h \quad (12)$$

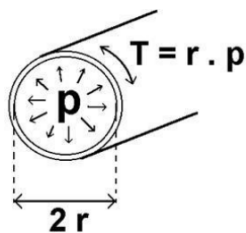
Kde:

T [N/m] – napětí stěny

p [kPa] – tlak uvnitř dutiny

r [m] – poloměr dutiny

h [m] – tloušťka stěny



Obr. 3 - Laplaceův zákon – mechanické namáhání [23]



Pro válcovité duté těleso:

$$T = pr/h \quad (13)$$

Kde:

T [N/m] – napětí stěny

p [kPa] – tlak uvnitř dutiny

r [m] – poloměr dutiny

h [m] – tloušťka stěny

Laplaceův zákon má uplatnění v mnoha aplikacích a to převážně tam, kde je třeba vysvětlit mechanické namáhání stěn dutého objektu s úměrným tlakem a poloměrem objektu. Např. lékaři tento zákon používají k vysvětlení funkci kulovitého dutého tělesa (plíce, srdce) nebo válcovitého dutého tělesa (cévy). V textilu je aplikován nejen na otázku kompresního působení textilie na tělo.

## 1.5 Možnosti měření tlaku oděvu na tělo

Proběhlo mnoho studií, které se zabývaly určením tlaku oděvu působícího na lidské tělo. Tato problematika je velice zásadní v otázkách zdraví, komfortu a výroby oděvu. Pokud bude oděv příliš těsný, může kromě špatného pocitu z nošení způsobovat i zdravotní komplikace, např. špatnou cirkulaci krve. Ovšem některé aplikace se právě zabývají „vysokotlakými“ oděvy, které způsobují cílenou kompresi a zajišťují léčebné a rehabilitační pomůcky. [12]

**Každé lidské tělo dokáže snést určitý kritický tlak po určitou dobu, protože v sobě má zabudované obranné mechanismy na jeho detekci. Tato detekce je závislá na množství měkkých tkání.**

Snímání tlaku lze zajistit množstvím metod, které budou dále zmíněny. Oděvní tlak se měří buď přímou metodou, nebo nepřímou metodou snímání. Přímá metoda zajišťuje měření přímo pomocí senzorů nebo měřidel, zatímco nepřímá metoda odvozuje oděvní tlak z měření nezávislých proměnných, jako je zakřivení, napětí textilie, tělesná hmotnost atd. Nepřímé metody jsou často upřednostňovány, protože jsou levnější a nevyžadují žádný další speciální hardware. Ovšem na základě předchozích výzkumů, nedostatkem nepřímých metod je nemožnost měření přesnosti míry oděvního tlaku v dané oblasti. Proto se považuje nepřímá metoda sice za levnější ale i za méně přesnou,

než je metoda přímá. Některé z přímých metod snímání se týkají snímání oděvního tlaku na pokožce, jiné se týkají všeobecného použití měření tlaku.

### **1.5.1 Možnosti přímého měření tlaku**

**Elektrické převodníky tlaku** jsou velice malé snímače o průměrné tloušťce 1mm až 6mm. Pomocí kalibrace je dosahována vysoká citlivost a opakovatelnost měření. Senzor může detekovat i malé hodnoty oděvního tlaku. Tlak je závislý na stupni roztažnosti kůže při pohybu a jejím lokálním zakřivení. Více o použití elektrických převodníků tlaku v práci [12].

**Hydrostatické metody snímání tlaku** je založena na malých detektorech s činnou plochou citlivou na tlak umístěných mezi tělem a oděvem. Více o metodě v práci [12].

**Pneumatické snímání tlaku** je založeno na principu vzduchového polštáře mezi pokožku a měřeným oděvem. Polštář se nahustí do takového stavu, že pneumatický tlak uvnitř právě zlomí elektrický kontakt. Tímto způsobem se dají měřit tlaky škrtdlových obvazů. Více v práci [12].

### **1.5.2 Predikce nepřímého měření tlaku**

Měření může ovlivnit mnoho faktorů, které mohou zkreslovat naměřená data. Faktory jako nerovnoměrné rozložení tlaku ve snímací oblasti, tlak vyvolaný čidlem v ohybu, změny teploty lidského těla a vlhkost mohou způsobovat kolísání tlaku oděvu, které detekují senzory. Jako alternativní cesta je zkusit odvodit tlak s využitím měření nebo výpočtem nepřímých parametrů jako jsou např. textilní napětí, zakřivení částí těla atd.

**Odvození tlaku z textilního napětí ze zakřivení těla** často využívá uprav Laplaceových rovnic a válcových objektů jako zjednodušených modelů těla. Více v práci [12].

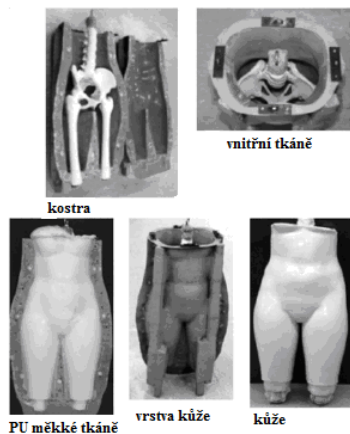
**Odvození tlaku metodou kupole** je experimentální systém založený na čerpání vzduchu do zkušebního prostoru systému za určitých podmínek měření. Více v práci [12].

**Predikce pomocí numerické metody konečných prvků** si žádá zkušební model. Zhang vyvinul biomechanický model lidského těla skládající se ze tří vrstev materiálů s různými mechanickými vlastnostmi – kůže, měkké tkáně a kosti. Poté použil metody konečných prvků. Více v práci [12].

V různých studiích stále řeší stejný problém a to zohlednění měkkosti těla. Měkkost těla se dá jen těžce zobecnit do takového tvaru, aby model nebyl přespříliš složitý a

výsledky byly objektivní. Proto jsou voleny spíše modely tuhého těla, které nepodléhají deformacím. Pokud lze z modelu vypočítat tlak oděvu během změny polohy, je možné tím usnadnit navrhování oděvu pro snadnější pohyb. [14]

O **predikce pomocí měkkého manekýna** se pokusil Yu a kol. Manekýna byla vyvinuta pomocí „kostry“ ze skleněných vláken, polyuretanové pěny jako „tkáně“ a silikonového kaučuku jako „kůže“ (obr. 9). Manekýna se celkově podobá dolnímu torzu ženy s odpovídajícími fyzikálními vlastnostmi těla. Více o studii v [12].



Obr. 4 – Struktura měkké manekýny [12]

## 1.6 Manuální a mechanické zkoušky protažení

Současné podklady k pružným střihům jsou navzájem v naprostém rozporu, pokud jde o šíři vzorku, délku a sílu potřebnou pro kvantifikaci stupně prodloužení, což vede akorát k velkému zmatení. **Neexistují jednotné zkoušky, které by dávaly jednoznačné odpovědi na prodloužení textilií.** Proto je nutné porozumět charakteristikám prodloužení elastických textilií. Předběžné testy mechanické tažné síly se dají zjistit ze zařízení Instron neboli z „trhaček“ s tahovým aparátem odpočinku.

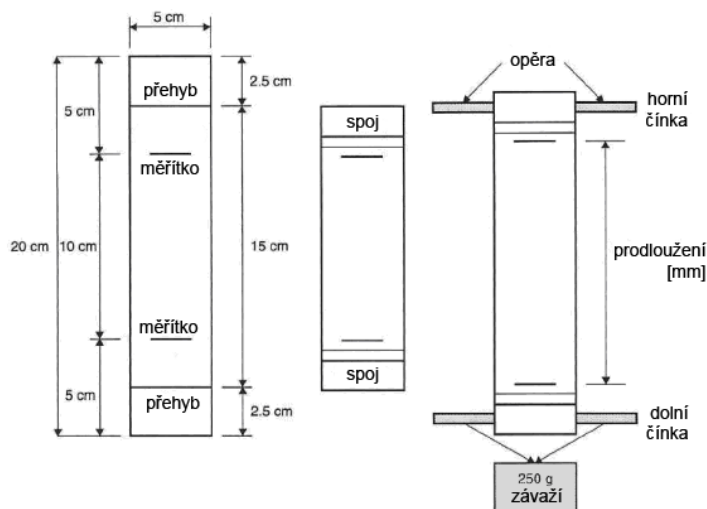
### 1.6.1 Testování síly prodloužení na Instronu (Trhačka)

Normy většinou nezohledňují celkovou plochu výrobků a testuje se jen vzorek stanovené velikosti, která právě neodpovídá komplexnosti oděvu. Cílem tohoto měření je zaznamenat křivku síla-prodloužení vzorku, který je střižen po osnově (sloupku), útku (řádku) a v šikmém směru a analyzovat efekt orientace materiálu při namáhání. Takto se dají porovnat různé materiály za stejných podmínek, stejně jako identifikovat typické pracovní rozsahy pro měřený materiál a zjistit optimální zatížení.

Výsledky z Instronu ukázaly nižší pracovní rozsah. Řádek nabízí nejmenší odpor. Šikmý směr také požaduje menší síly než ve sloupku, což je důležitým ukazatelem pro aplikaci algoritmů v geometrii stříhů. Očekávalo se, že roztažnost v řádku bude větší než v sloupku, což je dojem získaný zkušenostmi. Tato fakta významně ovlivňují implikaci v orientaci stříhů a profilové geometrii. Přesto návrhář a technolog stříhů vyžaduje přístupnější metodu odhadu stupně protažení a výsledky naznačují, že je možný jednoduchý test zatížení s použitím pevného tělesa o hmotnosti 250g na šíři vzorku 50mm.

### 1.6.2 Quad Load metoda

Literatura o testování stupně rozšíření elastické textilie pro zmenšení oděvního stříhu je zcela neprůkazná a nepoužitelná k použití na materiál zkušební velikosti, zatížení a použití. Pokud je ustanoven průmyslový standard, musí být schopen designér pozorovat konzistentní výsledky bez použití speciálních podmínek. Elastický materiál může vstřebat i malé rozdíly, ale ne vždy tato schopnost materiálu je vhodná.



Obr. 5 – Velikost vzorku a princip měření Quad load metody [15]

Quad Load metoda je snadno dostupná pro návrháře/technologa, protože není závislý na vědeckých přístrojích nebo kontrolovaném prostředí. Je to jednoduchá metoda kvantifikace elastického prodloužení. Neklade si za cíl replikovat podmínky dle norem. Dochází tak k určitým nesrovnalostem. Při vypracování stříhů s vícesměrným protažením musí být aplikovaný materiál měřen pouze ve dvou osách – x a y. Ve zjednodušené formě kontury oděvních výrobků mohou být postaveny na válcových tvarech elastické textilie různého obvodu a délky pokrývající paže, nohy a trup. Pohyb

v jakékoliv části těla musí být upraven na možném využití elastické textilie a obecně musí být větší, než volná expanze těla.

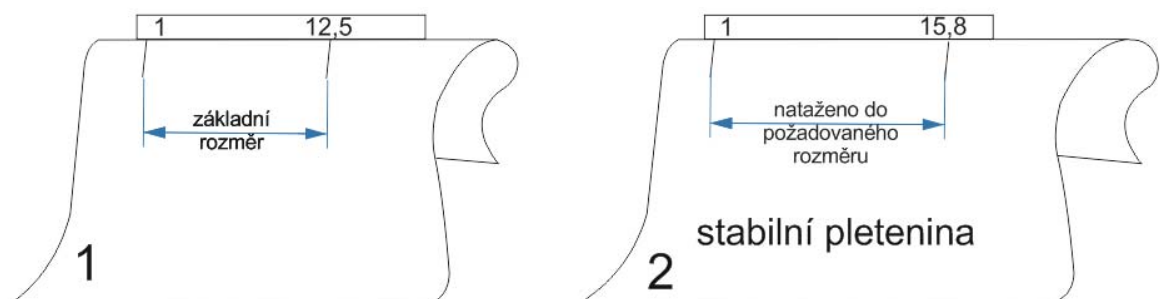
### 1.6.3 Určení poměru pružnosti

Další jednoduchou a dostupnou techniku bez laboratorního prostředí je určení poměru pružnosti uvedeno v [22], kde jsou různě pružné pleteniny rozděleny do skupin dle procenta protažení. Určení poměru pružnosti je spíše subjektivní metodou.

#### 1.6.3.1 Jak určit poměr pružnosti textilie

I když se tato metoda řídí pravidly, je určení poměru pružnosti spíše subjektivní metodou. Je třeba uchopit testovanou textilií a přehnout napůl. Naznačí se bod (např. špendlíkem) několik cm od hrany řezu a další bod (špendlík) na požadovanou vzdálenost (12,5cm) od prvního bodu. Lepší přesnosti lze dosáhnout opravdu dostatečným odstupem od odstříhu textilie, neboť okraje často táhnou. Takovýto efekt je pro přesnost měření nechtěný.

Pružnost by se měla odehrávat v ohraničené oblasti, která by se měla natáhnout na požadovaný rozsah (v tomto případě na 15,8cm). Více o rozdělení tříd pružnosti v [22].



Obr. 6 – Návod na určení poměru pružnosti textilie [22]

## 1.7 Základní principy padnutí oděvu

Výroba oděvu čerpá z metod empirických znalostí, které urychlují proces výroby. Vše je možné díky dostupným technologiím. Ovšem tyto technologie se mohou zdát v porovnání s progresem dnešní doby zastaralé a zdlouhavé pro již existující nové technologie výroby oděvů.

V oděvním průmyslu funguje několik metod výroby stříhových podkladů v závislosti na průmyslovém sektoru a objemu výroby. Vše začíná výběrem konstrukčních metod, výroby oděvů a padnutí oděvu na daný typ těla. V návaznosti se určují velikostní škály výrobků pro konkrétní oděvní sektor.

Padnutí spolu se silou protažení textilie je stále subjektivní zkušeností ve vývoji geometrie stříhu. Zákazník očekává konkrétní padnutí oděvů, které je ovlivněno nejen jeho výrobou. Ale obecně styl nebo design ve vztahu k padnutí oděvu je ponechán na názoru jednotlivce, který určuje přijatelnost oděvu. Výraz „padnutí“ je v rámci kontextu vývoje konstrukce, kde elastické padnutí je funkcí blízkosti oděvu k tělu a parametrů textilie. [15]

### 1.7.1 Konstrukce stříhu a očekávané padnutí

K dispozici jsou tři tradiční metody pro vytváření stříhů:

- 1.) *vypracování základních stříhů na papír*
- 2.) *návrh rozvinutí povrchu*
- 3.) *modelování materiálu ve formě drapérie na figurínu nebo tělo ve statické poloze*
- 4.) *možnost používat všechny tři metody současně*

Konstrukce se nyní běžně využívá ve spojení s počítačovou technikou CAD systémů a příbuzných programů. Konstrukční programy jsou založeny právě na počítačové verzi tradičních empirických metod, které v sobě obsahují metodu pokus-omyl. Víceméně je potřeba vždy manuálně zasáhnout do produkce oděvu, pokud je oděv určen pro konkrétního zákazníka.

Tradiční padnutí oděvu je interpretací naměřených údajů, které produkují stříh, a případně se upravuje, aby odrážel tvar a velikost zákazníků, kteří představují největší skupinu. Konvenční konstrukční metodiky stříhů pro nepružný materiál mají zabudované snadno odvoditelné přídavky. Je velmi obtížné matematicky určit vztahy

mezi aplikovanými přídávky ke střihu a aktuálními tělesnými rozměry, protože v postupné úpravě základní konstrukce se upravováním pro různé aplikace tyto hodnoty ztrácejí. [15]

### 1.7.2 Velikost a padnutí

V průběhu let se snaží výrobci vyvinout a upravit konfekční tabulky pro zvýšení padnutí oděvu. Z praxe ale víme, že univerzální tabulky pro výrobu neexistují ani v rámci jedné země, natož globálně. Většina velikostních systémů pro vytvoření řady velikostí používá přírůstkový nebo proporcionalní přístup při stupňování střihů nahoru nebo dolů. Zopakování stejných tvarů převedených na 2D střih může být nanejvýše problematické. Lidé, kteří mají podobné rozměry, nutně nemusí mít stejný tvar těla a můžou se v jednotlivých detailech od sebe lišit.

Velikost oděvu a padnutí mají nekonečné možnosti a můžou ovlivňovat vlastní sebehodnocení v negativním slova smyslu. Pružný oděv, který kopíruje tvary těla, může poskytnout vysoký stupeň pohybu, může být módní, může dobře vypadat, nebo být komfortní a odpovídat ideologii nebo kultuře, specifické sportovní činnosti, prostě může být cokoliv, ale převážně by měl vést k psychologickému pohodlí. Nicméně pružný oděv může vyvolat také nespokojenost.

LaBat a DeLong ve své studii *Body cathexis and satisfaction with fit of apparel* tvrdí, že:

*„Faktor, který vede k ženské nespokojenosti se svým tělem je ten, že módní oděv reflektuje svým standardem, že nesedí. Pokud oděv nesedí, spotřebitel může tuto skutečnost přiřazovat svému tělu, nikoliv oděvu a s tímto má negativní pocit ohledně svého těla.“*

(LaBat and DeLong, 1990: 43) [15]

Nepadnoucí oděv může být nevědomky častou příčinou nespokojenosti a výsledkem je neustálé převlékání ve snaze cítit se více pohodlně. Další vliv tento fakt má na psychické rozpoložení nositele a jeho sebevědomí, na jeho pocity při nošení oděvu. Proto je tak důležité padnutí oděvu v kontextu se zvýšením komfortu a pohybem, který oděv musí poskytovat.

### 1.7.3 Typy padnutí

Existuje mnoho různých typů padnutí, které mohou být využity pro konstrukci a výrobu pletených oděvů. Designer může určit konkrétní padnutí a siluetu oděvu nebo konstruktér musí používat svůj vlastní úsudek a zkušenosti k určení padnutí. Návrhář i konstruktér musí pochopit nejen aktuální trendy ale i to, jak k danému padnutí dojít. Aby oba mohli žít a tvořit ve vzájemné symbióze, je třeba využívat znalostí a zkušeností, kterou často nezajistí žádné přístroje ani testy, nýbrž čas a praxe. Více podrobností je uvedeno v [22].

#### 1.7.3.1 Kladné využití pružnosti

Při vytváření biaxiálně namáhaného výrobku a multiaxiálně namáhaného oděvu obvykle jeden směr je elastičtější o něco více, než zbylé směry. Zkušení konstruktéři tento fakt berou v potaz a kladně ho využívají ve svůj prospěch.

Linderberg (1966) prováděl výzkum jak udělat tkané pružné materiály. Ve své studii zjistil, že **materiál není nikdy proporcionálně protažen mezi dvěma body. Uzlové body v pokrčené poloze (boky, rozkrok, kolena) tvoří komplikovaný systém [18].**

Při konstrukci a výrobě šatů a topů by měl být využit co největší funkční úsek po celém těle. Pro legíny, trikoty, body nebo pro jakýkoliv oděv, který obaluje rozkrok nebo ramena, by měl být největší využitelný úsek na těle veden shora dolů.

Obvykle největší míra protažení je křížem, nicméně některé pleteniny, jako jsou textilie na plavky, se speciálně vyrábějí, aby měly největší roztažnost ve směru podélném. Je to proto, aby oděv pohodlně padnul přes rozkrok, když se zvednou ramena.

Topy, šaty, kalhoty, sukně, svetry by měly využívat nejvyšší stupeň roztažení kolem těla. [22]

#### 1.7.3.2 Oděvní tlak a padnutí

Neopomenutelným úsekem pro výzkum padnutí oděvu je schopnost předvídat, jak těsně bude padnout pružný materiál na tělo, což je zásadní informace pro optimální chování a komfort. Hlavní částí výzkumu měření tlaku je převážně pro medicínské aplikace. Využití vnějšího tlaku při léčbě má stále větší použití při různých zdravotních stavech.

Pratt a West (1995)[15] naznačili matematický vzorec pro zakreslení stříhu. Ale také uvádějí, že použití vzorce není jednoduché a vyžaduje subjektivní úpravy na základě zkušeností. Pro většinu výzkumů oděvního tlaku je začáteční bod Laplaceův zákon, kdy napětí materiálu a poloměr částí těla je překryt určitým oděvním tlakem.



Napětí musí být přibližně stejné po celém těle tak, že tlak bude záviset jen a pouze na zakřivení povrchu v daném bodě. Tlak je nejvyšší tam, kde je nejvyšší zakřivení [12]. **Je značně obtížné hodnotit a předvídat tlak oděvu konzistentně po celé linii těla, pokud je výzkum omezen pouze na limitovaný prostor.**

## **1.8 Vývoj střihu z elastických materiálů**

**Pružné materiály se zkracují v opačném směru, než jsou natahovány. Tento efekt se zvyšuje u pleteniny. Vliv předpětí na úseku má významný dopad na obrys geometrie střihu.** Výrobky z pružných materiálů jsou konstruovány pomocí záporných přídavků na střihu. Problémy vznikají při stanovení výše a umístění přídavku, respektive k odstranění přídavku. Když se taková úprava provede na střihu, střih se úměrně procentu protažení zmenší horizontálně i vertikálně. Obvykle je výpočet procenta protažení velmi subjektivní.

Shoben (2008) v úvodu *The Essential Guide to Stretch Pattern Cutting* říká, že oddělování střihů je umění, ne věda, a že zacházení s pružnými materiály je chůze po tenkém ledu, protože se v materiálu nachází téměř neomezené množství změn v jeho složení a otázka určení velikostí střihů je tímto velice obtížná. [15]

### **1.8.1 Konstrukce střihů z pletenin**

Při konstruování střihu oděvu z pletenin musí být počítáno s procentem protažení.

- Oblast ramen – protažení 13 – 16%
- Oblast zad – pro ohyb 13 – 16%, protažení 25 – 30%
- Lokty podél – protažení 35 – 40%, po obvodu 15 – 22%
- Kolena podél – protažení 35 – 45%, po obvodu 12 – 14%
- Sed – ohyb při sedu 25 – 30%, napříč 6% [11]

Oděv rozdělujeme do následujících skupin:

#### **Komfortní oděv**

Tažnost 15 – 30% zajišťuje dostatečné pohodlí. Oděv kopíruje tělo, ale nepůsobí žádným tlakem na tělo (zanedbatelný tlak). Nejčastěji obsahuje 2 – 5% elastomerních nití.

#### **Kompenzační oděv**

Tažnost 30 – 50% dobře tvaruje tělo a přesto dovoluje pohyb. Zhotovuje se ze stejných materiálů jako oděv denního nošení, jen je zatížen v obou směrech (biaxiální

namáhání). Je nutné si při zhotovování střihu určit, kterým směrem bude působit větší tažnost.

### **Kompresní oděv**

Tažnost je větší než 50%. Úkolem kompresního oděvu je držet požadovaný tvar těla a působit na tělo přiměřeným tlakem (korzetové výrobky). Větší tažnost je v příčném směru.

## **1.9 Materiál**

### **1.9.1 Elastomerové nitě**

Oblast zpracování elastomerových nití je prakticky neomezená. V závislosti na směru, v němž se projevuje zvýšená roztažnost elastických pletenin a tkanin, rozlišujeme textilie roztažné v obou směrech, textilie s roztažností ve směru podélném a textilie s roztažností ve směru příčném.

Podle způsobu použití se dělí elastické textilie na textilie pro korzetové výrobky, textilie pro elastické prádlové výrobky, pro sportovní a vrchní ošacení a na textilie pro technické účely použití a pro použití ve zdravotnictví.

Geometrické parametry procesu výroby textilie musí zabezpečit, že bude zachován estetický vzhled výrobků a stabilita elastomerových nití při protažení textilie o 30 – 50 %.

Elastomerové nitě se používají v širokém rozsahu pro výrobu osnovních i zátažných pletenin v různých kombinacích s jinými chemickými nebo přírodními vlákny. [6]

### **1.9.2 Polyamidová vlákna**

Jsou to syntetická vlákna s obecnou zkratkou PA, přičemž existuje řada typů - dva nejrozšířenější z nich polyamid 6 a polyamid 6.6. Rozdíl mezi nimi je v molekulové struktuře, a v některých vlastnostech. Výchozí materiál pro oba druhy je ropa, ze které vznikají chemickým procesem základní suroviny. Oba typy jsou zvláknovány z roztaveného polymeru do šachty a je možné vlákna vytvarovat do různých profilů průřezů, včetně mikrovláken. Následným dloužením vlákno získává konečné, zejména mechanické vlastnosti. Největší rozšíření je u typu Nylon (polyamid 6.6) s vyšší tepelnou odolností a trvanlivostí. Jedná se o termoplastická vlákna, které je třeba tepelně fixovat. [7]

Vlákna jsou pevná a elastická, mají vynikající odolnost vůči oděru a dobrou tvarovou stálost. Výrobek z polyamidu se velmi snadno udržuje. Zápornou vlastností je malá navlhavost a velký sklon ke vzniku elektrostatického náboje. Proto se vlákna zpravidla antistaticky upravují. Na světle mají vlákna malou stálost, nižší než polyesterová vlákna.

Teplota měknutí je podle typu vlákna 170 - 235° C, teplota tání 215 - 260° C. Výrobky s polyamidovými vlákny lze prát při teplotě do 40° C, žehlit při teplotě do 150° C. Působením kyseliny se vlákna poškozuje, vůči zásadám jsou odolná. Za studena odolávají působení většiny organických rozpouštědel, za horka jsou jimi poškozována.

### **Použití polyamidových vláken**

V oblasti oděvních výrobků mají polyamidová vlákna velmi široké uplatnění - punčochové výrobky, dámské spodní prádlo, textilie na svrchní ošacení (např. sportovní oděvy, oděvy pro volný čas). Ve formě stříže se polyamidová vlákna směsují s přírodními i chemickými vlákny pro textilie na spodní i svrchní ošacení.

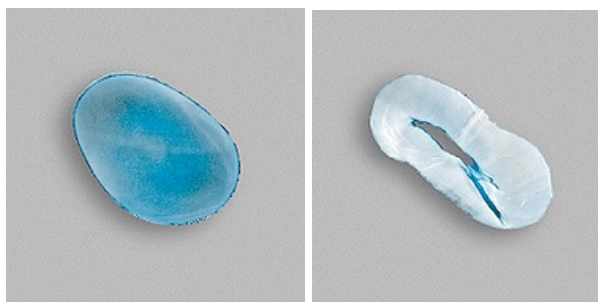
Polyamidová vlákna se uplatňují ve velké míře při výrobě bytových textilií, kobereců, záclon, dekoračních a potahových textilií. Využívají se i v technické oblasti, např. při výrobě dopravních pásů, lan, filtračních materiálů, padáků.

### **1.9.3 TENCEL®**

TENCEL je registrovaný název a zároveň obchodní název vlákna společností Lenzing. Vlákno je vyráběno z dřevěné celulozy Eukalyptu za použití nanotechnologií. Eukalyptus se zbaví kůry a pak je rozemlet na piliny a rozpuštěn v rozpouštědle. Poté se roztok protlačí skrze síto a vznikne vlákno, které se dále dluží a namotává na cívky.

Eukalyptus je hlavní surovina pro Tencel a je plně obnovitelným zdrojem. Na pěstování Eukalyptu není třeba tolik půdy a hnojiv jako na bavlnu. Firma Lenzing tvrdí, že výroba vláken je sama o sobě velmi šetrná k životnímu prostředí [21].

Tencel má lepší vlastnosti odvodu vlhkosti než bavlna. Vlákno je hydrofilní a dokáže navázat vlhkost dovnitř vlákna, takže působí přirozeně antimikrobiálně [20]. Proto je vlákno velmi vhodné pro zdravotní aplikace. Vlákno má hladký povrch s kruhovým průřezem – textilie jsou proto hladké, mají nízké tření a výrobky z tencelu mají chladivý suchý omak.



Obr. 7 – Průřez vlákna TENCEL® [21] Obr. 8 – Průřez vlákna bavlny [21]

## Dílčí závěr

Na základě výše zpracované rešerše byl definován souhrnný závěr pro implementaci získaných informací do experimentálních pokusů zejména z publikací [12], [25], [26] a [27] (YU, W., FAN, J., HARLOCK, S. C., NG, S. P.: *Innovation and technology of women's intimate apparel*; Woodhead Publishing in Textiles, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, 2006 - LIM, N. Y., NG, S.P., YU, W., FAN, J.: *Pressure evaluation of body shapers – chapter 7*; *Medical Compression Hosiery – Duality Assurance RAL-GZ 387/1 – Editon January 2008*; ALIŠAUSKIENĚ, D.; MIKUČIONIENĚ, D.: *Influence of the Rigid Element Area on the Compression Properties of Knitted Orthopaedic Supports*, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 20 (2012) 6A, 103 – 107, ISSN 1230 – 3666; D 4964 – 96 *Standard Test Method for Tension and Elongation of Elastic Fabrics (Constant-Rate-of-Extension Type Tensile Trstiny Machina)*).

Pro další typ testování byl vybrán přístroj vycházející ze studií [28] a [29] (DU, Zhaoqun; HU, Hong: *A study of spherical compression properties of knitted spacer fabric, Part I: Theoretical analysis*; *Textile Research Journal*, 2012; DU, Zhaoqun; HU, Hong: *A study of spherical compression properties of knitted spacer fabric, Part II: Comparison with experiments*; *Textile Research Journal*, 2013). Jedná se o nástavec ve tvaru polokoule montovatelný na čelist přístroje Testometric Model M350-5CT.

V konstrukční části práce jsou implementovány získané informace z publikace [16] a semestrální práce [32] (ALDRICH, Winifred: *Fabric, form and flat pattern cutting*; Oxford: Blackwell, 2007; ŠPIČÁKOVÁ, Pavlína: *Technický projekt oděvního výrobku: Prádlo pro vybrané skupiny pacientů – revmatismu*; *Semestrální práce k předmětu POV\* T, TUL, Liberec 2015*).

## 2. EXPERIMENT

Do experimentu vstupují tři pletené textilie, ze kterých byly pořízeny vzorky k testování – viz příloha 9. Podrobnosti o vzorcích budou uvedeny níže. Pro testování vzorků byly vybrány tři zkušební metody a to LABTEST 2.05 se speciálními čelistmi v podobě tyčových činek pro upevnění vzorku ve smyčce pro cyklické namáhání (EXPERIMENT 1), Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem ve tvaru polokoule pro simulaci cyklického průtlaku (EXPERIMENT 2) a obrazová analýza v programu Nis-Elements k určení plošné deformace (EXPERIMENT 3). Dále byla zjišťována kompresní síla pomocí dvou vzorců (15)[25] a (17) [26] pro výpočet komprese.

Po absolvování všech zkoušek byla vybrána předpokládaná ideální konstrukce dámského trika z testovaných materiálů.

### Vzorek 1. – MODRÝ

**Vazba:** zátažná jedolící podkládaná

**Složení:** 60 % Tencel C/ Tencel, 100% POPh

**Plošná hmotnost:** 141,264 g/m<sup>2</sup>

**Vlastnosti:** nižší příčná tažnost, vyšší tloušťka díky chytovým a podloženým kličkám, vyšší objemnost, vyšší měkkost a plošná hmotnost

### Vzorek 2. – RŮŽOVÝ

**Vazba:** zátažná oboulící - italská

**Složení:** 95% bavlna, 5% elastan

**Plošná hmotnost:** 283,654 g/m<sup>2</sup>

**Vlastnosti:** dobrá pružnost, omezená tažnost po řádku, hřejivost, vyšší tuhost, dobrá stabilita tvaru

### Vzorek 3. - ŽLUTÝ

**Vazba:** zátažná jedolící hladká

**Složení:** 100% bavlna (dle výrobce) – po bližší analýze zjištěno přidání 3% elastomerového vlákna (zvyšuje pružnost textilie)

**Plošná hmotnost:** 236,08 g/m<sup>2</sup>

**Vlastnosti:** nízká hmotnost, dobrá tvarová stálost, stáčení okrajů pleteniny, paratelná po směru i proti směru pletení

## 2.1 EXPERIMENT 1 - Testování vzorků – Labtest 2.05

### EXPERIMENT 1 – PROTOKOL

**Norma:** D 4964 – 96 Standard Test Method for Tension and Elongation of Elastic Fabrics (Constant-Rate-of-Extension Type Tensile Trstiny Machina).

**Přístroj:** LABTEST 2.05 se speciálními čelistmi v podobě tyčových činek pro upevnění vzorku ve smyčce pro cyklické namáhání

**Měřené veličiny:** prodloužení ( $\epsilon$ [mm]), zbytkové protažení ( $\Delta\epsilon$ [mm]), elasticita (E[%]), minimální síla zatěžování ( $F_{min}$ [N]), maximální síla zatěžování ( $F_{max}$ [N]), průměrná síla z celkového měření (3 cykly –  $F_x$ [N]), průměrná síla při dosažení 1. cyklu ( $F_x$  v  $\Delta l$ [N])

**Podmínky laboratoře:** 20°C, 65% rH

**Rozsah měření:** 3x šíře 5cm (řádek, sloupek, šikmo-45°), 3x šíře 20cm (řádek, sloupek, šikmo-45°), 3x 32cm (řádek, sloupek, šikmo-45°) – pro 3 testované materiály.

**Odběr vzorků:** Byly vystřiženy vždy 3 vzorky konkrétní šíře (5cm, 20cm, 32cm) konečné délky (+2cm na šev) v konkrétním směru (sloupek, řádek, šikmo - 45°) pro každý testovaný materiál. Bylo dodrženo pravidlo odstřihu více než 150mm od okraje materiálu. Soubor vzorků dohromady čítá 81 vzorků – 27 vzorků pro jeden testující materiál (viz. tab.1 přílohy).

**Podstata zkoušky:** Vzorek o šířce (viz. výše) stejné délky 75,05cm připraven ve formě smyčky (hřbetový šev dvakrát prošíty dvounitným vázaným stehem) byl navlečen na kruhové čelisti a zajištěn ve své šířce svorkami. Pohyb příčnicku byl 100mm. Protahovací rychlost byla 100mm/min. Každý vzorek byl zatežován třemi cykly, kdy v maximální a minimální úvrati cyklu byl vzorek na 15s relaxován v dané pozici. Předpětí bylo stanoveno na 0,2 N. Na vzorcích byla vytvořena čtvercová síť. Jeden čtvercový element má rozměr 2x2cm. Fotodokumentace byla pořízena vždy ve vrcholu 1.cyklu měření, která byla využita pro experiment 3 (viz. obr. 9).

Za první důležité testování je považováno ověření, zda velikost vzorku ovlivňuje velikost potřebné síly k jeho deformaci o určité procento protažení. Tento experiment má simulovat opakované zatěžování oděvu při jeho oblékání a svlékání. Proto je již před měřením přiznán předpoklad, že dané síly budou velice malé. Vzorky se zatěžují cyklicky. Jelikož přístroj LABTEST 2.05 je primárně určen pro testování vzorku do přetrhu, malé síly jsou velice špatně a objektivně měřitelné. Přístroj dokáže měřit sílu do

5000 N. Byla zvolena vzdálenost kolik milimetrů příčnick protáhne – zdeformuje - vzorky. Z těchto dat bylo možné určit všechny potřebné informace pro další zpracování dat, mimo jiné i pro výpočet síly potřebné pro deformaci o zvolené procento protažení.

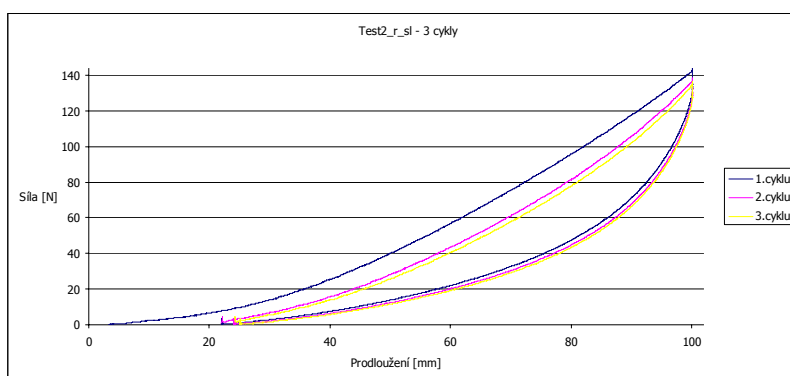
Z každého souboru vzorků je vytvořena tabulka deformace konkrétních vzorků v délce vzorku (viz. příloha 1 - tab.2, tab.3, tab.4). Délka vzorku byla měřena před testem (relaxovaný stav vzorku), okamžitě po testu a v relaxovaném stavu (po jednom měsíci po uskutečnění zkoušky). Tyto všechny hodnoty jsou dále porovnávány s hodnotami z měření prodloužení po 3 cyklech měření.

Zde je uveden jeden vzorek (obr.9) ze základního souboru, na kterém lze vidět průběh experimentu. Výstupem přístroje byla data, které se dále musela analyzovat, aby mohly vzniknout grafy s deformační křivkou jednotlivých cyklů měření. Jednotlivé cykly jsou barevně rozlišeny – 1. cyklus měření je vždy modrý, 2. cyklus měření je vždy růžový, 3. cyklus vždy žlutý. Obecně platí pro všechny měřené vzorky, že nejvyšší síly k zvolené deformaci bylo dosaženo při prvním cyklu měření. Při druhém cyklu se snižovala síla potřebná k protažení o zvolený rozměr a zvyšovala se deformace. Třetí cyklus vyžaduje nejméně potřebné síly k protažení o daný rozměr. Konečná celková deformace vzorku se uvádí po 3. cyklu měření.

Další deformační křivky pro jednotlivé vzorky základního souboru v příloze 1. Naměřená data a statistická data z tohoto měření jsou uvedeny v příloze 8 a 9.



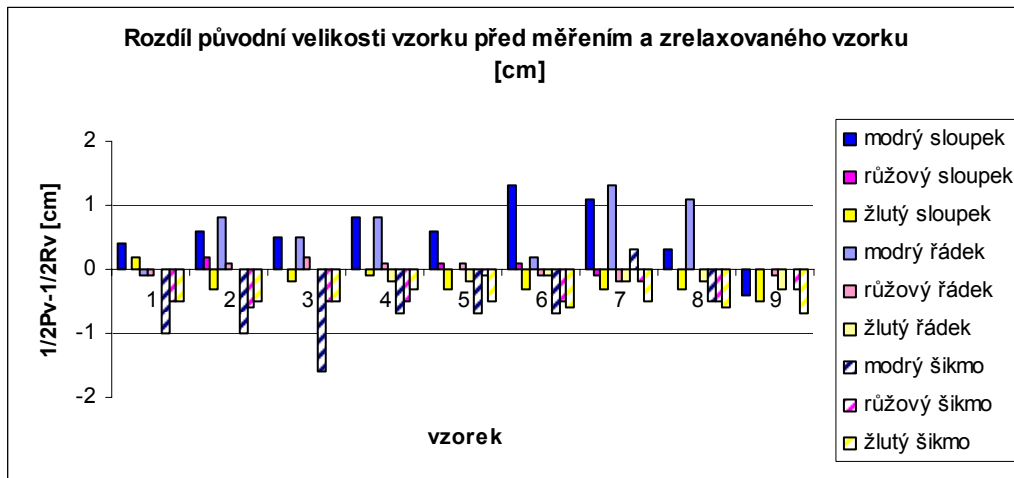
**Obr. 9 – rs\_4 na prodloužení**



**Obr. 10 – rs\_4 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N]**

Z grafů z měření na Labtestu 2.05 je patrné (viz. příloha 1), že čím větší je plocha vzorku, tím je zapotřebí působit větší silou k jeho protažení. Čím větší je plocha vzorku, tím jsou data „rovnoměrnější“ a křivka z měření je přehlednější (hladší). Rovnoměrnost křivky ovlivňuje i rychlost pohybu příčnicku – čím vyšší je rychlost, tím by měla být

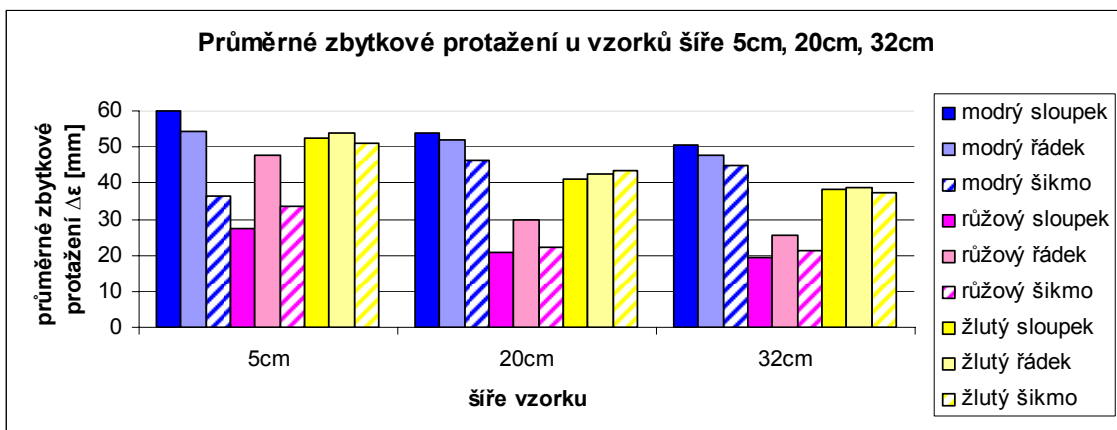
křivka hladší. Dále je zřetelné, že šířka vzorku ovlivňuje počátek měření a množství síly.



Obr. 11 – Konečná deformace vzorků po relaxování [cm] – všechny vzorky

Z výsledků měření (viz tab. 2, 3, 4; příloha 1, poslední sloupec) je patrné, že nejvíce deformace do sebe absorbují vzorky měřené v šikmém směru. Vzorky vykazují po měsíční relaxaci záporné deformace, tzn. že dokáží absorbovat deformaci a struktura pleteniny se dokáže uspořádáním „zmenšit“, zkrátit na menší rozměr, než byl původní – před měřením. Hodnoty v tomto sloupci udávají konečnou deformaci délky vzorku na polovinu jeho plochy. Vzhledem k délce vzorku jsou hodnoty konečné deformace zcela zanedbatelné. Předpokládá se, že tyto deformace mohou být odstraněny praním.

Porovnání vzorků v jednotlivém směru a šíři viz. příloha 1.

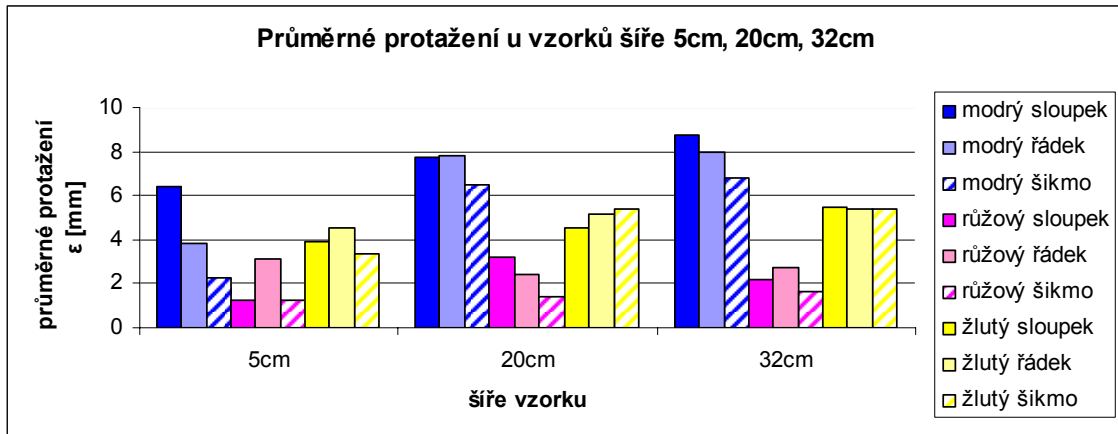


Obr. 12 – Průměrné zbytkové protažení  $\Delta\epsilon$  [mm] (0 - konec 3. cyklu) – všechny vzorky

Průměrné zbytkové protažení  $\Delta\epsilon$  [mm] je měřeno od počátku (0) do konce 3. cyklu měření. Platí, že čím užší vzorek je, tím větší zbytkové protažení vykazuje. Nejvíce zbytkového protažení vykazuje směr sloupek. U vzorků rs a mš šíře 5cm lze očekávat nekonzistentní data. U žlutého vzorku je klesající tendence protažení v návaznosti na

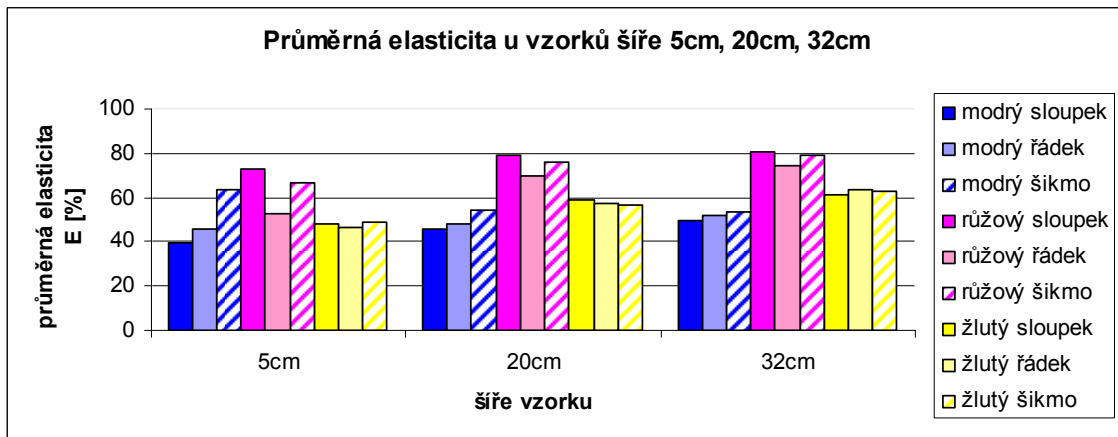


velikost vzorku, ale ve všech testovaných směrech s velice podobnými hodnotami pro danou šíři.



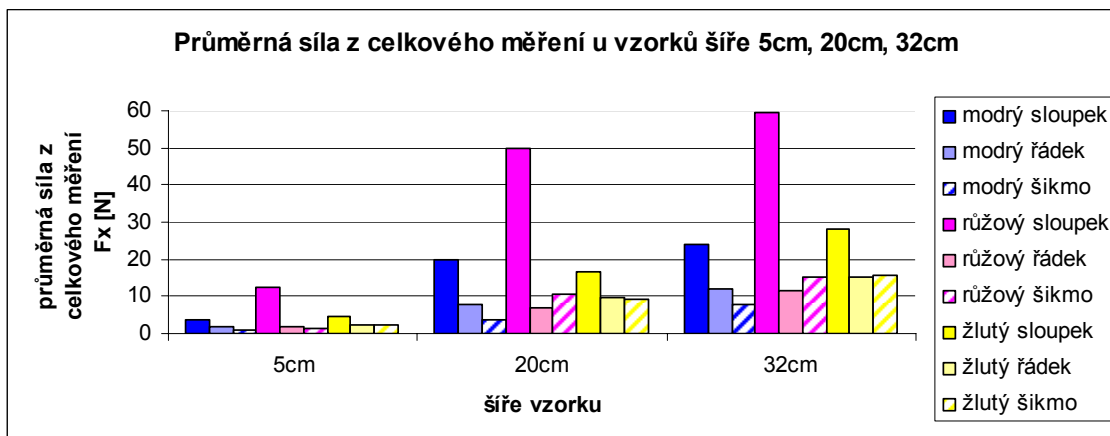
Obr. 13 - Průměrné protažení  $\epsilon$  [mm] (1. - 3. cyklus)– všechny vzorky

Průměrné protažení  $\epsilon$  [mm] je měřeno mezi prvním a třetím cyklem měření. Nejméně se protáhnou růžové vzorky, nejvíce naopak modré. Mezi testovanými vzorky se objevují vybočující hodnoty měření, zde nejvíce u všech šířek vzorku rs.

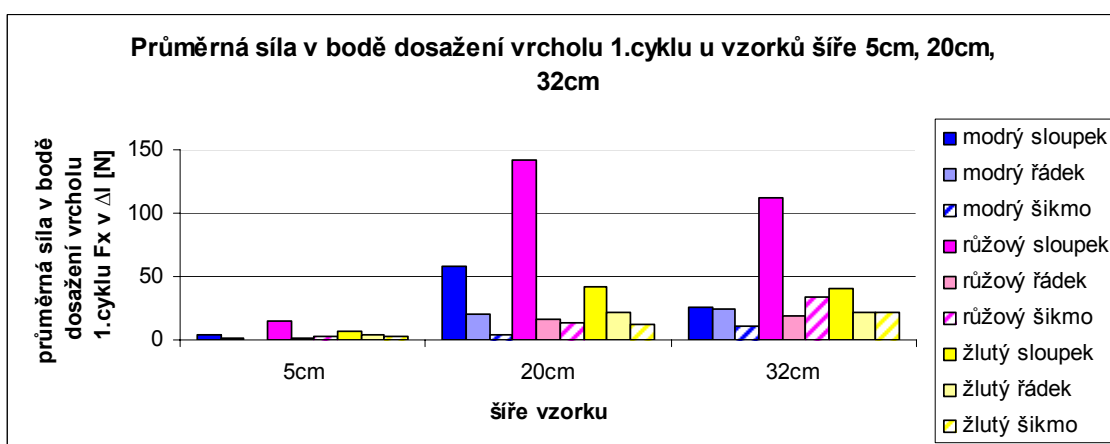


Obr. 14 - Průměrné protažení  $E$  [%] – všechny vzorky

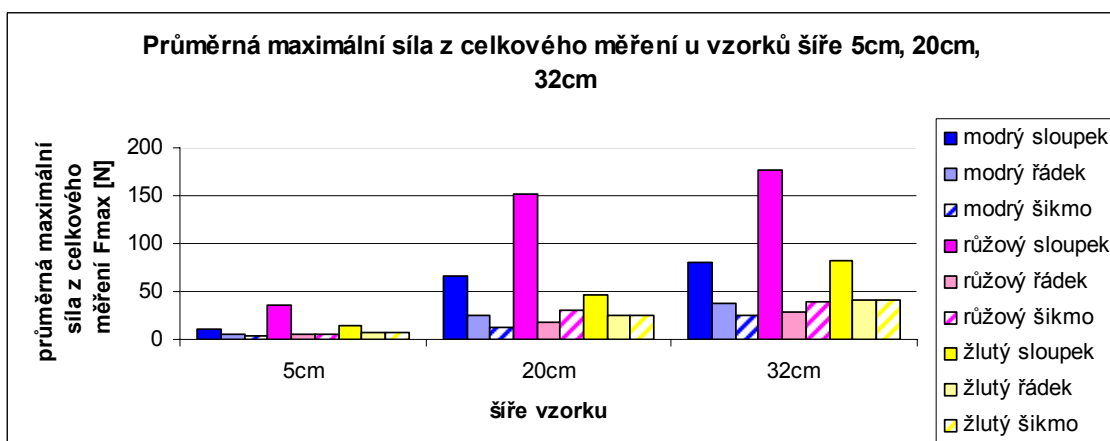
Elasticita je přímo závislá na údaji zbytkového protažení  $\Delta\epsilon$ . Čím jsou data zbytkového protažení  $\Delta\epsilon$  menší, tím je vyšší elasticita. Větší plochou se zvyšuje možnost elasticity. Jsou znovu vidět nekonzistentní data u modrých a růžových vzorků šíře 5cm. U žlutých vzorku je mírně stoupající tendence výsledků ve všech testovaných směrech s velice podobnými hodnotami pro danou šíři.



Obr. 15 - Průměrná síla z celkového měření  $F_x$  [N] – všechny vzorky



Obr. 16 – Průměrná síla v bodě dosažení vrcholu 1.cyklu  $F_x$  v  $\Delta l$  [N] – všechny vzorky



Obr. 17 – Průměrná maximální síla  $F_{max}$  [N] – všechny vzorky

Měření potvrdilo závislost síly na ploše. Maximální sílu vykazoval vždy vrchol 1. cyklu, poté se maximální síla snižovala. Nejvíce síly k deformaci je zapotřebí ve směru sloupku. Potřebnou sílu ovlivňuje i materiální složení testovaného vzorku.

## **Dílčí závěr – experiment 1**

Měření potvrdilo platná fakta. Nejvíce síly bylo třeba vyvinout k deformaci všech vzorků testovaných ve směru sloupku. Pro deformaci vzorku ve směru řádku a šikmo bylo třeba mnohem menších sil. Výsledky měření směrem šikmo se pohybují hodnotami někde mezi sloupkem a řádkem, spíše k silám ve směru řádku.

Dále experiment ukázal, že vzorky šíře 5cm ve své délce neumožňovaly hladký průběh zkoušky a naměřené hodnoty nevykazovaly dostatečnou konzistentnost dat. U šíře vzorků 32cm vzorky vykazovaly taktéž vybočující hodnoty ale v menším měřítku než u nejužších vzorků. Proto byla shledána šíře 20cm za nejlepší šíři pro tento typ měření a pro další návaznost experimentů.

### 2.1.1 Experiment 1 – Tlak

Jako následující krok bylo určení závislosti velikosti vzorku a aplikované síly. Lze teoreticky určit tlak (kompresi) vzorků, který závisí na aplikované síle v daný okamžik a jeho ploše. Pro tento výpočet komprese byly zvoleny 2 vzorce (14) a (16), které vychází ze základních Laplaceových vzorců pro výpočet namáhání stěn kulového tělesa.

**Výpočet komprese:** [25]

$$P_i = 20 \cdot \pi \cdot F_i / U_i \quad (\text{označován jako vzorec 1}) \quad (14)$$

Kde:

$$\text{Síla: } F_i = F_s / s \quad (15)$$

$F_i$  [N/cm] – síla

$F_s$  [N] - průměrná síla ( $F_x$ )

$s$  [cm] – šíře vzorku

$P_i$  [kPa] – tlak

$U_i$  [cm] - obvod

$$P = (2 \cdot \pi \cdot F) / S \quad [26] \quad (\text{označován jako vzorec 2}) \quad (16)$$

Kde:

$P$  [Pa] – tlak

$F$  [N] – síla

$S$  [m<sup>2</sup>] – plocha vzorku

$$\text{výpočet plochy: } S = a \cdot b \quad (17)$$

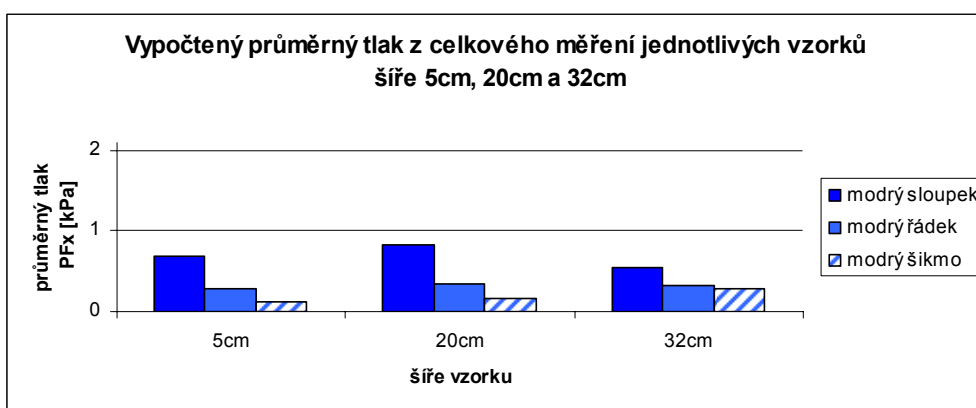
$a$  [m] – délka strany a

$b$  [m] – délka strany b

### 2.1.1.1 Průměrná síla na prodloužení o 20cm a komprese

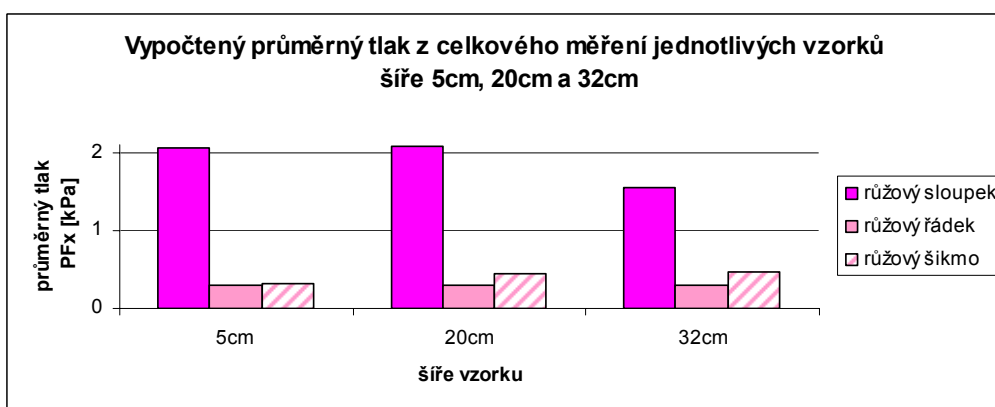
Všechny vzorky byly nataženy celkově o 20cm. V tabulce 5 v příloze 2 jsou uvedeny teoretické síly vypočtené z hodnot měření dle vzorce 1 (14)[25]. Z výsledků naměřených hodnot byly vypočítány teoretické hodnoty tlaku (komprese), které by působily při konkrétním procentu zkrácení původní délky vzorku. Při použití tohoto vzorce je nutné znát hodnoty síly pro daný vzorek.

V grafech níže jsou uvedeny hodnoty průměrného vypočteného tlaku (komprese) vzorků daného materiálu (řádek, sloupek, šikmo) ze vzorce s využitím hodnot naměřených sil.



Obr. 18 – Vypočtený průměrný tlak  $P_{Fx}$  [kPa] z celkového měření jednotlivých vzorků šíře 5cm, 20cm a 32cm – modrý (\* u vzorku  $m_{\text{š}}$  šíře 5cm a  $m_{\text{ř}}$  šíře 32cm statistika počítána ze dvou referenčních vzorků)

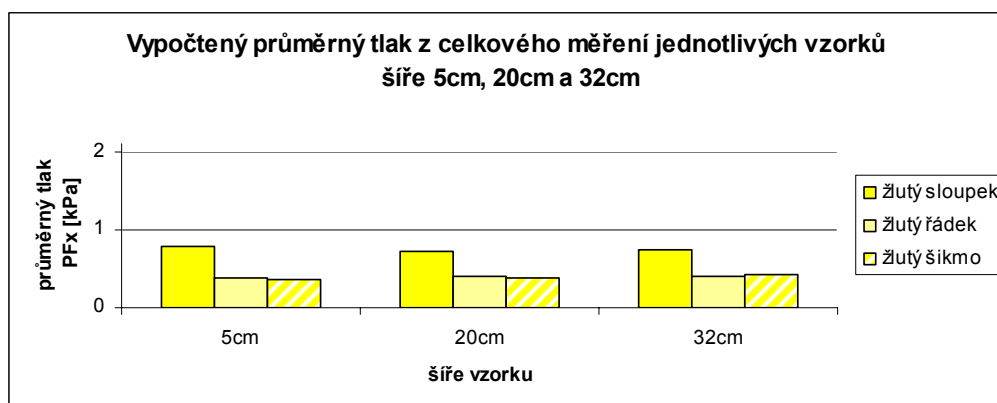
Vzorek  $m_{\text{š}}$  vykazuje nejméně síly potřebné ke kompresi. Ostatní hodnoty odpovídají měření.



Obr. 19 – Vypočtený průměrný tlak  $P_{Fx}$  [kPa] z celkového měření jednotlivých vzorků šíře 5cm, 20cm a 32cm – růžový

Vzorek  $r_s$  ve všech šířích vykazuje velké hodnoty síly na danou deformaci. U šíře 32cm  $r_s$  vykazuje menší kompresi, než u šíře 5cm a 20cm. U šíře 20cm a 32cm je větší

hodnota  $r_{\text{ř}}$  než  $r_{\text{ř}}$ . U vzorku  $r_{\text{ř}}$  jsou všechny hodnoty stejné, to znamená, že nejkonstantnější deformace při jakékoliv šířce vzorku bude vykazovat směr řádku.



Obr. 20 – Vypočtený průměrný tlak  $P_{F_x}$  [kPa] z celkového měření jednotlivých vzorků šíře 5cm, 20cm a 32cm – žlutý

U  $\text{žř}$  a  $\text{žš}$  jsou takřka stejné hodnoty u všech šířek vzorků.

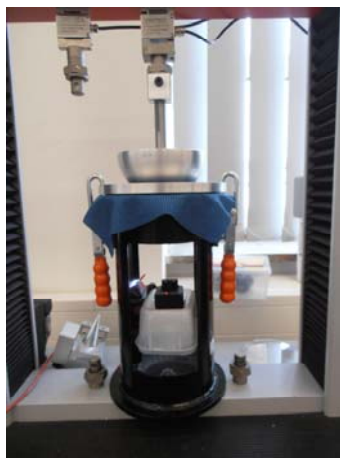
*Výpočty dle vzorce 1(14) se shodují s výpočty vzorce 2(16). Proto hodnoty i výsledky jsou naprosto identické.* Hodnoty výsledků v jednotkách kPa jsou uvedeny v tabulce 6.

### Dílčí závěr – experiment 1 – tlak

Výpočty dle vzorce 1(14) se shodují s výpočty vzorce 2(16). Z výpočtů lze usoudit, že komprese je přímo úměrná síle. Výše komprese se odvíjí od směru působení síly. Komprese ve směru řádků bude menší při stejném namáhání, než komprese ve směru sloupku. Jako další informace čitelná z grafů je, že sílu potřebnou k protažení ovlivňuje materiálové složení textilie. Ve vzorku  $r_{\text{ř}}$  ve všech šířkách je patrná značná protisíla proti směru namáhání. To je dáno vazbou a materiálovým složením vzorku.

Z výpočtů lze usoudit, že komprese pro dané vzorky není pro lidský organismus riziková. Dá se říci, že tyto hodnoty komprese by neměly na tělo destruktivní vliv nebo by nezpůsobovaly diskomfort.

## 2.2 EXPERIMENT 2 - Testování vzorků – Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem



Obr. 21 - Příklad přístroje Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem ve tvaru polokoule

### EXPERIMENT 2 – PROTOKOL

**Norma:** Jedná se o experimentální měření bez dostupných norem. Nejpodobnější normou k tomuto testování je *ČSN EN 12332-1 Textilie povrstvené pryží nebo plasty – Zjišťování pevnosti v protlaku Část 1: Metoda s ocelovou kuličkou*, která ovšem neodpovídá rozměrům použitého přístroje ani velikosti testovaného vzorku. Při měření byly převzaty podmínky experimentu 1.

**Přístroj:** Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem ve tvaru polokoule

**Měřené veličiny:** zbytkové protažení ( $\Delta\epsilon$  [mm]), elasticita ( $E$  [%]), minimální síla zatěžování ( $F_{min}$  [N]), maximální síla zatěžování ( $F_{max}$  [N]), průměrná síla z celkového měření (3 cykly –  $F_x$  [N]), průměrná síla při dosažení 1. cyklu ( $F_x$  v  $\Delta l$  [N])

**Podmínky laboratoře:** 20°C, 65% rH

**Rozsah měření:** 5x vzorek modrý, 5x vzorek růžový, 5x vzorek žlutý

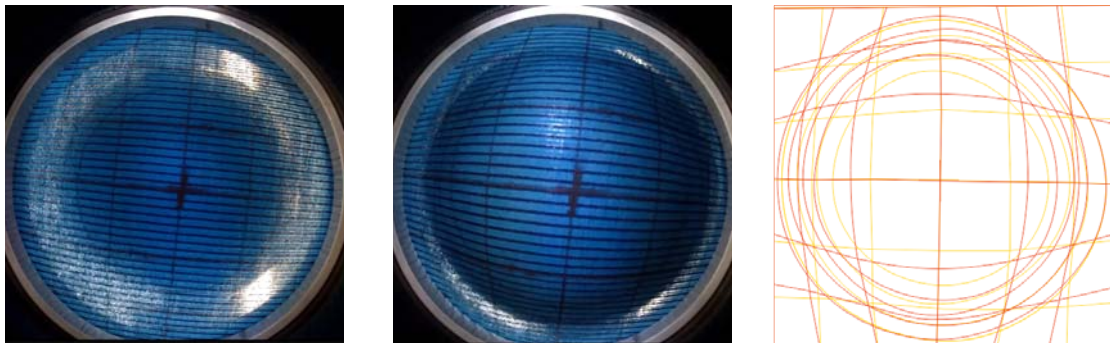
**Podstata zkoušky:** Vzorek o velikosti 25x25cm se čtvercovou sítí o velikosti 2x2cm a naznačeným středem vzorku a kruhy o různém průměru byl upnut do čelistí přípravku. Pohyb příčnicku byl 30mm. Protahovací rychlost byla 100mm/min. Každý vzorek byl deformován třemi cykly bez fáze relaxace mezi jednotlivými cykly.

Pro přímý záznam měření byla využita kamera G-eye2 ultimate značky Geonate od výrobce AEE umístěna uvnitř válce přípravku. Záznam z kamery byl využit pro experiment 3.

Nástavec na přístroji Testometric Model M350-5CT má schopnost nedestruktivního protlačování textilie. Polokulovým tělesem je simulována deformace oblých částí těla, jako je ňadro, koleno, loket, rameno. Autorce se jedná více o deformaci v ploše, která je zjištěna díky čtvercovým elementům zakreslených na testované textilii. Výsledky lze uplatnit v konstrukci seamlessových výrobků – především v hrudní oblasti.

Bližší data k testování v příloze 3 tab.7. Pohyb příčnicku (polokoule) byl poměrově stejný jako pohyb tyčových příčnicků na Labtestu v porovnání velikosti vzorku.

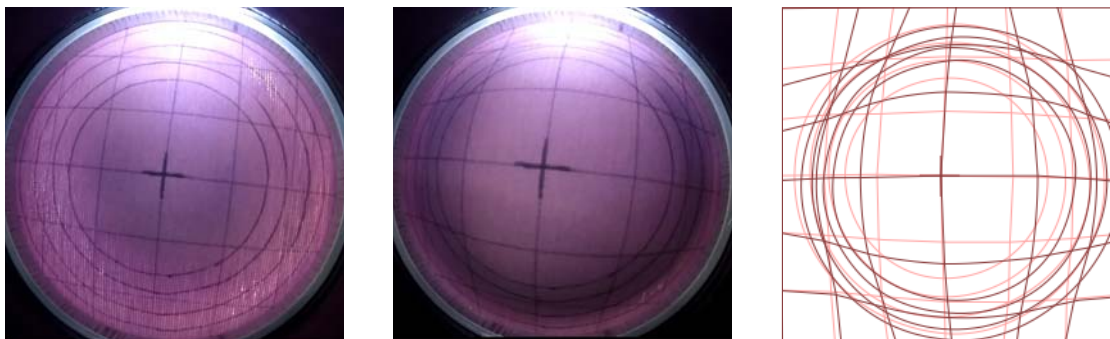
### 2.2.1 Modrý



Obr. 22 - před namáháním, Obr. 23 - maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu), Obr. 24 – Porovnání grafického záznamu

Měřeno bylo 5 referenčních vzorku od daného materiálu – modrý. Výsledky z měření jsou uvedeny v tab.8 přílohy 3. Vzhledem k tomu, že působení síly je pomocí tělesa, které má svůj tvar, síla je brána z nejvzdálenějšího bodu příčnicku (střed vzorku). Pro představu deformace v ploše je uvedeno grafické porovnání nedeformovaného vzorku a deformovaného vzorku. Jako součást analýzy jsou zahrnuty výpočty deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokouli – tab. 9.

### 2.2.2 Růžový



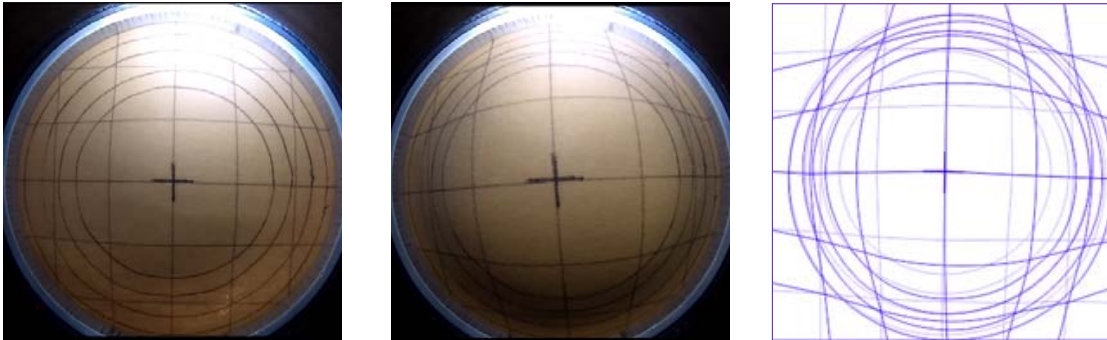
Obr. 25 - před namáháním, Obr. 26 - maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu), Obr. 27 – Porovnání grafického záznamu

Měřeno bylo 5 referenčních vzorku od daného materiálu – růžový. Výsledky z měření jsou uvedeny v tab. 10. Vzhledem k tomu, že působení síly je pomocí tělesa, které má



svůj tvar, síla je brána z nejbližšího bodu příčnicku (střed vzorku). Pro představu deformace v ploše je uvedeno grafické porovnání nedeformovaného vzorku a deformovaného vzorku. Jako součást analýzy jsou zahrnuty výpočty deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokouli – tab. 11.

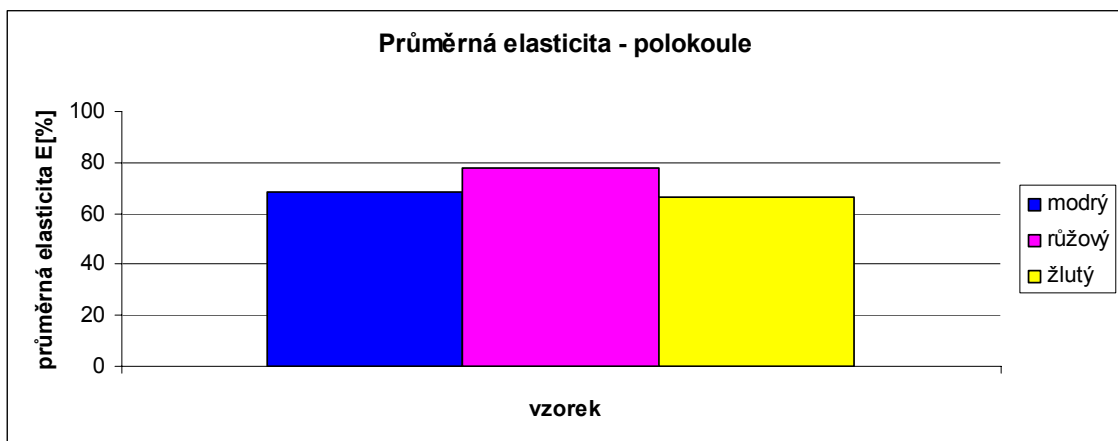
### 2.2.3 Žlutý



Obr. 28 - před namáháním, Obr. 29 - maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu), Obr. 30 – Porovnání grafického záznamu

Měřeno bylo 5 referenčních vzorku od daného materiálu – žlutý. Výsledky z měření jsou uvedeny v tab. 12. Vzhledem k tomu, že působení síly je pomocí tělesa, které má svůj tvar, síla je brána z nejbližšího bodu příčnicku (střed vzorku). Pro představu deformace v ploše je uvedeno grafické porovnání nedeformovaného vzorku a deformovaného vzorku. Jako součást analýzy jsou zahrnuty výpočty deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokouli – tab. 13. Tab. 14 uvádí porovnání dat z měření polokoule (průměr) a měření trhačky ve směru šikmo (všechny šíře vzorku - průměr).

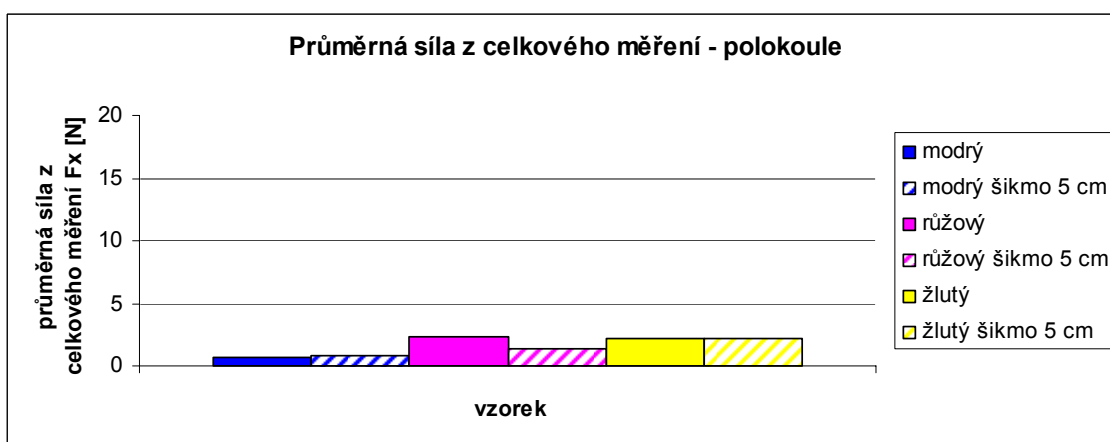
Statistické data pro experiment 2 jsou uvedeny v příloze 4.



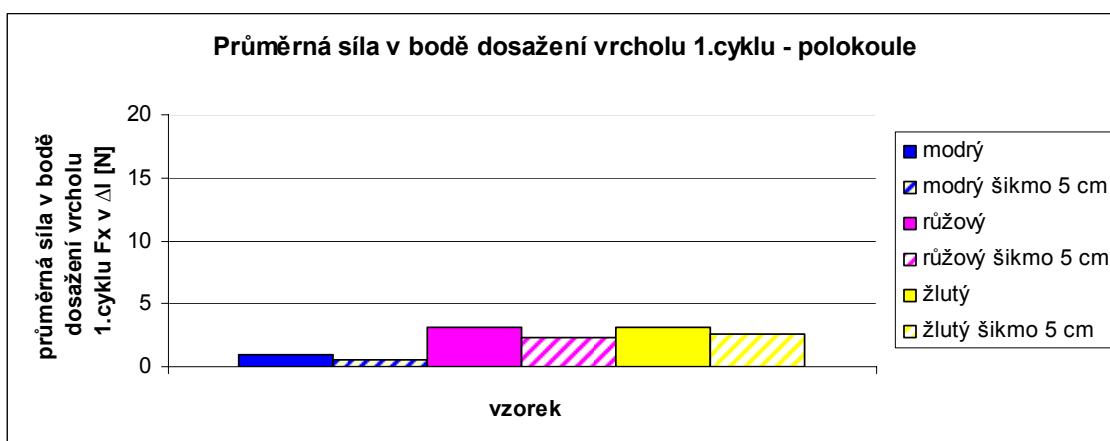
Obr. 31 – průměrná elasticita E[%] – všechny vzorky



Obr. 32 – průměrné zbytkové protažení  $\Delta\varepsilon$  [mm] – všechny vzorky



Obr. 33 – průměrná síla celkového měření  $F_x$  [N] (porovnání s průměrnou hodnotou vzorků šikmo šíře 5 cm z experimentu 1)



Obr. 34 – průměrná síla v bodě dosažení vrcholu 1. cyklu  $F_x v \Delta l$  [N] – všechny vzorky (porovnání s průměrnou hodnotou vzorků šikmo šíře 5 cm z experimentu 1)



Obr. 35 – průměrná maximální síla z celkového měření  $F_{max}$  [N] – všechny vzorky (porovnání s průměrnou hodnotou vzorků šikmo šíře 5cm z experimentu 1)

Subjektivní optickou metodou vzorky nevykazovaly vyduť po působení tělesa po sejmutí z přípravku. Nejelastičtější vzorkem je růžový vzorek. Dále má také nejnižší zbytkové protažení. Elasticita a průměrné zbytkové protažení u modrého a žlutého vzorku jsou velice podobné. Pro všechny hodnoty udávající sílu byly zvoleny pro představu hodnoty vzorků šíře 5cm směr šikmo z experimentu 1. Bylo předpokládáno největší zatížení v šikmém směru. Průměrná síla z celkového měření i průměrná síla v bodě dosažení vrcholu 1. cyklu je srovnatelná se silami z experimentu 1 zmíněných vzorků. Průměrná maximální síla měření je vyšší než u experimentu 1 zmíněných vzorků.

## Dílčí závěr – experiment 2

Tento způsob měření je zatím jedinečný a proto vznikají různé komplikace. Po uskutečnění měření vyvstala otázka jak ulehčit a zlepšit samotné upnutí a měření pomocí tohoto přípravku. Zda by nebyla lepší varianta na vzorek zakreslit jen čtvercovou síť bez kružnic. Další otázkou bylo osvětlení vzorku a instalace záznamového zařízení, které snímalo vzorek přímo. Testování potvrdilo chování vzorků z předchozího experimentu. Tento typ měření může být prospěšný pro testování seamlessových výrobků v oblasti hrudi jako zkouška průtlaku oblých částí těla (prsa).

## 2.3 EXPERIMENT 3 - Deformace vzorků – Obrazová analýza

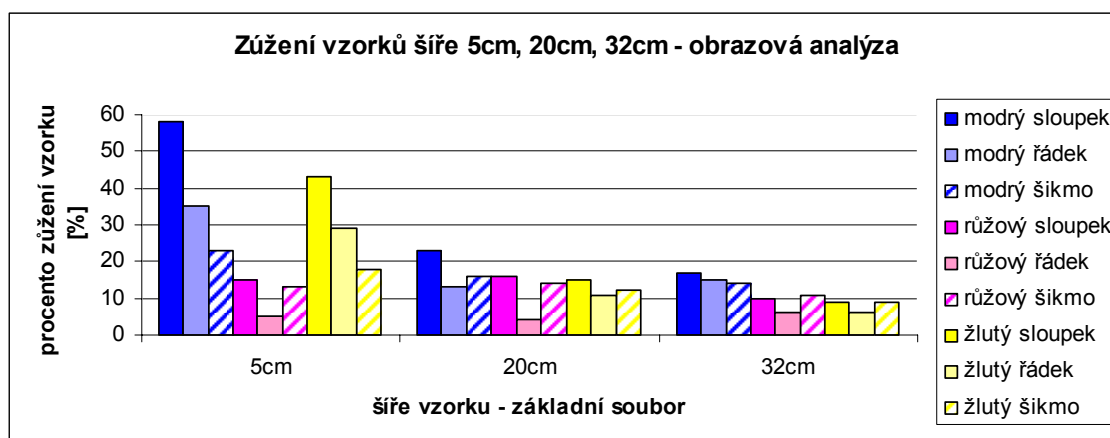
### EXPERIMENT 3 – PROTOKOL

**Přístroj:** obrazová analýza pomocí programu Nis-Elements

**Měřené veličiny:** určení deformace v ploše, výstup v procentech

**Rozsah měření:** analýza základního soubor vzorků experimentu 1 a 2 z obrazové dokumentace při dosažení vrcholu 1.cyklu měření - změna elementů v ploše, deformace krajů vzorků (experiment 1)

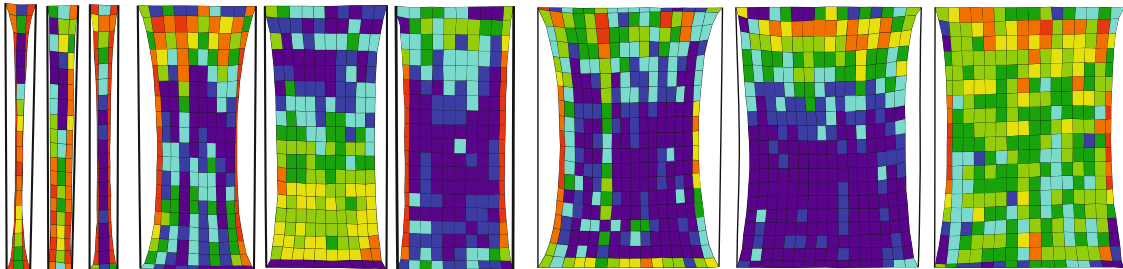
**Podstata zkoušky:** Obrazový záznam vzorku (viz výše) byl vždy nahrán do pracovního okna programu. Proběhlo nastavení vzdáleností jako výchozí měřítko měření. Poté byly analyzovány jednotlivé elementy vzorků (deformované čtverce – experiment 1; deformované čtverce a kruhy – experiment 2). Výsledky z analýzy ploch jednotlivých elementů byly porovnány s původními (klidovými) rozměry vzorků. Rozdíl byl přepočten do procentuálních hodnot pro lepší grafické zobrazení.



Obr. 36 – zúžení vzorků [%] šíře 5cm, 20cm, 32cm – obrazová analýza

Data jsou uvedeny v tab. 17 v příloze 5. Jednotlivé srovnání vzorků též v příloze 5. Nejvíce se s zužuje při deformaci vzorek ms\_1 (šíře 5cm). Při testování byl zásadní problém, že vzorek se přetáčel ve své ose nebo se zužil na šíři jednoho elementu. U modrých vzorků klesá procento zúžení s rostoucí plochou vzorku. Zúžení růžových vzorků je v porovnání s ostatními malé a velice podobné ve všech šířích. Z měření vyplývá, že oděv z tohoto materiálu by měl vyšší pravděpodobnost k přetáčení švů, než ke zkracování ve své délce při vyšší šířkové deformaci. Tento efekt autorka přikládá složení materiálu (obsahuje elastan) a vazbě. U žlutého materiálu klesá procento zúžení

plochou vzorku. Od šíře 20cm bude mít materiál větší pravděpodobnost k deformacím v šikmém směru než po směru řádku. Měření potvrzuje, že očko pleteniny je méně tvárné při zatížení ve směru sloupku, než ve zbylých dvou směrech.



Obr. 37 - ms\_1; Obr. 38 – rs\_1; Obr. 39 – žs\_1; Obr. 40 – ms\_4; Obr. 41 – rs\_4; Obr. 42 – žs\_4; Obr. 43 – ms\_7; Obr. 44 – rs\_7; Obr. 45 - žs\_7

Vzorek **ms\_1** - nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změni o víc jak 40%. Kraje vzorku se takřka protáhnou do minimální plochy. Zůstává pouhá středová linie elementů, která je od středu vzorku namáhána od 40% klesající tendencí do 16%.

Vzorek **rs\_1** - nejvíce deformace vykazuje pravá krajní řada elementů, poté levá krajní řada elementů, které se měni kolem 30% - 40%. Středová zóna vzorku se měni od 0% do 30%.

Vzorek **žs\_1** - nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změni o víc jak 40%. Krajní řady elementů v důsledkú namáhání takřka zmizely. Střed vzorku se dá považovat z převážné většiny bez deformace. Malou deformaci lze vidět v horní části vzorku. Dále vzorek vykazuje nejvíce deformace v ploše v horní části vzorku.

Vzorek **ms\_4** - nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změni více než o 40%. Je zřejmá větší deformace v krajních elementech a tím pádem větší projmutí vzorku pod silou napínání. Střed vzorku je takřka bez deformace v ploše. Deformaci vykazuje vrchní a spodní část vzorku.

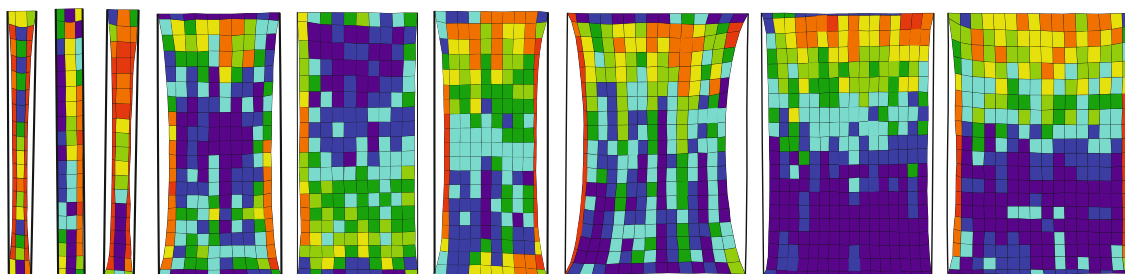
Vzorek **rs\_4** - nejvíce deformace absorbuje spodní část vzorku, které se plochou změni kolem 25%. Je zřejmá menší deformace v horní zóně vzorku.

Vzorek **žs\_4** - nejvíce deformace absorbují boční řady elementů, které se plochou změni více než o 40%. Je zřejmá menší deformace v dolní zóně vzorku. Postoupením do horní zóny vzorku se deformace elementů zvyšuje.

Vzorek **ms\_7** - nejvíce deformace absorbují boční řady elementů, které se plochou změni od více než 40% po 15%. Je zřejmá menší deformace v dolní a středové zóně vzorku od 0% do 20%. Postoupením do horní zóny vzorku se deformace elementů zvyšuje.

Vzorek **rs\_7** - nejvíce deformace lze pozorovat v horní zóně vzorku, kdy deformace plochy výjimečně překročí 35%. Je zřejmá minimální deformace v dolní a středové zóně vzorku od 0% do 15%.

Vzorek **žs\_7** – nejvíce deformace lze pozorovat na bocích vzorku a v horní zóně vzorku, kdy deformace plochy je nejvíce 35%. Celkově je patrna vyšší deformace v ploše oproti ostatním vzorkům, která se pohybuje od 11% po 35%.



Obr. 46 – mř\_1; Obr. 47 – rř\_2; Obr. 48 – žř\_1; Obr. 49 - mř\_4; Obr. 50 – rř\_4; Obr. 51 – žř\_4;  
Obr. 52 - mř\_7; Obr. 53 – rř\_7; Obr. 54 – žř\_7

Vzorek **mř\_1** - nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změni o víc jak 40%. Zbylá plocha se deformuje v rozmezí 6-30%.

Vzorek **rř\_2** - nejvíce deformace vykazuje pravá krajní řada elementů, která se měni kolem 30%. Levá zóna vzorku se deformuje minimálně od 0% do 30%. Střed je deformován o něco málo více, než levá zóna vzorku a to 0-30%.

Vzorek **žř\_1** - nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změni o víc jak 40%. Dále vzorek vykazuje nejvíce deformace v ploše v horní části vzorku. Celková deformace vzorku ukazuje na spíše vyšší procenta deformace.

Vzorek **mř\_4** - nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změni kolem 30%. Střed vzorku je takřka bez deformace v ploše. Deformaci vykazuje vrchní a spodní část vzorku.

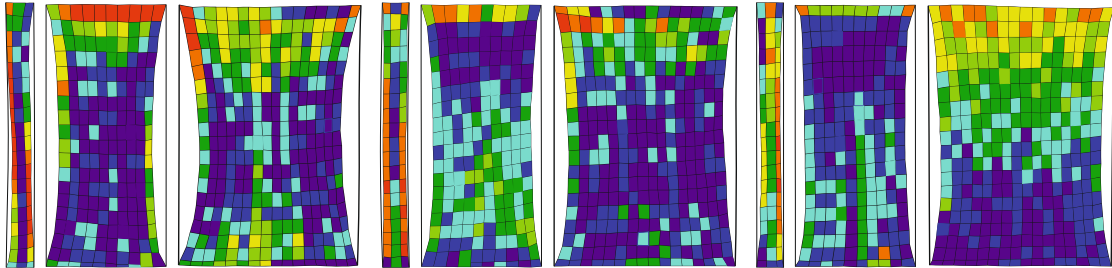
Vzorek **rř\_4** - nejvíce deformace absorbuje levý kraj vzorku. Je zřejmá menší deformace v horní zóně vzorku

Vzorek **žř\_4** - nejvíce deformace absorbují boční řady elementů, které se plochou změni více než o 40%. Je zřejmá menší deformace v dolní zóně vzorku. Takřka minimální rozdíl plochy je ve středové zóně vzorku, kde změna plochy elementů nepřekračuje 5%.

Vzorek **mř\_7** - nejvíce deformace absorbují boční řady elementů, které se plochou změni o více než 40%. Je zřejmá menší deformace v dolní zóně vzorku od 0% do 20%. Postoupením do horní zóny vzorku se deformace elementů zvyšuje.

Vzorek **rř\_7** - nejvíce deformace lze pozorovat v horní zóně vzorku, kdy deformace plochy výjimečně překročí 40%. Je zřejmá minimální deformace v dolní a středové zóně vzorku od 0% do 20%.

Vzorek **žř\_7** - nejvíce deformace lze pozorovat v horní zóně vzorku. Je zřejmá minimální deformace v dolní a středové zóně vzorku od 0% do 15%.



Obr. 55 – mš\_1; Obr. 56 - mš\_4; Obr. 57 – mš\_7; Obr. 58 - rš\_1; Obr. 59 – rš\_4; Obr. 60 - rš\_7;  
Obr. 61 - žš\_1; Obr. 62 – žš\_4; Obr. 63 - žš\_7

Vzorek **mš\_1** - nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní o víc jak 40%. Zbylá plocha se deformuje v rozmezí 0-30%.

Vzorek **mš\_4** - nejvíce deformace absorbuje překvapivě horní řada elementů. Dále pak boční strany a horní zóna vzorku, kdy deformace je v rozmezí od 16-30%. Spodní a střední zóna se deformuje minimálně v rozmezí 0-15%.

Vzorek **mš\_7** - nejvíce deformace absorbuje horní zóna elementů, kdy ovšem maximální deformace je do 30%. V horní zóně a dolní zóně vzorku je deformace v rozmezí 16-30%. V boční a střední části se vzorek deformuje v rozmezí 0-20%.

Vzorek **rš\_1** - nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní výjimečně o víc jak 40%. Zbylá plocha se deformuje v rozmezí 0-25%.

Vzorek **rš\_4** - nejvíce deformace absorbuje oproti předpokladům horní řada elementů, kdy ovšem maximální deformace je do 35%. V horní zóně je deformace minimální v rozmezí 0-10%. V dolní a střední části se vzorek deformuje v rozmezí 11-25%.

Vzorek **rš\_7** - nejvíce deformace absorbuje horní zóna elementů, kdy ovšem maximální deformace je na minimálním počtu elementů, spíše do 20%. Zbytek vzorku je deformován kolem 0-15%.

Vzorek **žš\_1** - nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní výjimečně o víc jak 40%. Levá strana vzorku se deformuje méně než pravá, a to do 30%. Zbylá plocha se deformuje v rozmezí 11-30%.

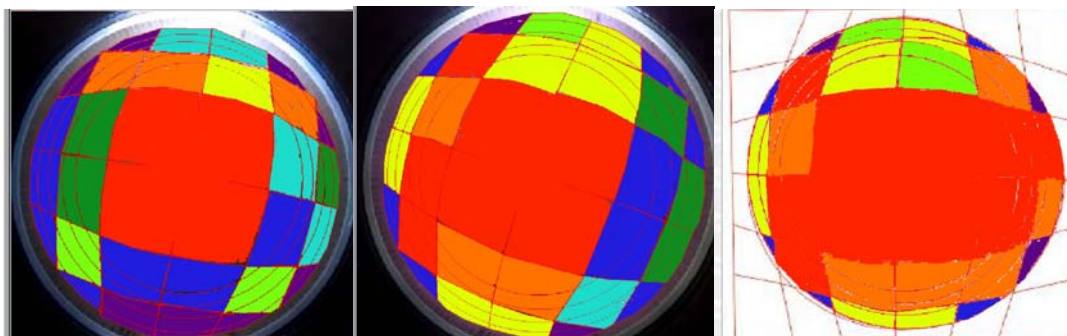
Vzorek **žš\_4** - nejvíce deformace absorbuje překvapivě horní řada elementů, kdy ovšem maximální deformace je do 25%. V horní zóně je deformace minimální v rozmezí 0-

10%. V dolní a střední části se vzorek deformuje v rozmezí 6-20%. Celkově vzorek vykazuje malé procento deformace v ploše.

Vzorek **žš\_7** - nejvíce deformace absorbuje horní zóna. Zbytek vzorku je deformován kolem 5-20%.

### 2.3.1 Deformace vzorků – polokoule

Při deformaci vzorku vtačováním polokoulí je očividný předpoklad největší deformace ve středu vzorku. Tento předpoklad splnily všechny vzorky.



**Obr. 64 – Vzorek žlutý**

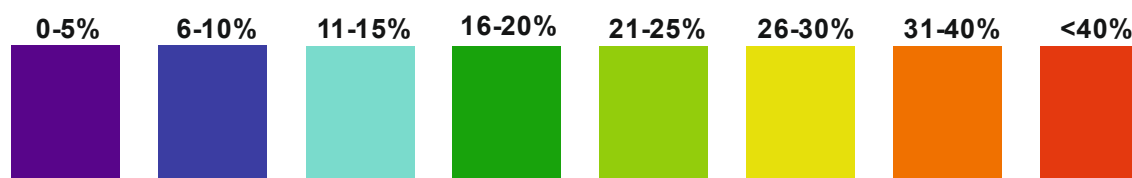
**Obr. 65 – Vzorek růžový**

**Obr. 66 – Vzorek modrý**

Na **obr. 64** největší deformace v ploše vzniká ve středu vzorku a to o více jak 40%. Zbylá plocha je deformována od 0% do 35% plochy. Prostřední kruh je deformován o 48% od původní plochy středového kruhu. Druhý kruh od středu je deformován o 31%, třetí kruh od středu o 20% a poslední – vnější kruh o 8%.

Na **obr. 65** největší deformace v ploše vzniká ve středu vzorku a to o více jak 40%. Zbylá plocha je deformována od 0% do 35% plochy. Zvyšuje se deformace plochy kolem středové zóny. Prostřední kruh je deformován o 20% od původní plochy středového kruhu. Druhý kruh od středu je deformován o 10%, třetí kruh od středu o 10% a poslední – vnější kruh o 3%.

Na **obr. 66** největší deformace v ploše vzniká ve středu vzorku a to o více jak 40%. Zbylá plocha je poměrně vysoce deformována od 26% do více než 40% plochy. Prostřední kruh je deformován o 25% od původní plochy středového kruhu. Druhý kruh od středu je deformován o 11%, třetí kruh od středu o 2% a poslední – vnější kruh o 0%.



**Obr. 67 - Stupnice deformace elementů**



### **Dílčí závěr – experiment 3**

Výsledky zkoušky definují procentuální rozměrové změny po sloupku, řádku a šikmo.

Deformace po směru sloupku zúží opačný směr (řádek) – při implementaci do konstrukce střihů toto ovlivňuje tvar v průramkové oblasti a v pasové oblasti (šířkové konstrukční rozměry).

Deformace ve směru řádku zúží opačný směr (sloupek) - při implementaci v konstrukci střihů toto ovlivňuje délky střihových dílů – např. rukávy, délka oděvu.

Deformace ve směru šikmo v konstrukci oděvu může předesílat přetáčení, zešikmení a posun švů. Výsledky z průtlaku polokoule mohou být využity v konstrukci seamlessových výrobků, převážně v hrudní oblasti.

### 3. APLIKACE POZNATKŮ Z EXPERIMENTŮ DO KONSTRUKCE ODĚVŮ

Pro odpovídající konstrukci oděvu je nutné pochopit vlastnosti a chování daného textilního materiálu. Z předešlých experimentů lze tyto závěry vyvodit a aplikovat poznatky právě do tvorby konstrukce typového oděvu.

Bude navržena konstrukce ideálního oděvu na trup z testovaných materiálů a to konkrétně dámské triko s dlouhým rukávem. Základní konstrukce je převzata z knihy od W. ALDRICH: *Fabric, form and flat pattern cutting* [16]. Jedná se o základní konstrukci dámského trika pro pleteniny. Základní podoba konstrukce trika pak bude upravena do velikosti 517 metodiky DOB pro ženu se širokými boky výšky postavy 160cm.

Je vycházeno z předpokladu, že daný oděv nemá funkci ani kompresní, ani tvarovací. Jedná se o běžně nositelný konfekční typ trika s atraktivnější modelovou úpravou. Proto zvolené a testované prodloužení plně splňuje požadavky komfortu.

Oděv kopíruje tělesnou schránku bez pocitového svírání. Největší tlak na schránku těla je v oblastech prsou, kyčlí, dle vystouplosti břicha i na bříše, na lopatkách a na bedrech. Na rukávu převážně v horní části rukávové hlavice a poté na loktu (viz obr. 68).



Obr. 68 – Ukázka tlaku oděvu na tělo [14]

Čím více svěrné síly očekáváme, tím se zvětšuje plocha, na které působí tlak. Tím pádem když se oděv „zmenší“, svěrná síla by měla být vyšší.

Výrobci oděvu se poměrně často domnívají, že když vyrobí oděv o velikost menší, zvýší se svěrná síla a oděv bude stále komfortně padnout. Ovšem tato myšlenka je chybná. V konstrukci je třeba udělat konkrétní a specifické úpravy, které neodpovídají jednoduchému snížení velikosti. Je nutno dodržet základní pravidla, která jsou zjištěna z chování vybrané textilie.

Na obr. 75 v příloze 6 (trup a rukáv) je zobrazen výsek základní konstrukce vybrané velikosti dámského trika dle [16] v základní velikosti a grafické zobrazení rozdílné

velikosti pro konstrukci z pletenin s rozdílnou pružností. Červeně vyplněný střih je pro pleteninu s roztažností do 9,5%. Zeleně vyplněný je střih pro pleteninu s roztažností 9,5% až 30%. Modře vyplněný zobrazuje střih pro pleteninu s roztažností nad 50%. Zobrazení je vybráno pro úsek hrudní, pasové a sedové přímky pro trup, hrudní přímky a zápěstní pro rukáv, jakožto nejvíce charakteristický tvar pro zkoumanou oblast nejvíce připomínající válec.

Základní rozměry a postup konstrukce jsou uvedeny v tab. 18 v příloze 6 a vzhled modelových úprav je uveden též v příloze 6.

### 3.1 Konstrukce dámského trika

Byla provedena základní konstrukce dámského trika dle [16] pro roztažnost 9,5-30%. Po přeměření střihu pro textilie 9,5-30% roztažnosti autorka uznala, že efekt by byl příliš nepatrný, proto byl vybrán základní střih pro textilie s více než 50% roztažnosti. Střih pro textilie s více než 50% roztažností byl zvětšen v oblasti hrudní, pasové i sedové přímky. Obvod rukávové hlavice byl zvětšen o hodnotu zvětšení na hrudní přímce, délka rukávu byla o 3cm prodloužena oproti základnímu střihu s roztažností do 9,5%.

Z modifikovaného střihu vycházející ze základního střihu pro textilie s více než 50% roztažností byl vytvořen střihovou manipulací vybraný nový model. Podoba tohoto střihu je součástí již prezentované práce autorky z předmětu *Technický projekt oděvního výrobku* zhotovený na téma *Prádlo pro vybrané skupiny pacientů – revmatismus* [32]. Oproti stávajícímu upravenému modelu je patrné na první pohled převážně šířkové zmenšení. Takto upravený model by měl splňovat komfortní nošení kopírující tělo, aniž by oděv způsoboval nepříjemné svírání, či byl příliš volný.

Po následném ušití dámského trika bylo zjištěno, že oděv nemá kompresní vlastnosti, ovšem výrazně obepíná tělo. Triko rýsuje „nedokonalosti“ těla a hrany spodního prádla, což může být považováno spíše za estetickou nedostatečnost. Ovšem dle subjektivního hodnocení nošení probanda nebyl zaznamenán pocit nepohody v důsledku oblečeného trika. Předpokládá se dle výsledků předchozích experimentů, že růžový materiál se po odstranění pnutí znovu vrátí rychle do původního stavu. U žlutého materiálu je předpoklad, že se protáhne do tvaru kopírujícího tělo, ovšem jeho následná relaxace bude trvat déle. Praní by mělo urychlit jeho relaxaci a návrat do původního stavu. Autorka práce vznáší hypotézu, že kdyby triko nebylo členěné (konfekční vzhled trika),

pružnost by byla prakticky lépe využita. Přestřížením trika v ploše se naruší plynulost pleteniny a snižuje se částečně míra pružnosti.

Zhotovení oděvu dle uvedeného střihu (obr. 80 a 81, příloha 6) prokázalo drobné pochybení v úsudku při konstrukci. Pro lepší aplikaci roztažnosti v konstrukci by bylo třeba větší rozdělení konstrukce pro dané procento roztažnosti. Rozdělení roztažnosti do tři skupiny dle [16] je naprosto nekonkrétní a nevyhovující. Pro konstrukční řešení by bylo přínosem přidat od 30% roztažnosti výše skupiny odstupňované po 10% - tzn. roztažnost pro 30%, 40%, 50% a nad 50% a vytvořit typový postup konstrukce pro danou skupinu roztažnosti.

V této fázi autorka potvrzuje, že na konstrukčně správné a padnoucí oděvy z pletenin je třeba nejen znát mechanické vlastnosti daného materiálu ale i praxe a zkušenosti v oblasti konstrukce a zhotovování oděvů z pletenin.

## **Dílčí závěr**

Výsledky měření byly aplikovány do konstrukce zvoleného oděvu dámského trika. Testované materiály byly využity pro zhotovení konkrétního oděvu – dámské triko velikosti 517 metodiky DOB pro ženu se širokými boky výšky postavy 160cm s modelovou úpravou. Zvolené procento roztažnosti konstrukce bylo subjektivně upraveno od základního rozdělení pro lépe odpovídající zvolené padnutí. Oděv byl uznán za plně komfortní. Z dvou variant zhotoveného dámského trika byla vybrána varianta č.1 za komfortnější. Jako pádný důvod byla udána vyšší neporušená plocha růžového materiálu, který obsahuje elastan. Varianta č. 1 se dokázala více přizpůsobit tělu nositele bez zjevných negativních emocí z nošení.

## 4. DISKUZE A ZÁVĚRY

V rešeršní části je uvedeno, jak se dá přímo, či nepřímo zjistit působení oděvu na tělo. Může se měřit samotná textilie. Je možné testovat chování textilie na pevných modelech. Je možné testovat textilie pomocí nepřímých metod a výpočtů, či matematických modelů.

V této práci byl kladen důraz na testování plošné textilie v co možná nejpodobnějších podmínkách v porovnání s reálným nošením oděvu. Měřením bylo simulováno oblékání a svlékání oděvu. Proto nebyly využity konkrétní normy, podle kterých se materiál testuje převážně destruktivně na malých vzorcích nebo cyklicky na malých vzorcích. Ani jedna z variant neodpovídá reálnému použití, které nepodléhá destrukci. Proto byly využity normy jako inspirace pro stanovení podmínek experimentů pro cyklické namáhání a cyklické namáhání průtlaku.

Z cyklického testování (experiment 1 a 2) vybraných pletenin bylo potvrzeno obecné chování a pletenin – tzn. nejvíce síly na prodloužení vykazoval směr sloupek, nejméně síly na prodloužení vykazoval směr řádku. Testování ve směru šikmo ukázalo, že síla na dané prodloužení je mírně větší, či nepatrně menší, než ve směru řádku v návaznosti na materiálovém složení vzorku. Takto by se měly pleteniny standardně chovat. Protože každý předpokládá, že směr řádek bude pružnější a bude zapotřebí méně síly k jeho deformaci. Následně byl potvrzen fakt, že se pleteniny zužují proti směru namáhání v různém poměru v závislosti na směru testu (experiment 3). Vlastnosti jednotlivých vzorků se lišily v závislosti na složení materiálu a vazbě. Bylo ověřeno, že složení materiálu ovlivňuje vratnou deformaci, rychlost vratné deformace a hodnoty použité síly k deformaci. Autorka považuje růžový vzorek za nejlépe se chovající po stránce deformace i jako nejlépe technologicky zpracovatelný materiál pro testování i následnou realizaci oděvu. Z materiálu číslo 1 – modrý by rozhodně nezhotovovala oděv, který by měl splňovat vyšší nároky na pružnost a padnutí. Nositel by mohl být z takového výrobku značně rozčarovaný, až zklamaný. Žlutá pletenina testovanými vlastnostmi odpovídá své vazbě a složení materiálu.

Dále bylo potvrzeno, že komprese materiálu, ač malá, v tomto případě zanedbatelná, je závislá na ploše testovaného vzorku. Tento fakt by se měl zohlednit při testování

kompresních oděvů určených pro trup. Byly použity dva vzorce pro výpočet komprese. Výpočty obou vzorců se shodovaly.

Testovány byly 3 šířky vzorků (5cm, 20cm, 32cm) stejné délky v experimentu 1. Pro tento typ měření by autorka doporučovala testování vzorku o šíři 20cm, jakožto nejvíce vypovídající vzorek ze všech zvolených šířek vzorků. Šíře 5cm se kvůli délce vzorku často nedala vůbec relevantně změřit, nebo naměřené hodnoty hraničily s vybočujícími daty. V návaznosti experimentů se též ze šíře vzorku 5cm nedala dobře určit deformace v ploše pomocí obrazové analýzy, protože vzorek se zúžil na hodnotu takřka jednoho elementu čtvercové sítě a vypovídající hodnota deformace v ploše byla v porovnání s většími vzorky nedostatečně prokazatelná. Výběr přístroje Labtest 2.05 pro měření byla jedna z vhodných variant, která má objektivní výsledky a měření je dobře opakovatelné ve stanovených podmínkách. Protože je testovaný vzorek v podobě smyčky o určité šíři a délce, výsledky se pak dají dobře aplikovat na tělesa v podobě válce (trup, paže). Tímto způsobem byly výsledky použity do konstrukce oděvů.

Při dalším měření pomocí polokoule (experiment 2), by autorka doporučila zlepšení instalace vzorku do přípravku a zlepšení instalace nahrávacího zařízení a osvětlení vzorku. Dále se dá polemizovat o zakreslených útvarech na vzorcích při tomto typu testování, zda by nebyla lépe prokazatelná deformace v ploše, kdyby na vzorku byla zakreslena pouze čtvercová síť bez kružnic.

Při obrazové analýze (experiment 3) byla prověřována změna rozměrů v ploše díky čtvercové síti zakreslené na vzorcích. Největší plošnou změnu vykazují kraje (při měření smyčky), které se při měření zužují (nejvíce deformovaná plocha elementů), dále se některé vzorky plošně změnily převážně v horní nebo dolní zóně vzorku, která byla pevně upnuta na čelistech přípravku. Byl vznesen předpoklad, že právě toto upnutí ovlivňuje zvýšené procento deformace v ploše v horní nebo dolní zóně. Výsledky zkoušky definují procentuální rozměrové změny po sloupku, řádku a šikmo. Deformace po směru sloupku zúží opačný směr (řádek) – při implementaci do konstrukce stříhů toto ovlivňuje tvar v průramkové oblasti a v pasové oblasti (šířkové konstrukční rozměry). Deformace ve směru řádku zúží opačný směr (sloupek) - při implementaci v konstrukci stříhů toto ovlivňuje délky stříhových dílů – např. rukávy, délka oděvu. Deformace ve směru šikmo (diagonálně) v konstrukci oděvu může předesílat přetáčení,

zešikmení a posun švů. Při měření polokoulí se vzorek nejvíce deformuje od středu ke krajům, v závislosti na hloubce ponoření přípravku. Zde je předpokládána největší deformace v šikmém směru. Tento typ testu lze využít pro testování seamlessových oděvů v hrudní oblasti (prsa).

Konstrukce v této práci byla provedena bez využití počítačových systémů a to klasickým způsobem použitím papírového stříhu a modelové manipulace. Konstrukce se řídila faktem, že je snadnější udělat z menší velikosti větší v obvodových rozměrech, než naopak. Po přeměření základní konstrukce pro pleteniny s roztažnosti do 30%, která měla plně postačovat, autorka uznala, že tato roztažnost nebude mít požadovaný efekt. Proto zvolila základní střih pro pleteniny s roztažnosti nad 50% a zvětšila obvodové míry na hrudní, pasové a sedové přímce. V této chvíli by autorka navrhovala větší rozdělení tříd pružnosti pro pleteniny, protože 3 kategorie (do 9,5%, 9,5-30%, nad 50%) nepostačují pro správnou a odpovídající aplikaci v konstrukci oděvů z pletenin. By bylo přínosem přidat od 30% roztažnosti výše skupiny odstupňované po 10% a vytvořit typový postup konstrukce pro danou skupinu roztažnosti.

Pro dokonalou konstrukci oděvu z daných materiálů by bylo příhodné zhotovit matematický model základního oděvu (viz. obr. 68), který by dokázal určit největší deformaci v ploše pod působením síly na tělo a tyto výsledky by se daly zohlednit v následné konstrukci oděvu.

Po experimentální fázi testování byla ušita dvě trika, které byla následně subjektivně testována nošením. Proband se cítil naprosto komfortně bez pocitů nepohody. Na základě subjektivního nošení bylo uznáno, že kdyby testované triko nebylo na trupu rozděleno členíci švy (případně bočními švy), pružnost trika by byla lépe využita. Členění by pak nenarušovalo plynulost řádků pletenin. Ovšem tím by se nezachovala myšlenka modelově atraktivního dámského trika. Zhotovený oděv je závislý na procentu materiálu použitém na oděvu. Triko, na kterém je větší procento plochy z růžové pleteniny (obsahuje 5% elastanu), se bude chovat k uživateli komfortněji i přes členící švy. Také je složením této konkrétní pleteniny zaručeno, že deformace po nošení bude menší, protože vratná deformace nastupuje téměř okamžitě.

Je naprosto stěžejní vědět, jak se plošná textilie chová. Jen tak lze zhotovit vhodné a kvalitní výrobky. Tímto autorka dospívá k názoru, že ke konstrukci a zhotovení oděvů z pletenin je třeba nejen znalosti mechanických vlastností materiálu ale i zkušeností a praxe v oboru konstrukcí oděvů.



**Pro vytvoření této diplomové práce byly využity programy:**

Microsoft Office Word

Microsoft Office Excel

Softwarové balíčky k přístrojům Labtest 2.05 a Testometric Model M350-5CT

Obrazová analýza v programu Nis-Elements

Grafické znázornění - Corel Draw

## Literatura

- [1] HES, Luboš: *Základy komfortu textilií*; Fakulta textilní, skriptum TUL, Liberec
- [2] *skripta.ft.tul.cz* [online]. 2015 [citace 2015-09-24]. Konstrukce oděvů; skripta k předmětu Dostupné z WWW: [https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list\\_pre.cgi?predmet=70&pro=](https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_pre.cgi?predmet=70&pro=)
- [3] *skripta.ft.tul.cz* [online]. 2015 [citace 2015-09-24]. Konstrukce oděvů; přednášky k předmětu Dostupné z WWW: [https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list\\_pre.cgi?predmet=70&pro=](https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_pre.cgi?predmet=70&pro=)
- [4] STOČKOVÁ, Hana: *Textilní zbožíznalství – pleteniny*; Fakulta textilní, Katedra hodnocení textilií, skriptum TUL, 2006, Liberec
- Dostupné z WWW: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2007-11-20/08-54-55.pdf>
- [5] KOVÁŘ, Radko: *Struktura a vlastnosti plošných textilií*; skriptum TUL, 2003, Liberec
- [6] FILATOV, Vladimír Nikolajevič: *Navrhování pružných textilních výrobků*; Nakladatelství technické literatury, 1984, Praha
- [7] *skolatextilu.cz* [online]. 2015 [citace 2015-03-23]. Polyamidová vlákna. Dostupné z WWW: <http://www.skolatextilu.cz/elearning/466/textilni-terminologie-zboziznalstvi/vlakna-prize-a-nite/Polyamidova-vlakna.html>
- [8] HÁJEK, E., REIF, P., VALENTA, F.: *Pružnost a pevnost I*. 1. vyd. Praha : SNTL/ALFA, 1988
- [9] ČSN 80 0071 Odběr a příprava vzorků ke zkouškám. Nitě.
- [10] OST 17-110-76 Hedvábné a polohedvábné tkaniny (elastické): Metody jejich zkoušení při protahování
- [11] Mechanicko-fyzikální chování textilií: Testování; přednáška z předmětu Úvod do mechaniky textilií Dostupné z WWW: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2015-09-25/15-04-25.pdf>
- [12] YU, W., FAN, J., HARLOCK, S. C., NG, S. P.: *Innovation and technology of women's intimate apparel*; Woodhead Publishing in Textiles, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, 2006
- LIM, N. Y., NG, S.P., YU, W., FAN, J.: *Pressure evaluation of body shapers – chapter 7*
- [13] KOVAČIČ, Vladimír. Textilní zkušebnictví. Díl 2. 1. vydání. Liberec: TU v Liberci, 2004
- [14] ISHIMARU, S., ISOGAI, Y., MATSUI, M., FRUICHI, K., NONOMURA, C., YOKOYAMA, A.: *Prediction method for clothing pressure distribution by the numerical approach: attention to deformation by the extension of knitted fabric*; Textile Research Journal 2011
- [15] SONG, Guowen: *Improving komfort in clothing*; Woodhead Publishing Series in Textiles, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, 2011
- WATKINS, P.: *Garment pattern design and comfort*; London College of Fashion, UK – chapter 10
- [16] ALDRICH, Winifred: *Fabric, form and flat pattern cutting*; Oxford: Blackwell, 2007
- [17] MILITKÝ, Jiří: *Textilní vlákna – klasická a speciální*; KTM, TUL, 2002, Liberec
- skripta.ft.tul.cz* [online] 2015 [citace 2015-10-12]. Dostupné z WWW: [http://www.kmi.tul.cz/studijni\\_materialy/data/2013-10-04/08-24-07.pdf](http://www.kmi.tul.cz/studijni_materialy/data/2013-10-04/08-24-07.pdf)
- [18] *centrum.tul.cz* [online] 2016 [citace 2016-03-12]. Dostupné z WWW: [http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/1Projektovani/1.1\\_zaverecne\\_zpravy/%5B1.1.15%5D.pdf](http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/1Projektovani/1.1_zaverecne_zpravy/%5B1.1.15%5D.pdf)
- [19] STRÍŽ, Bohuslav: *Mechanika textilií*; Vysokoškolské studijní materiály, TUL, 2002, Liberec

- [20] PILÍKOVÁ, Marie: *Problematika textilií pro výrobu prádla vybraných skupin pacientů a nehořlavého prádla pro rizikové profese*; přednáška 13.10.2014 - TUL Liberec
- [21] *Oficiální stránky firmy Lezing* [online] 2015 [2015-03-23]. Dostupné z WWW: <http://www.lenzing.com>
- [22] RICHARN, Keith: *Designing and Patternmaking for Stretch Fabrics*; International Academy of Design and Technology, Toronto, Ontario; Fairchild Books, Inc., 2008, New York,
- [23] *Biofyzika kardiovaskulárního systému*; Přednášky z lékařské biofyziky Biofyzikální ústav Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, Brno  
Dostupné WWW: <http://slideplayer.cz/slide/2328592/>
- [24] VOKURKA, Martin; HUGO, Jan; a kol.: *Velký lékařský slovník*; 5. vydání, nakladatelství odborné literatury MAXDORF, 2005, Praha
- [25] Medical Compression Hosiery – Duality Assurance RAL-GZ 387/1 – Editon January 2008
- [26] ALIŠAUSKIENÉ, D.; MIKUČIONIENÉ, D.: *Influence of the Rigid Element Area on the Compression Properties of Knitted Orthopaedic Supports, Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 20 (2012) 6A, 103 – 107, ISSN 1230 - 3666
- [27] D 4964 – 96 Standard Test Method for Tension and Elongation of Elastic Fabrics (Constant-Rate-of-Extension Type Tensile Trstiny Machina)
- [28] DU, Zhaoqun; HU, Hong: *A study of spherical compression properties of knitted spacer fabric, Part I: Theoretical analysis*; Textile Research Journal, 2012
- [29] DU, Zhaoqun; HU, Hong: *A study of spherical compression properties of knitted spacer fabric, Part II: Comparison with experiments*; Textile Research Journal, 2013
- [30] ČSN EN 12332-1 Textilie povrstvené pryží nebo plasty – Zjišťování pevnosti v protlaku Část 1: Metoda s ocelovou kuličkou
- [31] ČSN EN 14 704-1 Zjišťování pružnosti plošných textilií, Část 1: Metoda Strip
- [32] ŠPIČÁKOVÁ, Pavlína: *Technický projekt oděvního výrobku: Prádlo pro vybrané skupiny pacientů – revmatismu; Semestrální práce k předmětu POV\* T, TUL, Liberec 2015*

## Seznam obrázků

Obr. 1– Deformační křivka [13] .....	16
Obr. 2 – Způsoby deformace textilie [17].....	20
Obr. 3 - Laplaceův zákon – mechanické namáhání [23] .....	24
Obr. 4 – Struktura měkké manekýny [12] .....	27
Obr. 5 – Velikost vzorku a princip měření Quad load metody [15] .....	28
Obr. 6 – Návod na určení poměru pružnosti textilie [22].....	29
Obr. 7 – Průřez vlákna TENCEL® [21] .....	
Obr. 8 – Průřez vlákna bavlny [21].....	36
Obr. 9 – rs_4 .....	
Obr. 10 – rs_4 - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	39
Obr. 11 – Konečná deformace vzorků po relaxování [cm] – všechny vzorky .....	40
Obr. 12 – Průměrné zbytkové protažení $\Delta\epsilon$ [mm] – všechny vzorky .....	40
Obr. 13 - Průměrné protažení $\epsilon$ [mm] – všechny vzorky.....	41
Obr. 14 - Průměrné protažení E[%] – všechny vzorky .....	41
Obr. 15 - Průměrné protažení $F_x$ [N] – všechny vzorky .....	42
Obr. 16 – Průměrná síla v bodě dosažení vrcholu 1.cyklu $F_x$ v $\Delta l$ [N] – všechny vzorky .....	42
Obr. 17 – Průměrná maximální síla $F_{max}$ [N] – všechny vzorky .....	42
Obr. 18 – Vypočtený průměrný tlak $P_{Fx}$ [kPa] z celkového měření jednotlivých vzorků šíře 5cm, 20cm a 32cm – modrý (* u vzorku $m_{\check{r}}$ šíře 5cm a $m_{\check{r}}$ šíře 32cm statistika počítána ze dvou referenčních vzorků).....	45
Obr. 19 – Vypočtený průměrný tlak $P_{Fx}$ [kPa] z celkového měření jednotlivých vzorků šíře 5cm, 20cm a 32cm – růžový .....	45
Obr. 20 – Vypočtený průměrný tlak $P_{Fx}$ [kPa] z celkového měření jednotlivých vzorků šíře 5cm, 20cm a 32cm –žlutý .....	46
Obr. 21 - Přístroj Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem ve tvaru polokoule .....	47
Obr. 22 - před namáháním, .....	
Obr. 23 - maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu), .....	
Obr. 24 – Porovnání grafického záznamu .....	48
Obr. 25 - před namáháním, .....	
Obr. 26 - maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu), .....	
Obr. 27 – Porovnání grafického záznamu .....	48
Obr. 28 - před namáháním, .....	
Obr. 29 - maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu), .....	
Obr. 30 – Porovnání grafického záznamu .....	49
Obr. 31 – průměrná elasticita E[%] – všechny vzorky .....	49
Obr. 32 – průměrné zbytkové protažení $\Delta\epsilon$ [mm] – všechny vzorky .....	50
Obr. 33 – průměrná síla celkového měření $F_x$ [N] (porovnání s průměrnou hodnotou vzorků šikmo šíře 5cm z experimentu 1).....	50
Obr. 34 – průměrná síla v bodě dosažení vrcholu 1. cyklu $F_x$ v $\Delta l$ [N] – všechny vzorky (porovnání s průměrnou hodnotou vzorků šikmo šíře 5cm z experimentu 1).....	50
Obr. 35 – průměrná maximální síla z celkového měření $F_{max}$ [N] – všechny vzorky (porovnání s průměrnou hodnotou vzorků šikmo šíře 5cm z experimentu 1).....	51
Obr. 36 – zúžení vzorků [%] šíře 5cm, 20cm, 32cm – obrazová analýza .....	52
Obr. 37 - ms_1; .....	
Obr. 38 – rs_1; .....	

Obr. 39 – žs_1;	.....	
Obr. 40 – ms_4;	.....	
Obr. 41 – rs_4;	.....	
Obr. 42 – žs_4;	.....	53
Obr. 43 – ms_7;	.....	
Obr. 44 – rs_7;	.....	
Obr. 45 - žs_7	.....	53
Obr. 46 – mř_1;	.....	
Obr. 47 – rř_2;	.....	
Obr. 48 – žř_1;	.....	
Obr. 49 - mř_4;	.....	
Obr. 50 – rř_4;	.....	
Obr. 51 – žř_4;	.....	
Obr. 52 - mř_7;	.....	
Obr. 53 – rř_7;	.....	
Obr. 54 – žř_7	.....	54
Obr. 55 – mš_1;	.....	
Obr. 56 - mš_4;	.....	
Obr. 57 – mš_7;	.....	
Obr. 58 - rš_1;	.....	
Obr. 59 – rš_4;	.....	
Obr. 60 - rš_7;	.....	
Obr. 61 - žš_1;	.....	
Obr. 62 – žš_4;	.....	
Obr. 63 - žš_7	.....	55
Obr. 64 – Vzorek žlutý	.....	
Obr. 65 – Vzorek růžový	.....	
Obr. 66 – Vzorek modrý	.....	56
Obr. 68 – Ukázka tlaku oděvu na tělo [14]	.....	58

## Seznam příloh

Příloha 1: EXPERIMENT 1 - Testování vzorků – Labtest 2.05

Příloha 2: Experiment 1 – Tlak

Příloha 3: EXPERIMENT 2 - Testování vzorků – Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem

Příloha 4: STATISTICKÁ DATA – POLOKOULE

Příloha 5: Obrazová analýza

Příloha 6: Aplikace poznatků z experimentů do konstrukce oděvu

Příloha 7: NAMĚŘENÁ DATA – TRHAČKA

Příloha 8: STATISTICKÁ DATA – TRHAČKA

Příloha 9: Karta testovaných materiálů

# PŘÍLOHY

## Příloha 10: EXPERIMENT 1 - Testování vzorků – Labtest 2.05

Tab. 1 - Seznam velikosti vzorků pro experiment 1

vzorek	šířka [cm]	označení vzorku	šířka [cm]	označení vzorku	šířka [cm]	označení vzorku	počet kusů	délka [cm]	počet cyklů	T1 [s]	T2 [s]	V Δl [mm/min]	εp [mm]
ms	5	1,2,3	20	4,5,6	32	7,8,9	3	75,05	3	15	15	100	100
mř	5	1,2,3	20	4,5,6	32	7,8,9	3	75,05	3	15	15	100	100
rř	5	1,2,3	20	4,5,6	32	7,8,9	3	75,05	3	15	15	100	100
rs	5	1,2,3	20	4,5,6	32	7,8,9	3	75,05	3	15	15	100	100
rř	5	1,2,3	20	4,5,6	32	7,8,9	3	75,05	3	15	15	100	100
rř	5	1,2,3	20	4,5,6	32	7,8,9	3	75,05	3	15	15	100	100
žs	5	1,2,3	20	4,5,6	32	7,8,9	3	75,05	3	15	15	100	100
žř	5	1,2,3	20	4,5,6	32	7,8,9	3	75,05	3	15	15	100	100
žš	5	1,2,3	20	4,5,6	32	7,8,9	3	75,05	3	15	15	100	100

T1 [s] čas relaxace vzorku po natažení

T2 [s] čas relaxace vzorku před natažením

V Δl [mm/min] rychlost protahování

εp [mm] prodloužení vzorku

Tab. 2 – Deformace vzorku před měřením a po měření – modrý

vzorek	1/2Pv [cm]	1/2Dpm[cm]	Dzm[cm]	1/2Rv[cm]	1/2Dpm-1/2Rv [cm]	1/2Pv-1/2Rv [cm]
ms_1	37,5	38,5	0,58	37,1	0,98	0,4
ms_2	37,5	38,1	0,61	36,9	1,21	0,6
ms_3	37,5	38	0,6	37	1,1	0,5
ms_4	37,5	38,5	0,48	36,7	1,28	0,8
ms_5	37,5	38,5	0,54	36,9	1,14	0,6
ms_6	37,5	38	0,55	36,2	1,85	1,3
ms_7	37,5	38,5	0,48	36,4	1,85	1,1
ms_8	37,5	38,1	0,51	37,2	0,81	0,3
ms_9	37,5	39	0,52	37,9	0,12	-0,4
mř_1	37,5	38,5	0,54	37,6	0,44	-0,1
mř_2	37,5	38	0,62	36,7	1,42	0,8
mř_3	37,5	38,1	0,55	37	1,05	0,5
mř_4	37,5	38,5	0,63	36,7	1,33	0,8
mř_5	37,5	38,5	0,51	37,5	0,51	0
mř_6	37,5	37,5	0,52	37,3	0,72	0,2
mř_7	37,5	38,5	0,47	36,2	1,77	1,3
mř_8	37,5	37,9	0,48	36,4	1,58	1,1
mř_9	37,5					
mš_1	37,5	38,7	0,24	38,5	-0,26	-1
mš_2	37,5	39	0,38	38,5	0,62	-1
mš_3	37,5	39,5	0,34	39,1	1,26	-1,6
mš_4	37,5	38,7	0,42	38,2	-0,28	-0,7
mš_5	37,5	38,9	0,5	38,2	0,2	-0,7
mš_6	37,5	38,7	0,46	38,2	0,24	-0,7
mš_7	37,5	38	0,46	37,2	0,76	0,3
mš_8	37,5	38,3	0,5	38	0	-0,5
mš_9	37,5	38,2	0,44	37,5	0,44	0

1/2Pv [cm] polovina původní velikosti vzorku [cm]

1/2Dpm[cm] polovina vzorku s deformací po měření [cm]

Dzm[cm] naměřená deformace z měření celého vzorku [cm]

1/2Rv[cm] polovina - zrelaxovaný vzorek [cm]

1/2Dpm-1/2Rv [cm] rozdíl okamžité deformace po měření a zrelaxovaného vzorku [cm]

1/2Pv-1/2Rv [cm] rozdíl původní velikosti vzorku před měřením a zrelaxovaného vzorku [cm]

**Tab. 3 – Deformace vzorku před měřením a po měření - růžový**

vzorek	1/2Pv [cm]	1/2Dpm[cm]	Dzm[cm]	1/2Rv[cm]	1/2Dpm-1/2Rv [cm]	1/2Pv-1/2Rv [cm]
rs_1	37,5	37,5	0,26	37,5	0,26	0
rs_2	37,5	37,6	0,27	37,3	0,47	0,2
rs_3	37,5	37,6	0,28	37,5	0,28	0
rs_4	37,5	37,5	0,22	37,5	0,22	0
rs_5	37,5	38	0,21	37,4	0,31	0,1
rs_6	37,5	38	0,19	37,4	0,29	0,1
rs_7	37,5	37,8	0,21	37,6	0,11	-0,1
rs_8	37,5	37,7	0,17	37,5	0,17	0
rs_9	37,5	37,6	0,19	37,5	0,19	0
rř_1	37,5	37,5	0,42	37,6	0,32	-0,1
rř_2	37,5	37,8	0,48	37,4	0,58	0,1
rř_3	37,5	37,8	0,47	37,3	0,67	0,2
rř_4	37,5	38	0,3	37,4	0,4	0,1
rř_5	37,5	38	0,3	37,4	0,4	0,1
rř_6	37,5	38	0,3	37,6	0,2	-0,1
rř_7	37,5	37,5	0,27	37,7	0,07	-0,2
rř_8	37,5	37,8	0,22	37,5	0,22	0
rř_9	37,5	37,7	0,26	37,6	0,16	-0,1
rš_1	37,5	38,3	0,31	38	-0,19	-0,5
rš_2	37,5	38,2	0,35	38,1	0,25	-0,6
rš_3	37,5	38,2	0,34	38	0,16	-0,5
rš_4	37,5	38,1	0,27	38	-0,23	-0,5
rš_5	37,5	38	0,21	37,6	0,11	-0,1
rš_6	37,5	38	0,23	38	0,27	-0,5
rš_7	37,5	37,7	0,21	37,7	0,01	-0,2
rš_8	37,5	38	0,22	38	0,28	-0,5
rš_9	37,5	37,8	0,2	37,8	0,1	-0,3

1/2Pv [cm] polovina původní velikosti vzorku [cm]

1/2Dpm[cm] polovina vzorku s deformací po měření [cm]

Dzm[cm] naměřená deformace z měření celého vzorku [cm]

1/2Rv[cm] polovina - zrelaxovaný vzorek [cm]

1/2Dpm-1/2Rv [cm] rozdíl okamžité deformace po měření a zrelaxovaného vzorku [cm]

1/2Pv-1/2Rv [cm] rozdíl původní velikosti vzorku před měřením a zrelaxovaného vzorku [cm]

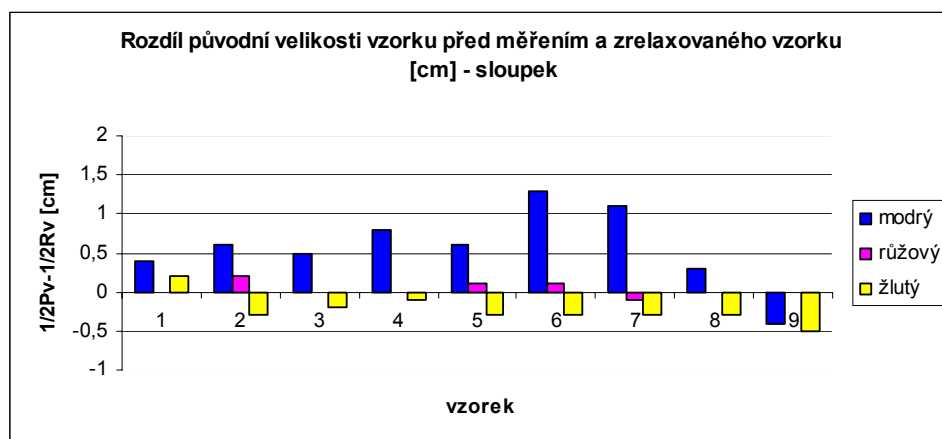
**Tab. 4 – Deformace vzorku před měřením a po měření - žlutý**

vzorek	1/2Pv [cm]	1/2Dpm[cm]	Dzm[cm]	1/2Rv[cm]	1/2Dpm-1/2Rv [cm]	1/2Pv-1/2Rv [cm]
žs_1	37,5	37,05	0,53	37,3	0,73	0,2
žs_2	37,5	38,1	0,51	37,8	0,21	-0,3
žs_3	37,5	38,5	0,29	37,7	0,09	-0,2
žs_4	37,5	38,9	0,43	37,6	0,33	-0,1
žs_5	37,5	38	0,35	37,8	0,05	-0,3
žs_6	37,5	38	0,4	37,8	0,1	-0,3
žs_7	37,5	38,5	0,4	37,8	0,1	-0,3
žs_8	37,5	38,6	0,38	37,8	0,08	-0,3
žs_9	37,5	38,3	0,36	38	0,14	-0,5
žř_1	37,5	37,5	0,52	37,5	0,52	0
žř_2	37,5	37,8	0,53	37,5	0,53	0

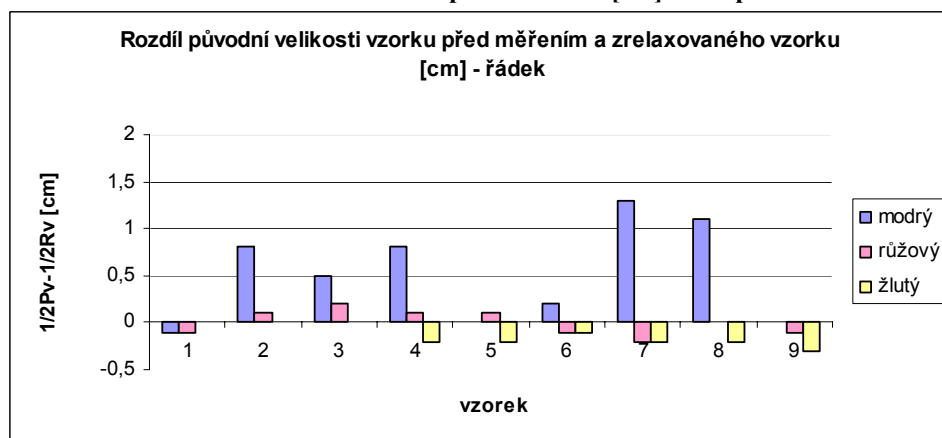


žř_3	37,5	38	0,55	37,5	0,55	0
žř_4	37,5	38	0,44	37,7	0,22	-0,2
žř_5	37,5	38	0,42	37,7	0,22	-0,2
žř_6	37,5	37,9	0,42	37,6	0,32	-0,1
žř_7	37,5	38	0,32	37,7	0,12	-0,2
žř_8	37,5	38,1	0,39	37,7	0,19	-0,2
žř_9	37,5	38,2	0,37	37,8	0,07	-0,3
žš_1	37,5	38,4	0,49	38	-0,01	-0,5
žš_2	37,5	39	0,57	38	0,07	-0,5
žš_3	37,5	38,7	0,52	38	0,02	-0,5
žš_4	37,5	38,5	0,45	37,8	0,15	-0,3
žš_5	37,5	38,7	0,42	38	0,08	-0,5
žš_6	37,5	38,6	0,43	38,1	0,17	-0,6
žš_7	37,5	38,3	0,39	38	-0,11	-0,5
žš_8	37,5	38,5	0,36	38,1	0,24	-0,6
žš_9	37,5	38,5	0,36	38,2	0,34	-0,7

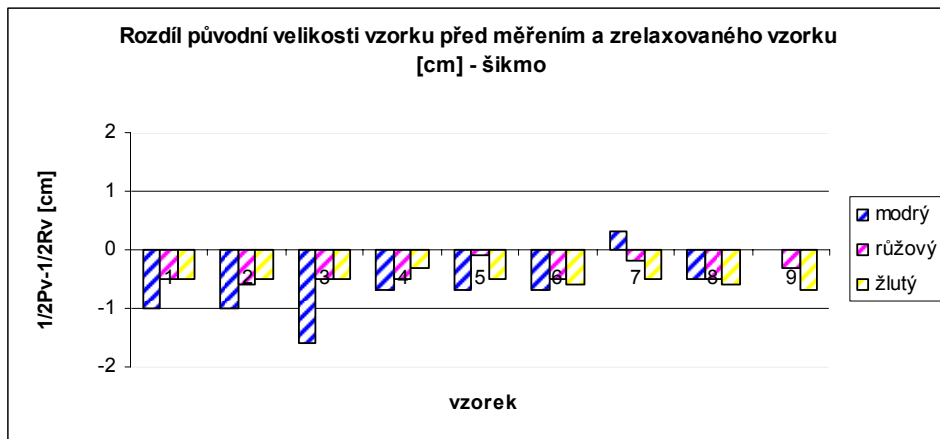
1/2Pv [cm]	polovina původní velikosti vzorku [cm]
1/2Dpm[cm]	polovina vzorku s deformací po měření [cm]
Dzm[cm]	naměřená deformace z měření celého vzorku [cm]
1/2Rv[cm]	polovina - zrelaxovaný vzorek [cm]
1/2Dpm-1/2Rv [cm]	rozdíl okamžité deformace po měření a zrelaxovaného vzorku [cm]
1/2Pv-1/2Rv [cm]	rozdíl původní velikosti vzorku před měřením a zrelaxovaného vzorku [cm]



Obr. 69 – Konečná deformace vzorků po relaxování [cm] – sloupek

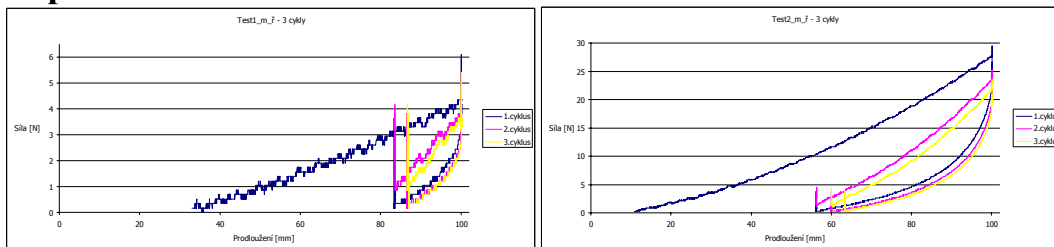


Obr. 70 – Konečná deformace vzorků po relaxování [cm] – řádek



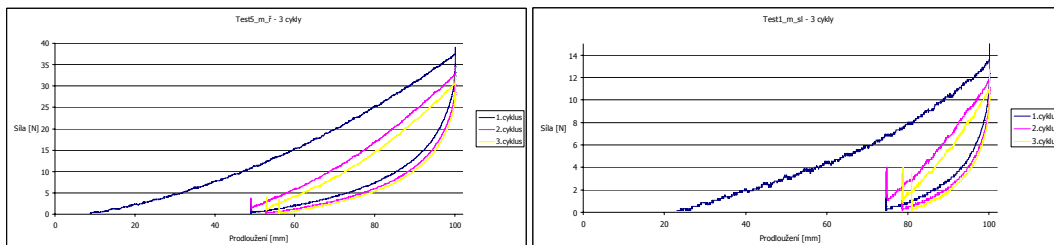
Obr. 71 – Konečná deformace vzorků po relaxování [cm] – šikmo

## Výstupní deformační křivky z měření základního souboru vzorků – Experiment 1



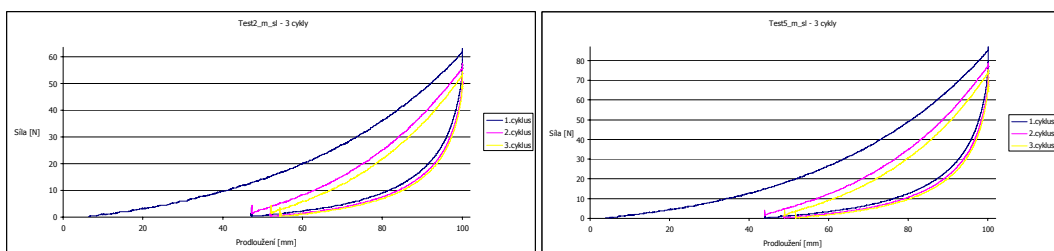
Obr. 72 – mř\_1 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení

Obr. 73 – mř\_4 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



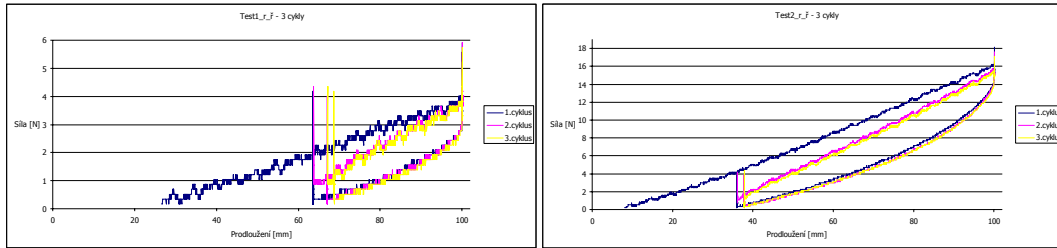
Obr. 74 - mř\_7 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení

Obr. 75 – ms\_1 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení

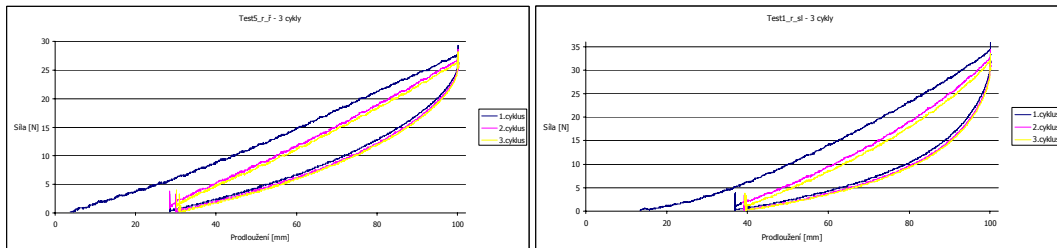


Obr. 76 – ms\_4 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení

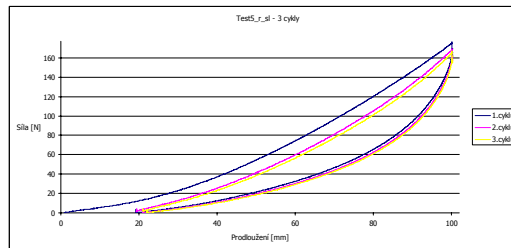
Obr. 77 – ms\_7 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



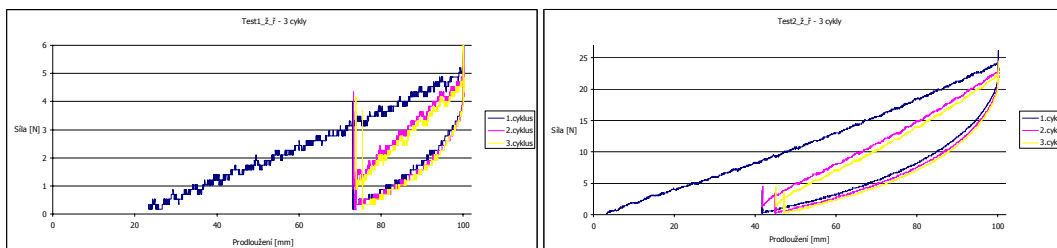
Obr. 78 – rř\_1 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení  
 Obr. 79 – rř\_4 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



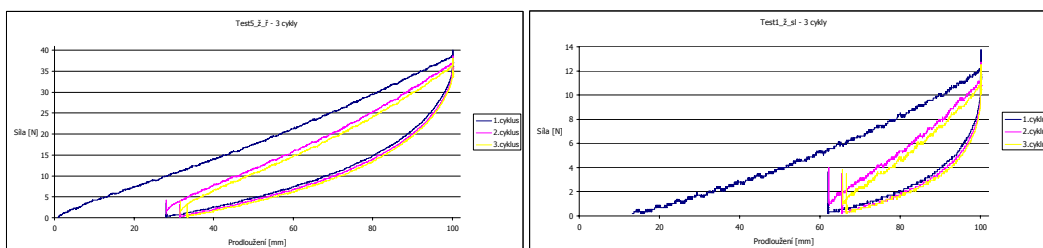
Obr. 80– rř\_7- osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení  
 Obr. 81– rs\_1 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



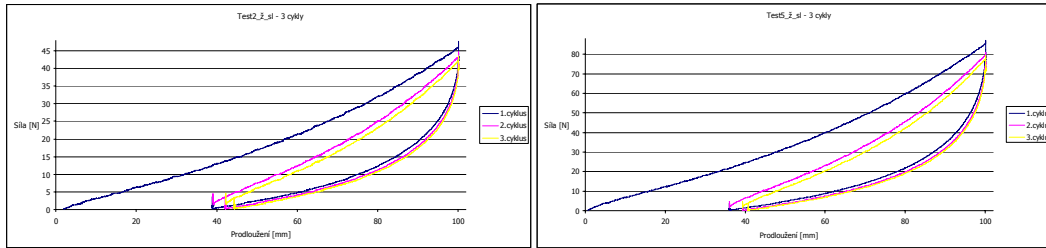
Obr. 82– rs\_7- osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



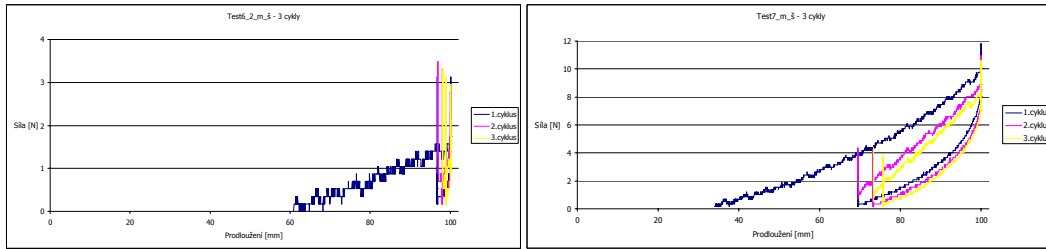
Obr. 83 – žř\_1 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení  
 Obr. 84 – žř\_4 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



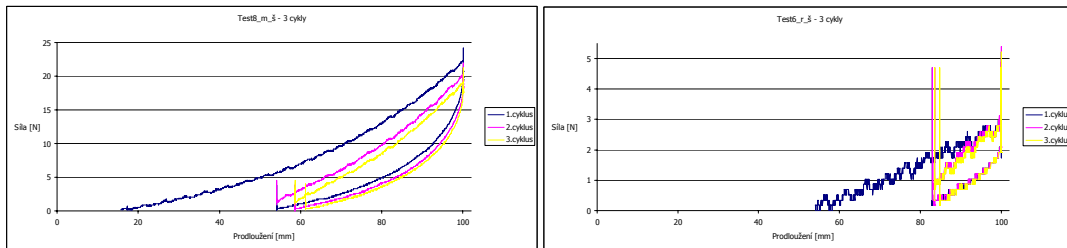
Obr. 85 – žř\_7 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení  
 Obr. 86 – žs\_1 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



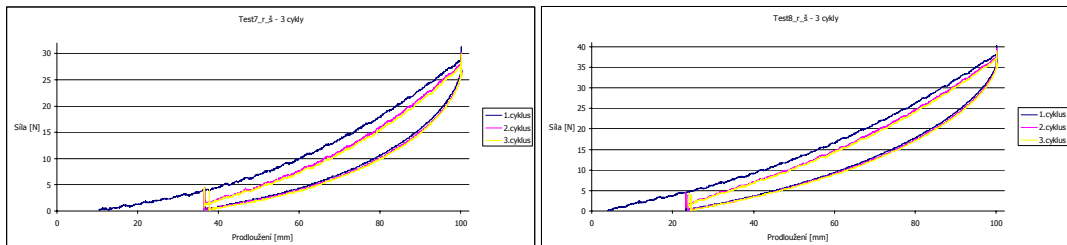
Obr. 87 – žs\_4 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení  
 Obr. 88 – žs\_7 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



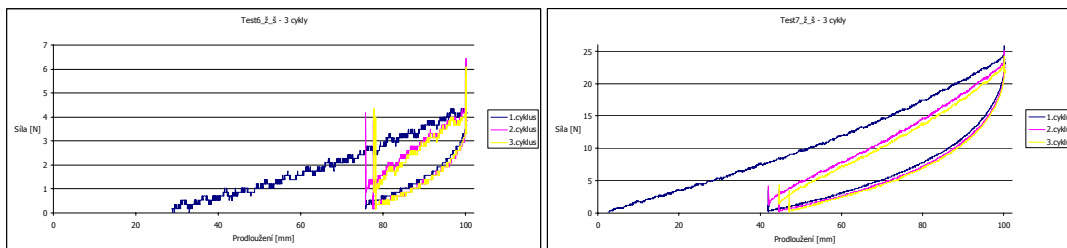
Obr. 89 – mš\_2 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení  
 Obr. 90 – mš\_4 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



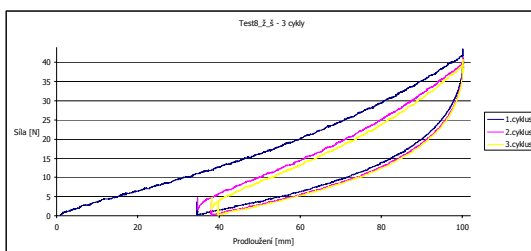
Obr. 91 – mš\_7 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení  
 Obr. 92 – rš\_1 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



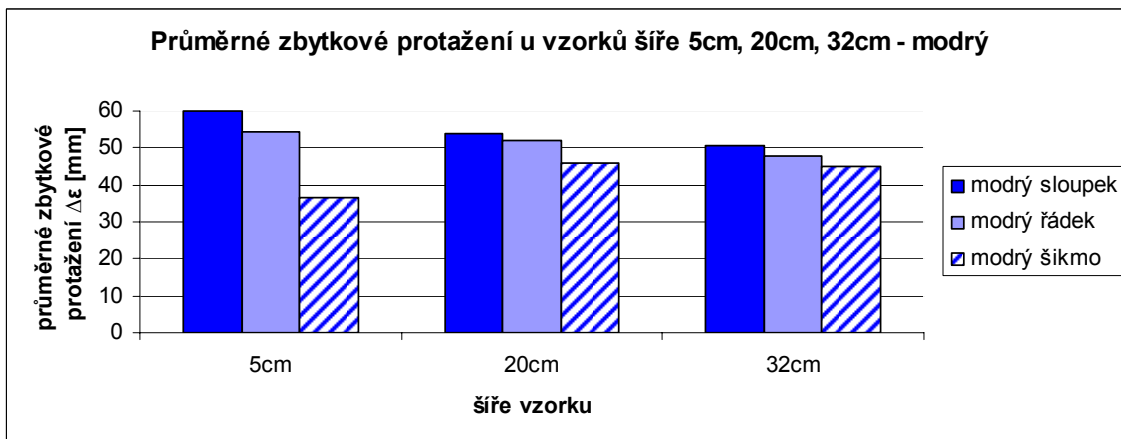
Obr. 93 – rš\_4 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení  
 Obr. 94 – rš\_7 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



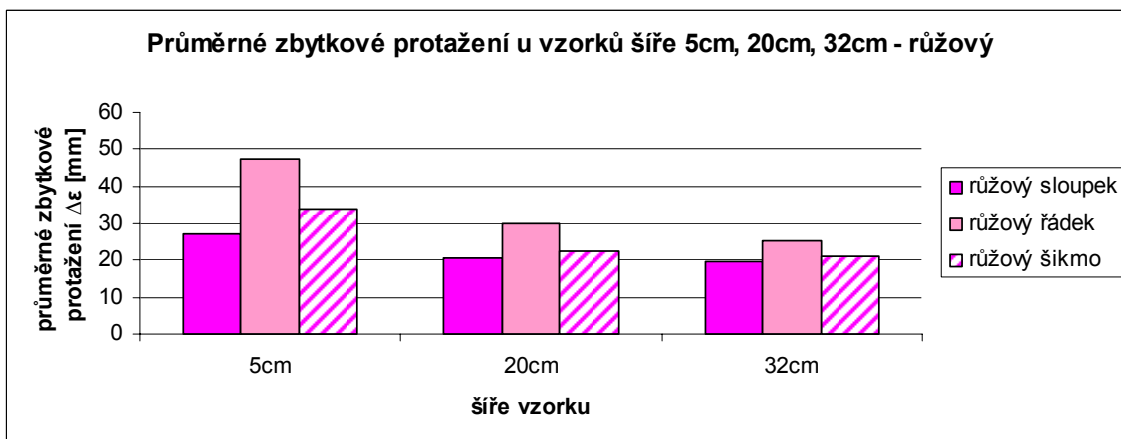
Obr. 95 – žš\_1 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení  
 Obr. 96 – žš\_4 - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



Obr. 97 – žš\_7 - osa x – prodloužení  $\epsilon$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



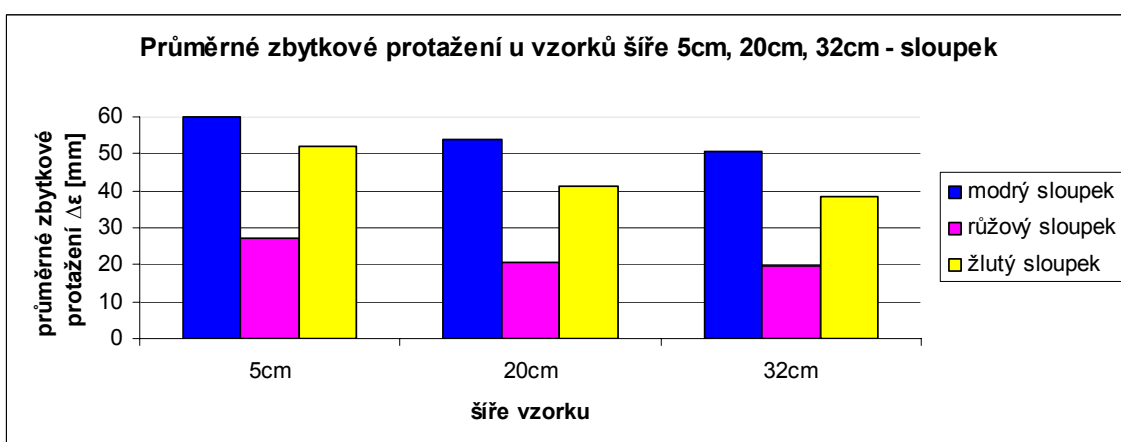
Obr. 98 - Průměrné zbytkové protažení  $\Delta\epsilon$  [mm] (0 – konec 3. cyklu)– modrý



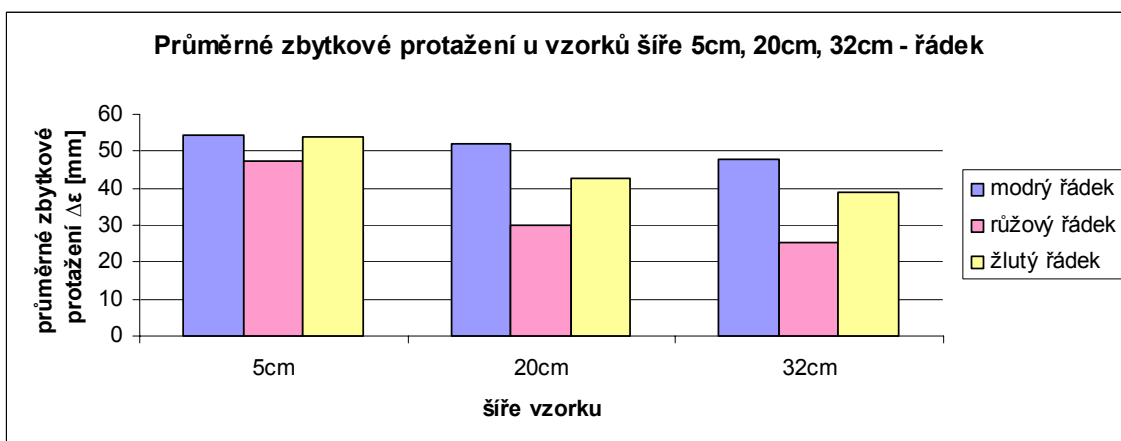
Obr. 99- Průměrné zbytkové protažení  $\Delta\epsilon$  [mm] (0 – konec 3. cyklu)– růžový



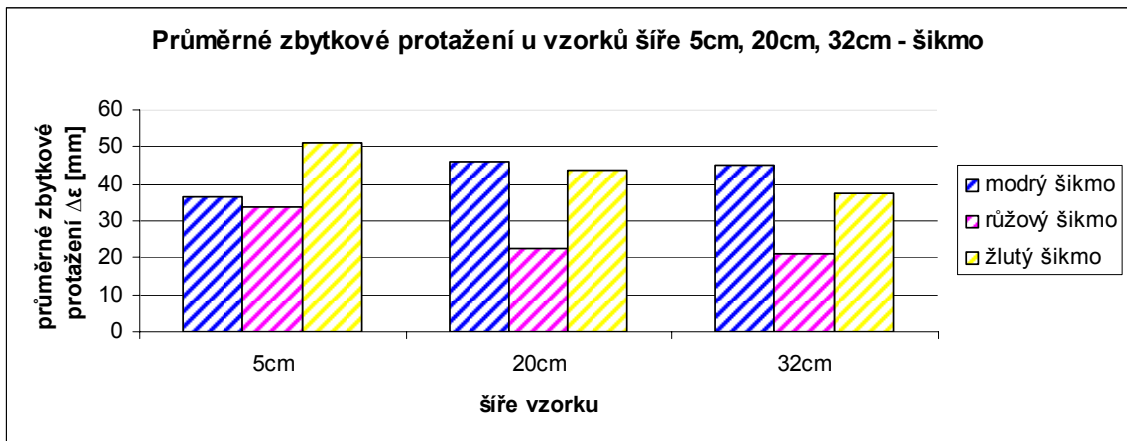
Obr. 100 - Průměrné zbytkové protažení  $\Delta\varepsilon$  [mm] (0 - konec 3. cyklu)– žlutý



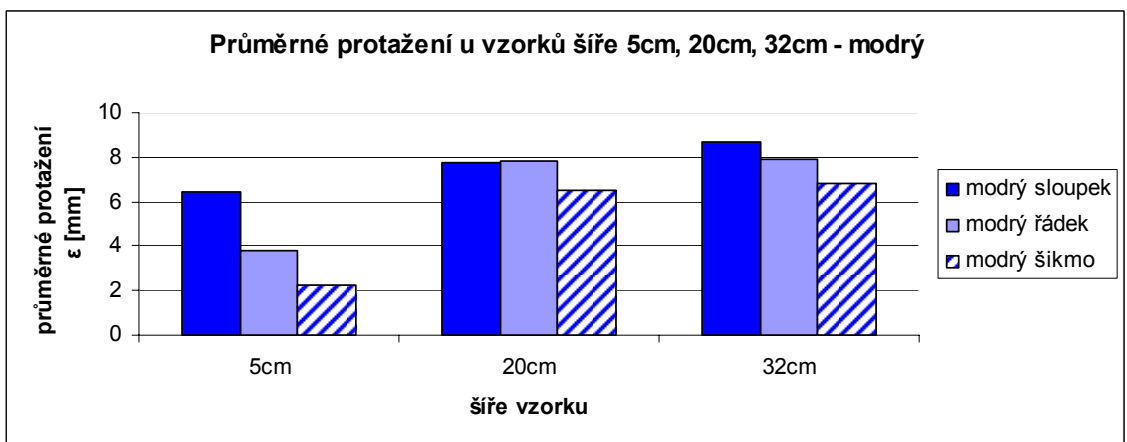
Obr. 101 - Průměrné zbytkové protažení  $\Delta\varepsilon$  [mm] (0 – konec 3. cyklu) – sloupek



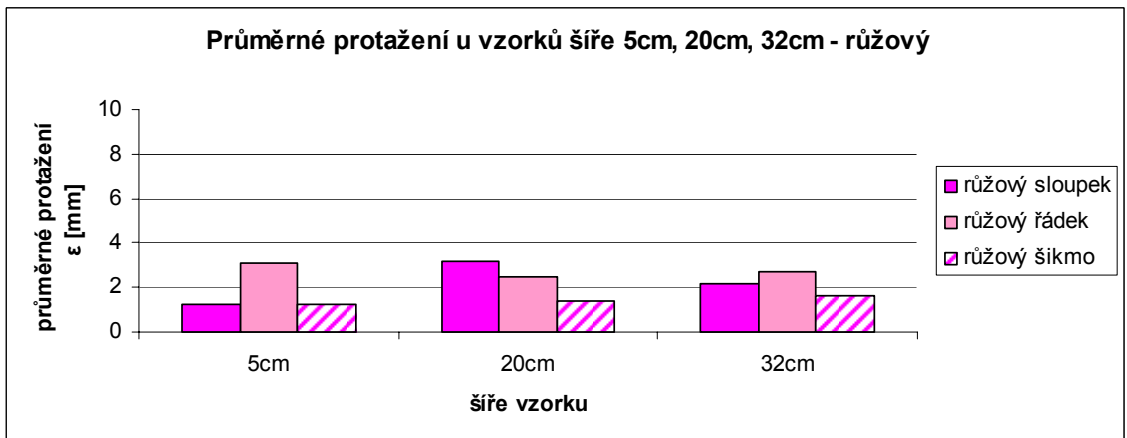
Obr. 102 - Průměrné zbytkové protažení  $\Delta\varepsilon$  [mm] (0 – konec 3. cyklu)– řádek



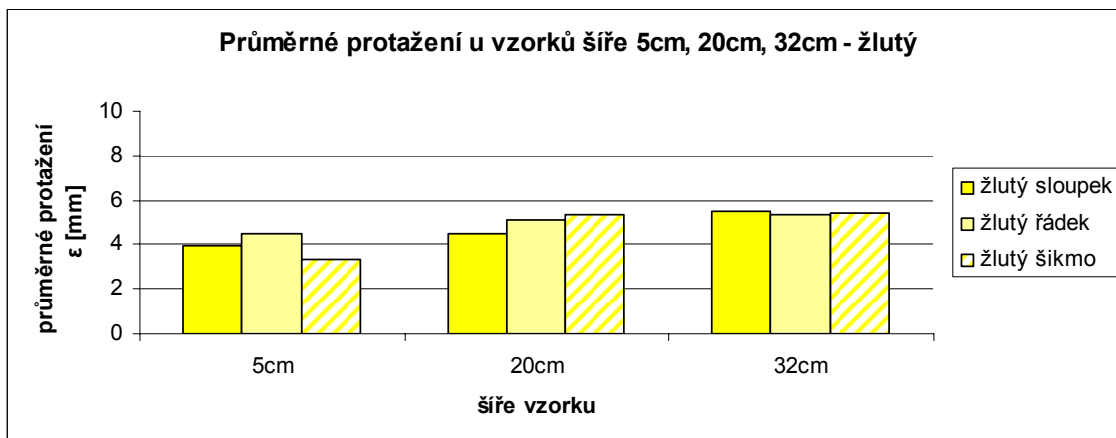
Obr. 103 Průměrné zbytkové protažení  $\Delta\varepsilon$  [mm] (0 - konec 3. cyklu) – šikmo



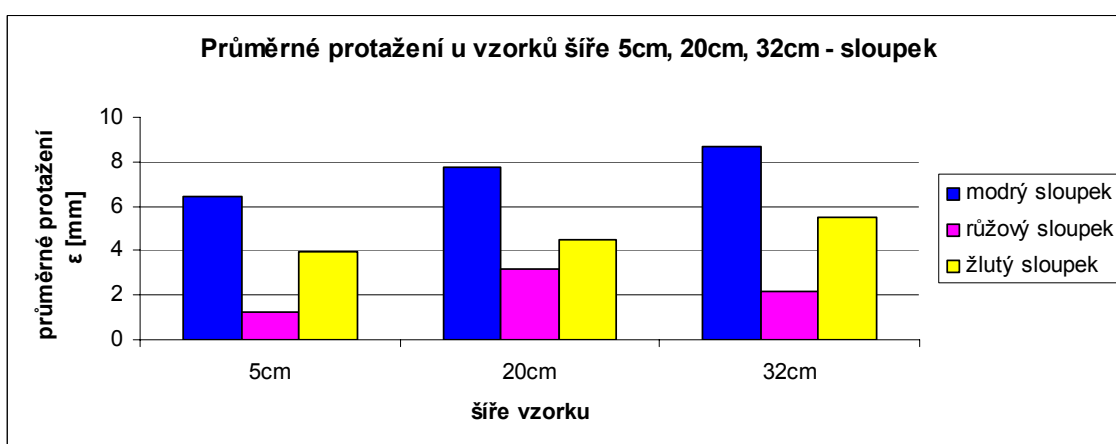
Obr. 104 - Průměrné protažení  $\varepsilon$  [mm] (1. - 3. cyklus) – modrý



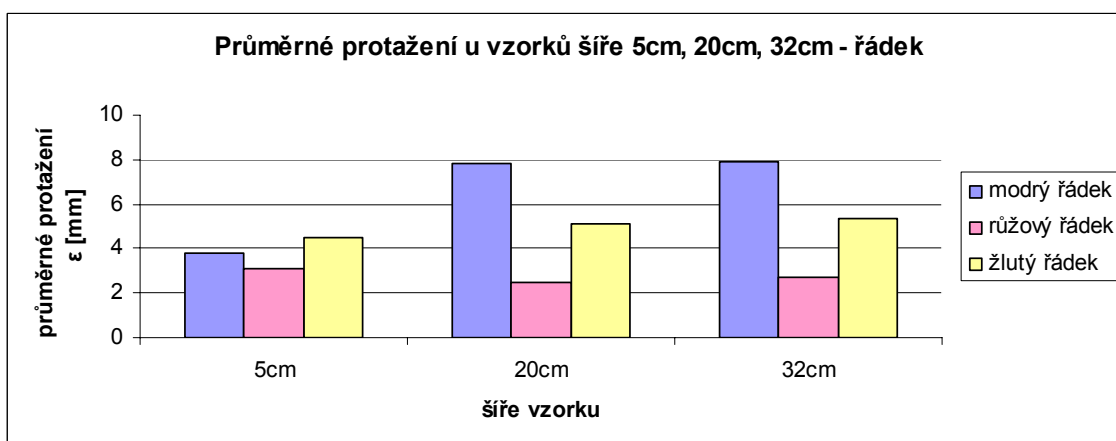
Obr. 105 - Průměrné protažení  $\varepsilon$  [mm] (1. - 3. cyklus) – růžový



Obr. 106 - Průměrné protažení  $\epsilon$  [mm] (1. - 3. cyklus) – žlutý

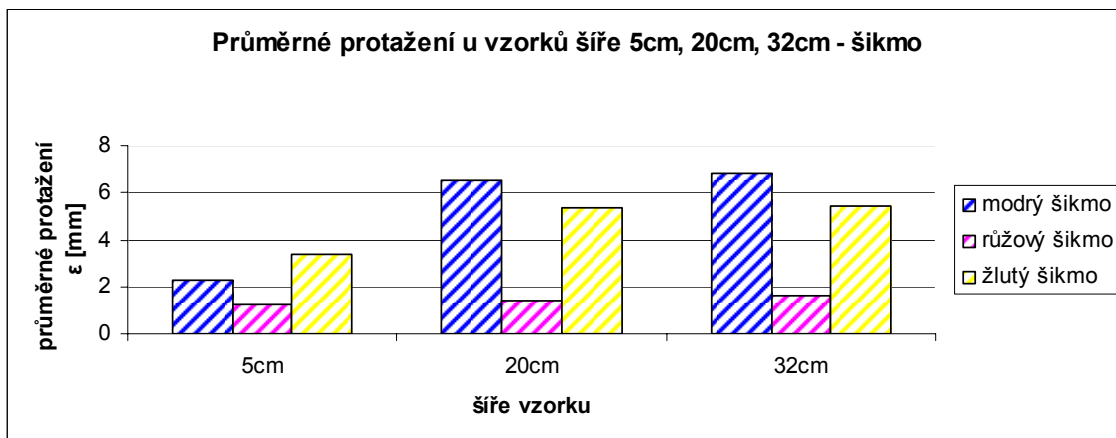


Obr. 107 - Průměrné protažení  $\epsilon$  [mm] (1. - 3. cyklus) – sloupek

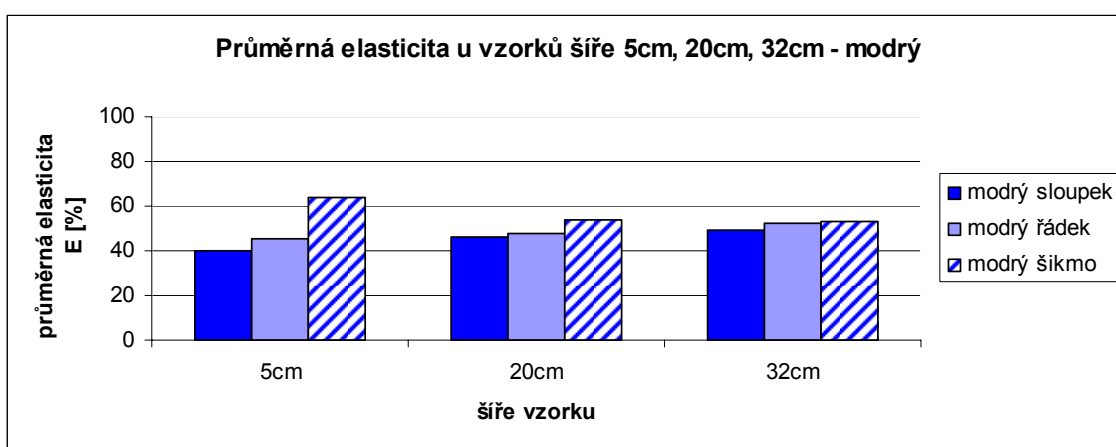


Obr. 108 - Průměrné protažení  $\epsilon$  [mm] (1. - 3. cyklus) – řádek

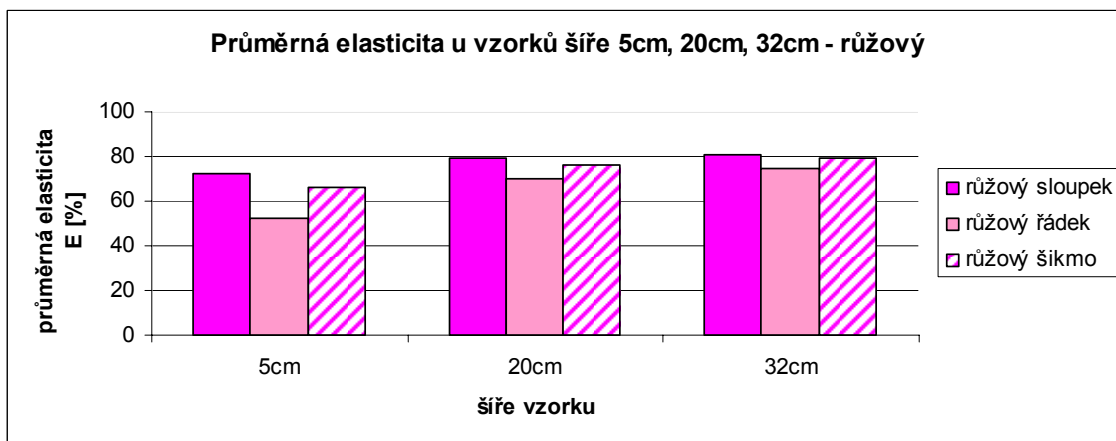




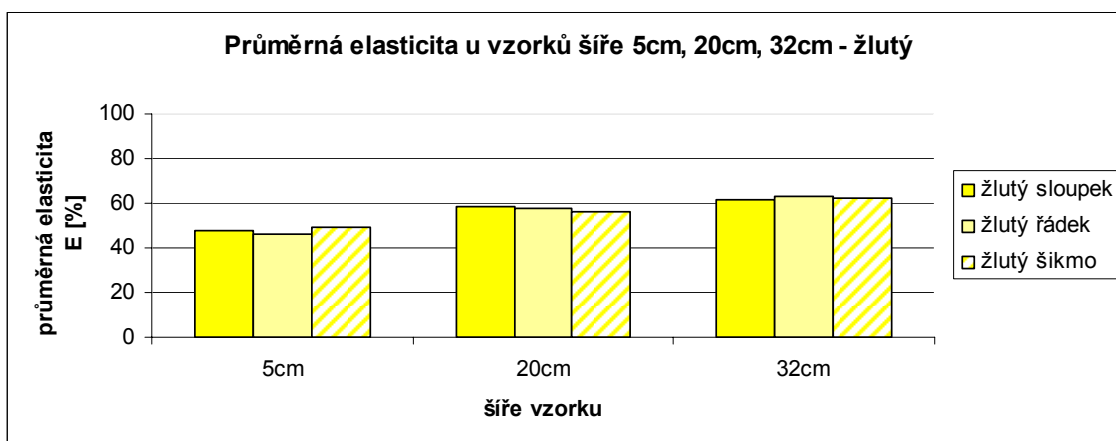
Obr. 109 - Průměrné protažení  $\epsilon$  [mm] (1. - 3. cyklus) – šikmo



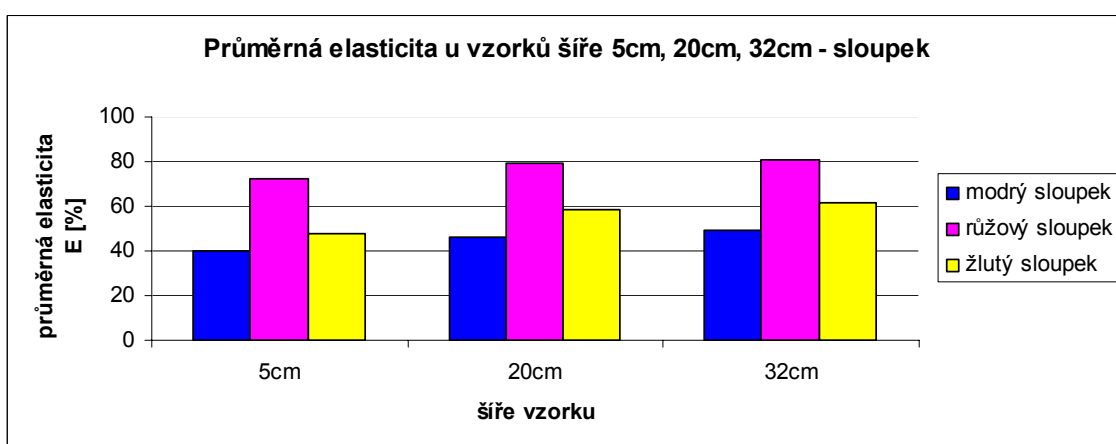
Obr. 110 – Průměrná elasticita E [%] - modrý



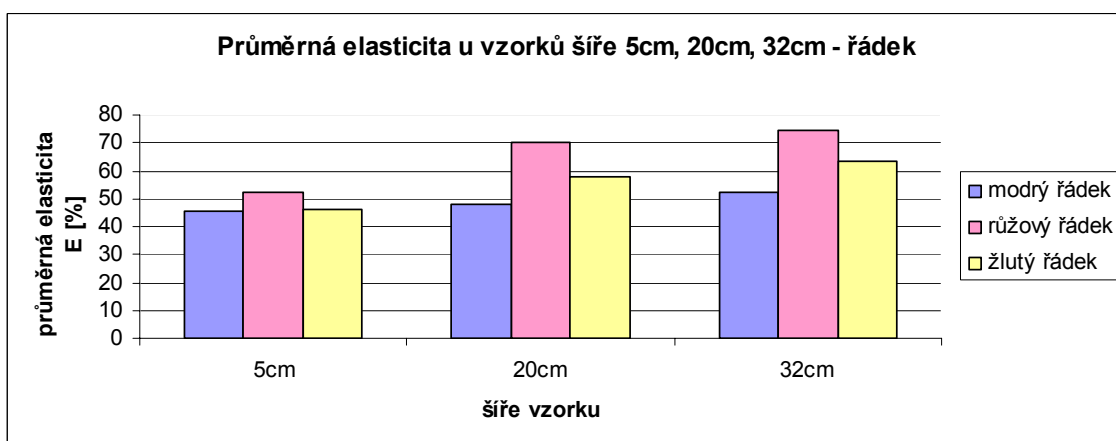
Obr. 111 – Průměrná elasticita E [%] – růžový



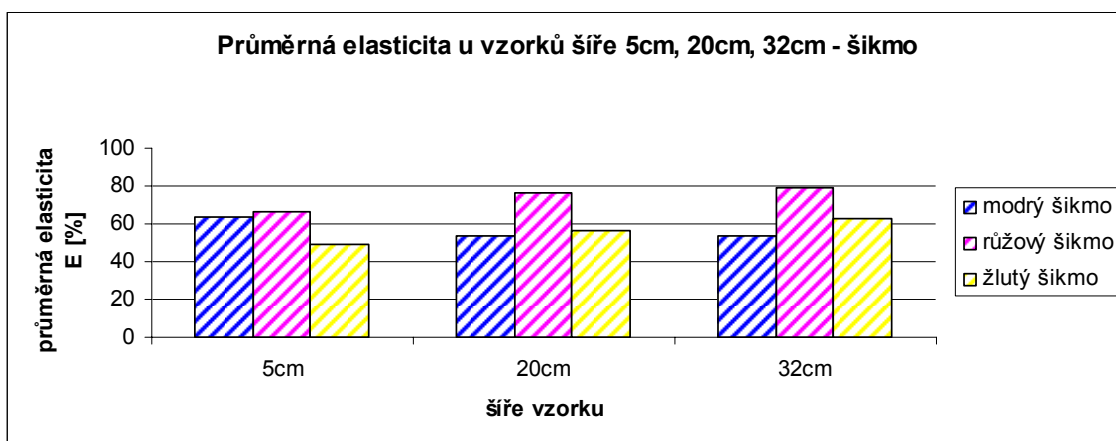
Obr. 112 – Průměrná elasticita E [%] - žlutý



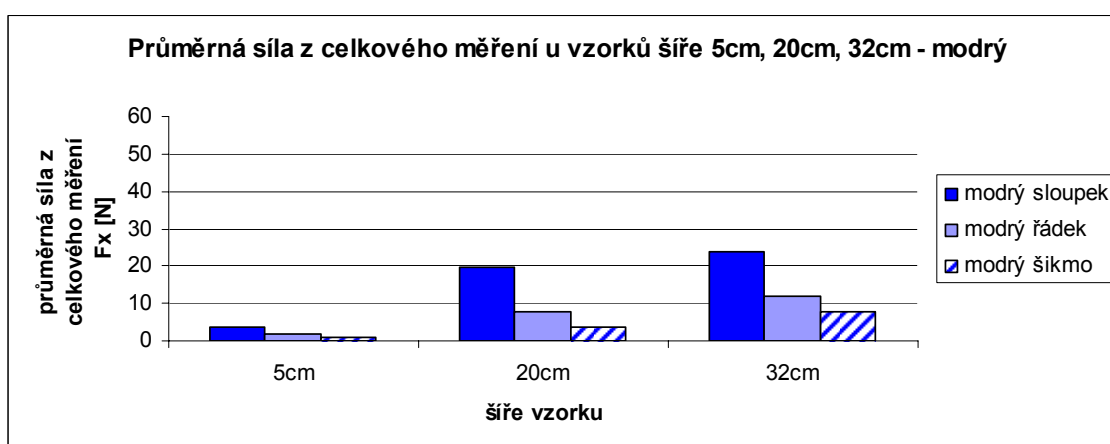
Obr. 113 – Průměrná elasticita E [%] - sloupek



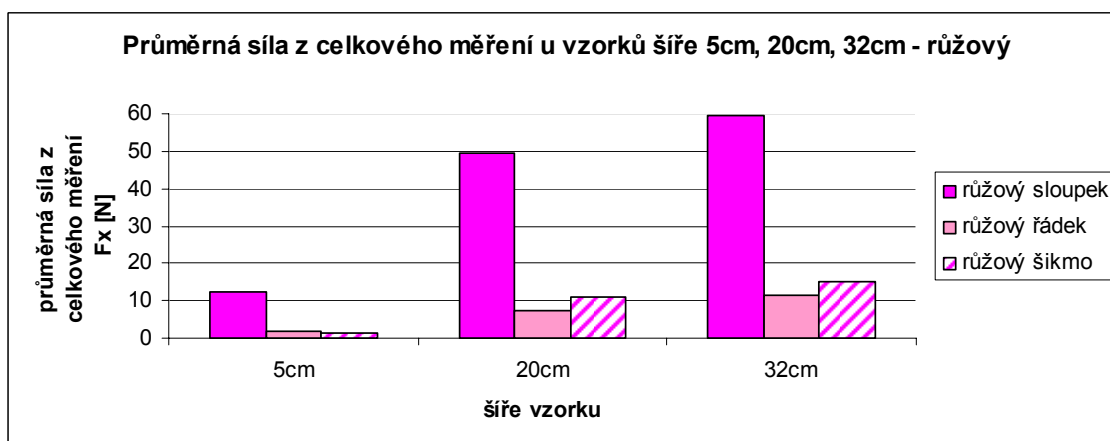
Obr. 114 – Průměrná elasticita E [%] - řádek



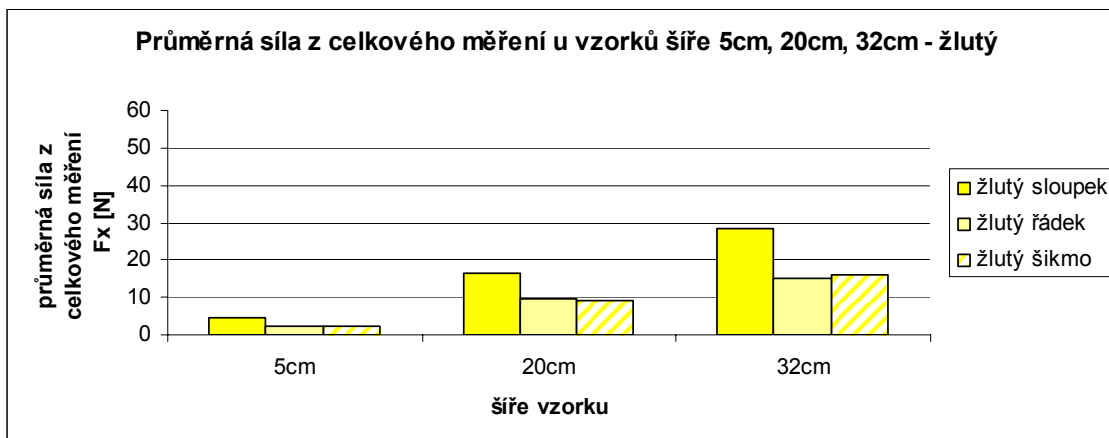
Obr. 115 – Průměrná elasticita E [%] - šikmo



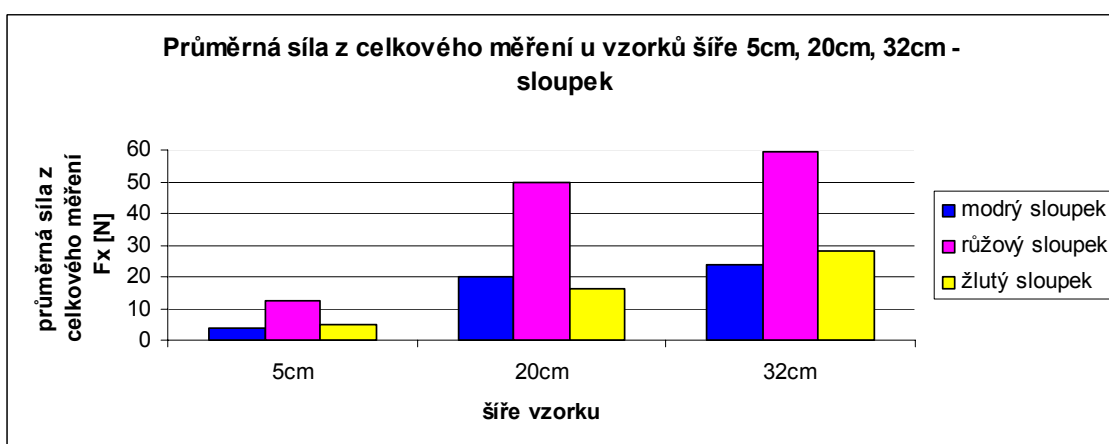
Obr. 116 – Průměrná síla z celkového měření Fx [N] – modrý



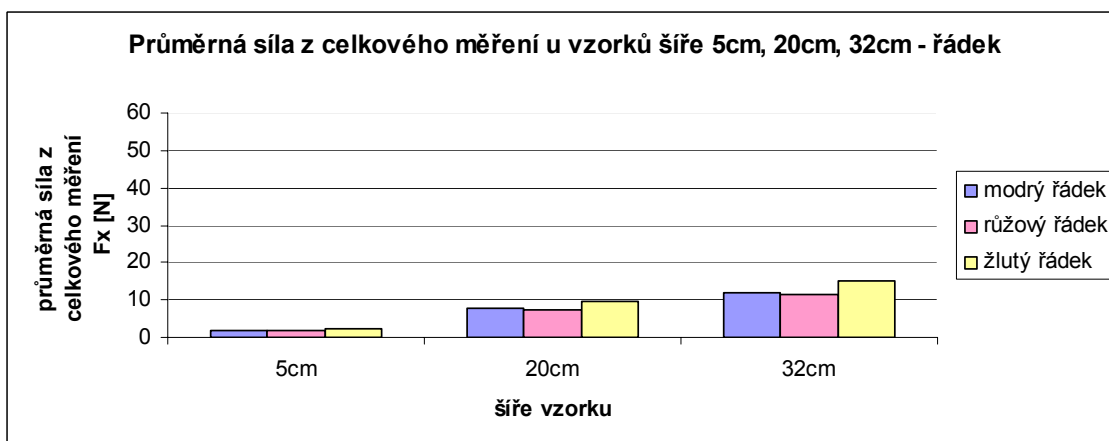
Obr. 117 – Průměrná síla z celkového měření Fx [N] – růžový



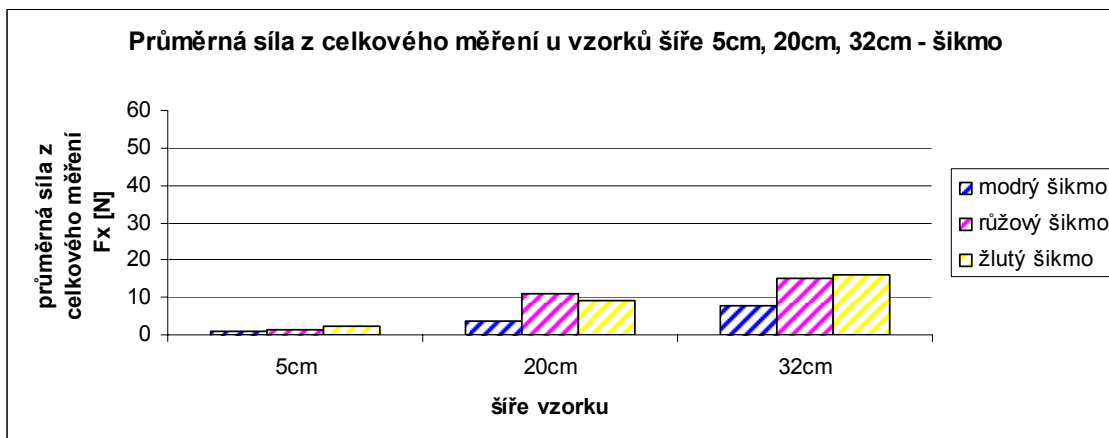
Obr. 118 – Průměrná síla z celkového měření  $F_x$  [N] – žlutý



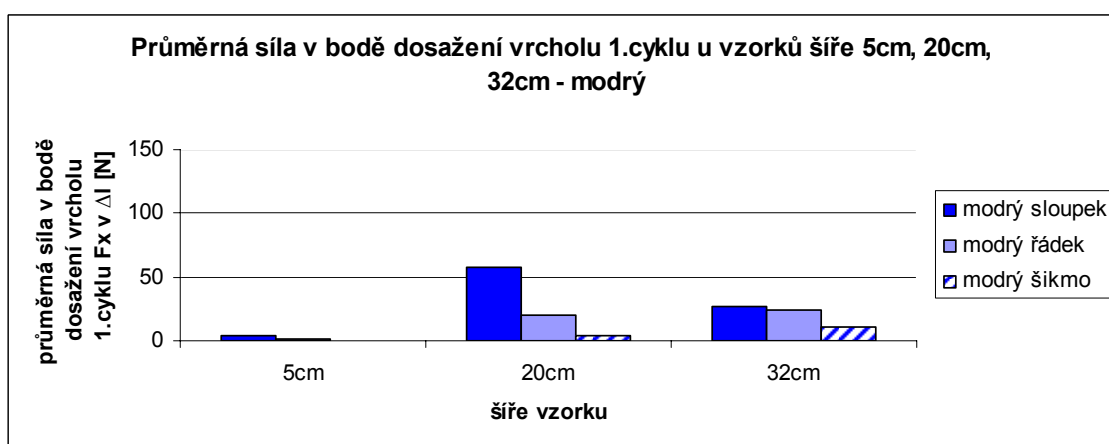
Obr. 119 – Průměrná síla z celkového měření  $F_x$  [N] – sloupek



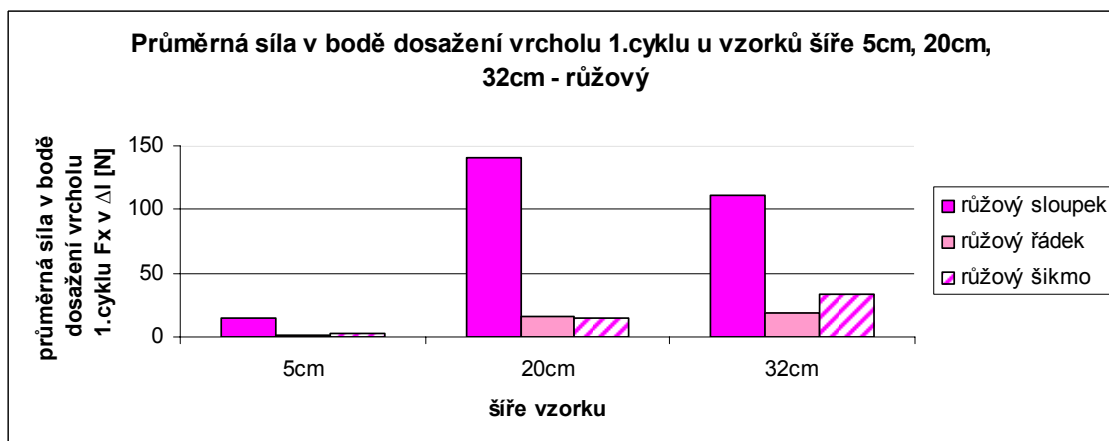
Obr. 120 – Průměrná síla z celkového měření  $F_x$  [N] – řádek



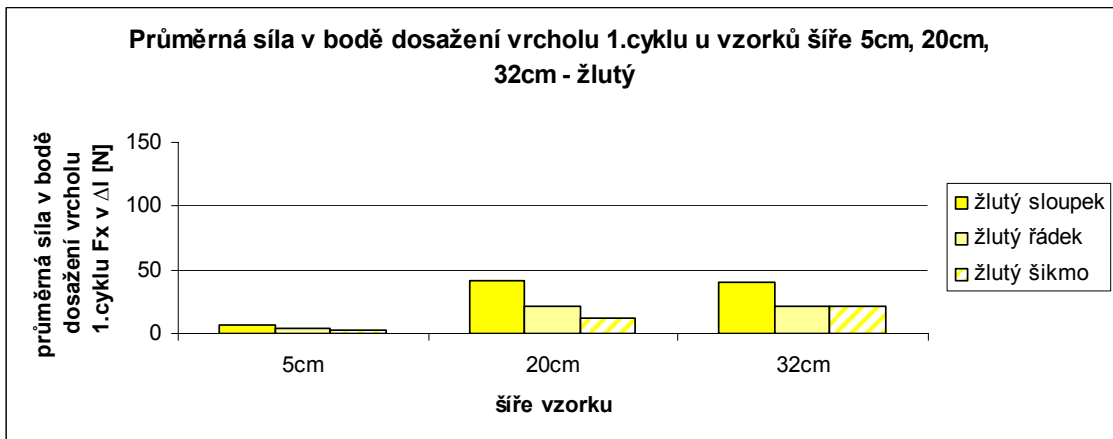
Obr. 121 – Průměrná síla z celkového měření  $F_x$  [N] – šikmo



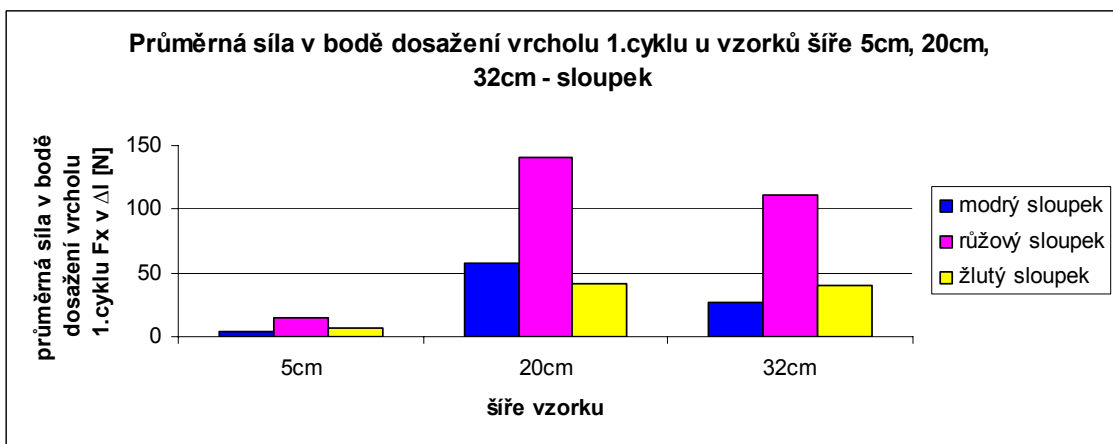
Obr. 122 – Průměrná síla při dosažení vrcholu 1.cyklu  $F_x$  v  $\Delta l$  [N] – modrý



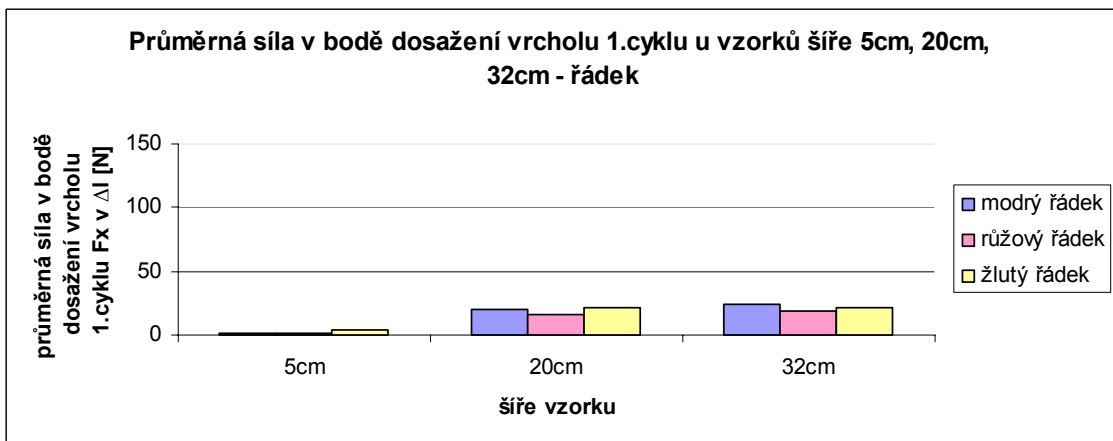
Obr. 123 – Průměrná síla při dosažení vrcholu 1.cyklu  $F_x$  v  $\Delta l$  [N] – růžový



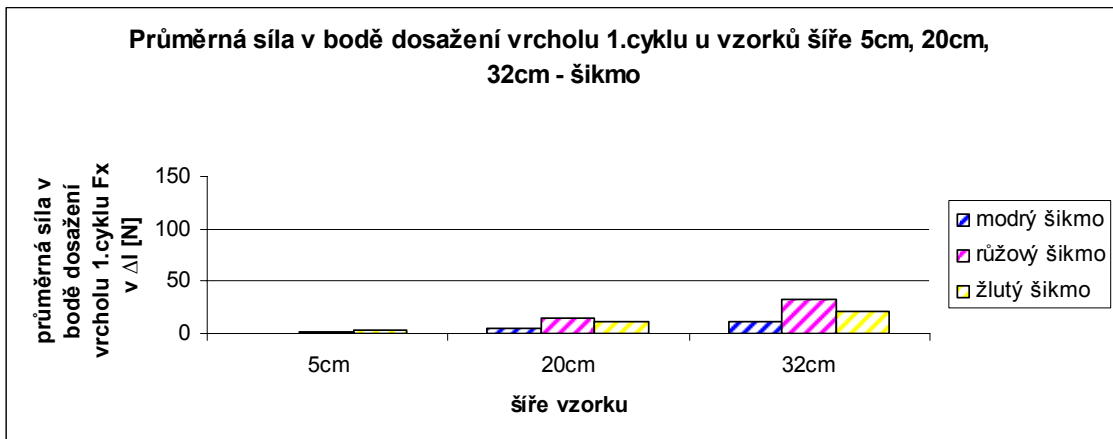
Obr. 124 – Průměrná síla při dosažení vrcholu 1.cyklu  $F_x$  v  $\Delta l$  [N] – žlutý



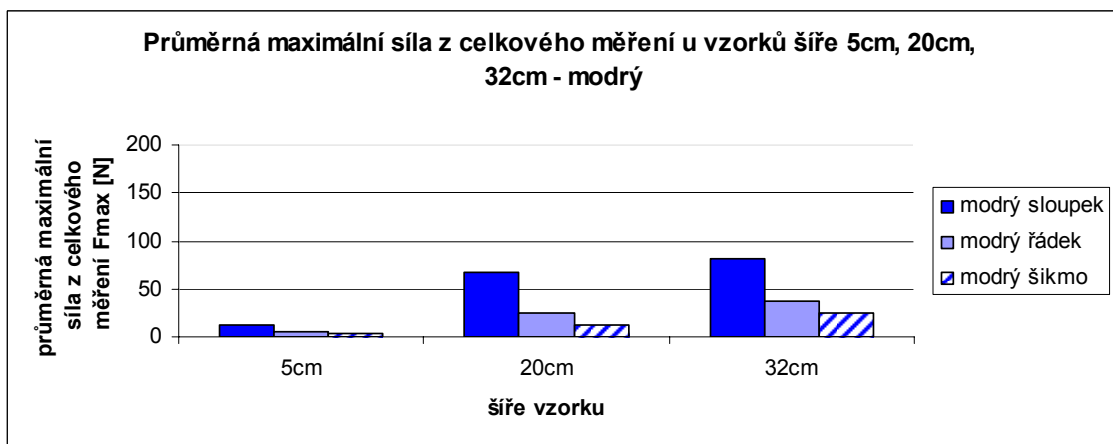
Obr. 125 – Průměrná síla při dosažení vrcholu 1.cyklu  $F_x$  v  $\Delta l$  [N] – sloupek



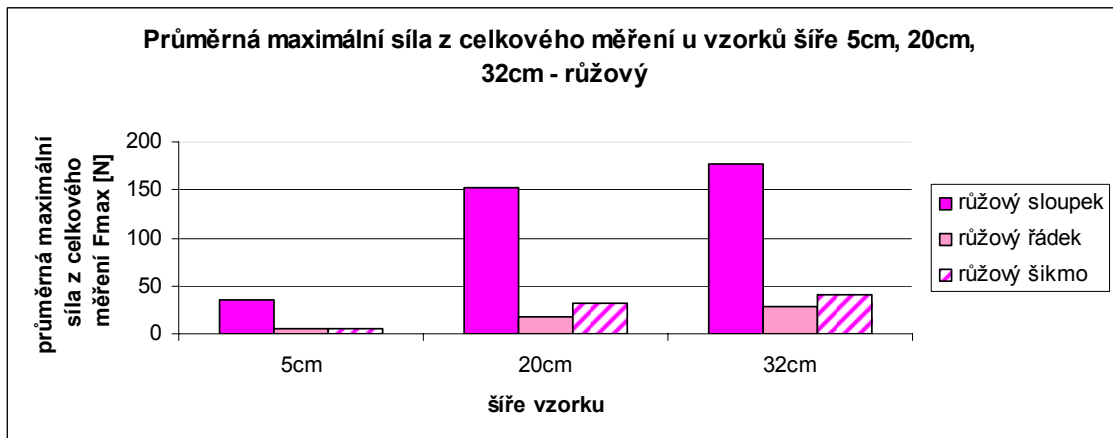
Obr. 126 – Průměrná síla při dosažení vrcholu 1.cyklu  $F_x$  v  $\Delta l$  [N] – řádek



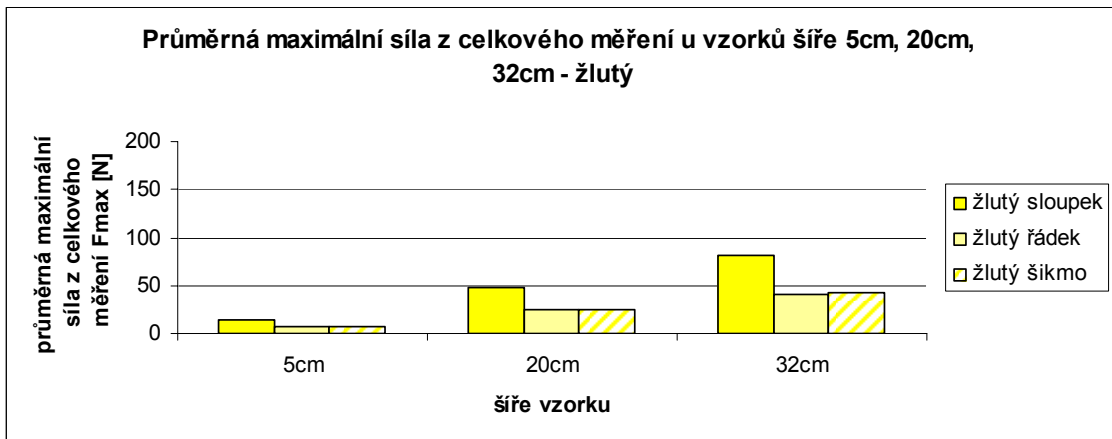
Obr. 127 – Průměrná síla při dosažení vrcholu 1.cyklu  $F_x$  v  $\Delta l$  [N] – šikmo



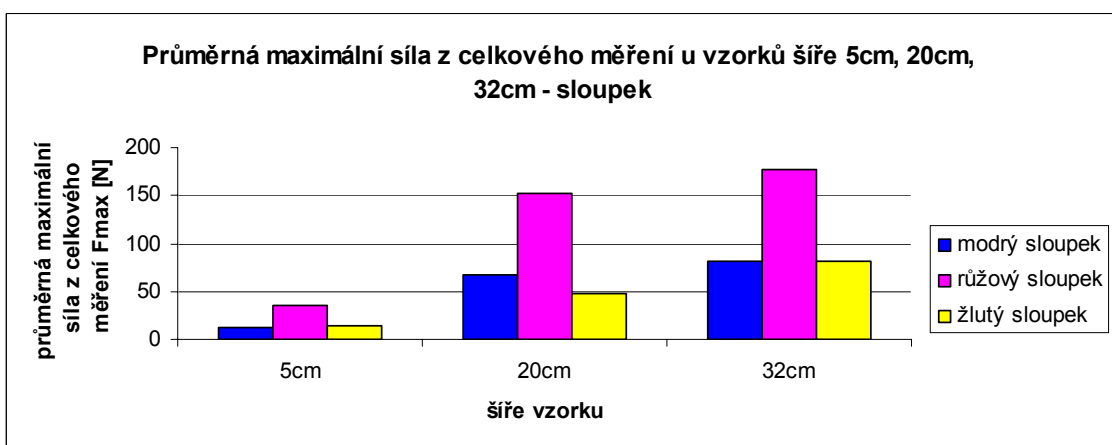
Obr. 128 – Průměrná maximální síla z celkového měření  $F_{max}$  [N] – modrý



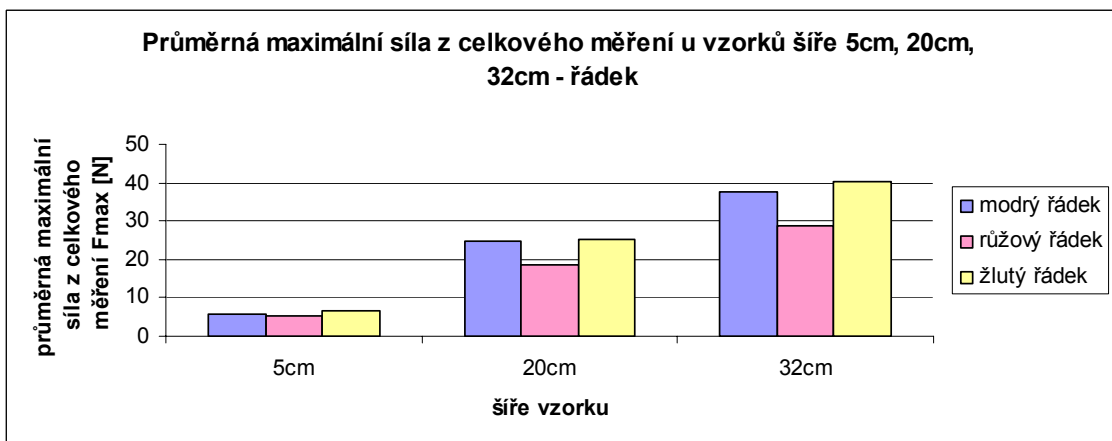
Obr. 129 – Průměrná maximální síla z celkového měření  $F_{max}$  [N] – růžový



Obr. 130 – Průměrná maximální síla z celkového měření  $F_{max}$  [N] – žlutý



Obr. 131 – Průměrná maximální síla z celkového měření  $F_{max}$  [N] – sloupek



Obr. 132 – Průměrná maximální síla z celkového měření  $F_{max}$  [N] – řádek





**Obr. 133 – Průměrná maximální síla z celkového měření  $F_{max}$  [N] – šikmo**

## Příloha 11: Experiment 1 – Tlak

Tab. 5– Průměrná síla na prodloužení o 20cm dle vzorce 1 - P [kPa]

VZOREC 1			$P_i[kPa]=20*\pi*F_i[N/cm]/U_i[cm]$												
vzorek	$F_x$ [N]	$F_i$ [N/cm]		0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	
[mm]				790	750,5	711	671,5	632	592,5	553	513,5	474	434,5	395	
rozdíl [mm]				0	39,5	79	118,5	158	197,5	237	276,5	316	355,5	395	
			Ui[cm]	79	75,05	71,1	67,15	63,2	59,25	55,3	51,35	47,4	43,45	39,5	
			Pi[kPa]	P0	P5	P10	P15	P20	P25	P30	P35	P40	P45	P50	
ms_1	4,81	0,96		0,76	0,81	0,85	0,90	0,96	1,02	1,09	1,18	1,27	1,39	1,53	
mř_1	1,80	0,36		0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,44	0,48	0,52	0,57	
rs_1	12,32	2,46		1,96	2,06	2,18	2,30	2,45	2,61	2,80	3,01	3,26	3,56	3,92	
rř_1	1,85	0,37		0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,42	0,45	0,49	0,54	0,59	
žs_1	4,72	0,94		0,75	0,79	0,83	0,88	0,94	1,00	1,07	1,15	1,25	1,36	1,50	
žř_1	2,29	0,46		0,36	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,52	0,56	0,61	0,66	0,73	
ms_4	19,91	1,00		0,79	0,83	0,88	0,93	0,99	1,06	1,13	1,22	1,32	1,44	1,58	
mř_4	8,30	0,42		0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,44	0,47	0,51	0,55	0,60	0,66	
rs_4	49,67	2,48		1,97	2,08	2,19	2,32	2,47	2,63	2,82	3,04	3,29	3,59	3,95	
rř_4	7,11	0,36		0,28	0,30	0,31	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,47	0,51	0,57	
žs_4	17,02	0,85		0,68	0,71	0,75	0,80	0,85	0,90	0,97	1,04	1,13	1,23	1,35	
žř_4	9,63	0,48		0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,55	0,59	0,64	0,70	0,77	
ms_7	25,53	0,80		0,63	0,67	0,70	0,75	0,79	0,85	0,91	0,98	1,06	1,15	1,27	
mř_7	12,32	0,39		0,31	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,44	0,47	0,51	0,56	0,61	
rs_7	60,79	1,90		1,51	1,59	1,68	1,78	1,89	2,01	2,16	2,32	2,52	2,75	3,02	
rř_7	11,61	0,36		0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,44	0,48	0,52	0,58	
žs_7	29,89	0,93		0,74	0,78	0,82	0,87	0,93	0,99	1,06	1,14	1,24	1,35	1,48	
žř_7	15,48	0,48		0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,55	0,59	0,64	0,70	0,77	
mš_1	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
rš_1	1,05	0,21		0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,34	
žš_1	2,09	0,42		0,33	0,35	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,51	0,55	0,60	0,66	
mš_4	3,53	0,18		0,14	0,15	0,16	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,28	
rš_4	10,58	0,53		0,42	0,44	0,47	0,49	0,53	0,56	0,60	0,65	0,70	0,76	0,84	
žš_4	9,81	0,49		0,39	0,41	0,43	0,46	0,49	0,52	0,56	0,60	0,65	0,71	0,78	
mš_7	7,77	0,24		0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,35	0,39	
rš_7	14,99	0,47		0,37	0,39	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,57	0,62	0,68	0,74	
žš_7	16,28	0,51		0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,54	0,58	0,62	0,67	0,74	0,81	

Síla:

$F_i$  [N/cm]=  $F_s[N]/s[cm]$

$F_i$  [N/cm]

$F_s$ [N]

$s$  [cm]

síla

průměrná síla ( $F_x$ )

šíře vzorku

Kompresa:

$P_i[kPa]=20*\pi*F_i[N/cm]/U_i[cm]$

$P_i$ [kPa]

$F_i$ [N/cm]

$U_i$ [cm]

kompresa

síla

obvod

Tab. 6 – Kompresa dle vzorce 2 – P [kPa]

VZOREC 2		$P [Pa]=(2*\pi*F[N])/S[m^2]$										
vzorek		0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
[%]		0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
[m]		0,79	0,7505	0,711	0,6715	0,632	0,5925	0,553	0,5135	0,474	0,4345	0,395
ms_1		0,76	0,81	0,85	0,90	0,96	1,02	1,09	1,18	1,27	1,39	1,53
mř_1		0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,44	0,48	0,52	0,57
rs_1		1,96	2,06	2,18	2,30	2,45	2,61	2,80	3,01	3,26	3,56	3,92
rř_1		0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,42	0,45	0,49	0,54	0,59
žs_1		0,75	0,79	0,83	0,88	0,94	1,00	1,07	1,15	1,25	1,36	1,50
žř_1		0,36	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,52	0,56	0,61	0,66	0,73
ms_4		0,79	0,83	0,88	0,93	0,99	1,06	1,13	1,22	1,32	1,44	1,58
mř_4		0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,44	0,47	0,51	0,55	0,60	0,66
rs_4		1,97	2,08	2,19	2,32	2,47	2,63	2,82	3,04	3,29	3,59	3,95
rř_4		0,28	0,30	0,31	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,47	0,51	0,57

žs_4	0,68	0,71	0,75	0,80	0,85	0,90	0,97	1,04	1,13	1,23	1,35
žř_4	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,55	0,59	0,64	0,70	0,77
ms_7	0,63	0,67	0,70	0,75	0,79	0,85	0,91	0,98	1,06	1,15	1,27
mř_7	0,31	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,44	0,47	0,51	0,56	0,61
rs_7	1,51	1,59	1,68	1,78	1,89	2,01	2,16	2,32	2,52	2,75	3,02
rř_7	0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,44	0,48	0,52	0,58
žs_7	0,74	0,78	0,82	0,87	0,93	0,99	1,06	1,14	1,24	1,35	1,48
žř_7	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,55	0,59	0,64	0,70	0,77
mš_1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
rš_1	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,34
žš_1	0,33	0,35	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,51	0,55	0,60	0,66
mš_4	0,14	0,16	0,16	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,28
rš_4	0,42	0,44	0,47	0,49	0,53	0,56	0,60	0,65	0,70	0,76	0,84
žš_4	0,39	0,41	0,43	0,46	0,49	0,52	0,56	0,60	0,65	0,71	0,78
mš_7	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,35	0,39
rš_7	0,37	0,39	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,57	0,62	0,68	0,74
žš_7	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,54	0,58	0,62	0,67	0,74	0,81

$P=(2*\pi*F)/S$  P-tlak [Pa]  
 F-síla [N]  
 S-plocha vzorku [m<sup>2</sup>]

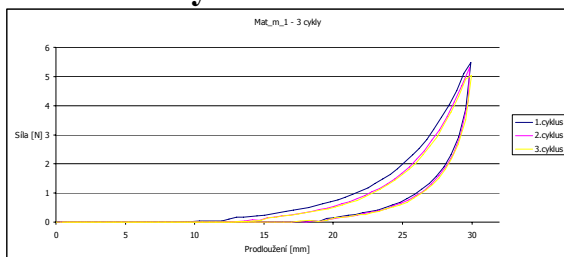
## Příloha 12: EXPERIMENT 2 - Testování vzorků – Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem

Tab. 7 - Testované vzorky polokoulí

	velikost vzorku[mm]	plocha testu [m <sup>2</sup> ]	počet cyklů	εp [mm]	V Δl [mm/min]
m_1	250 x 250	0,015	3	30	100
m_2	250 x 250	0,015	3	30	100
m_3	250 x 250	0,015	3	30	100
m_4	250 x 250	0,015	3	30	100
m_5	250 x 250	0,015	3	30	100
r_1	250 x 250	0,015	3	30	100
r_2	250 x 250	0,015	3	30	100
r_3	250 x 250	0,015	3	30	100
r_4	250 x 250	0,015	3	30	100
r_5	250 x 250	0,015	3	30	100
ž_3	250 x 250	0,015	3	30	100
ž_4	250 x 250	0,015	3	30	100
ž_5	250 x 250	0,015	3	30	100
ž_6	250 x 250	0,015	3	30	100
ž_7	250 x 250	0,015	3	30	100

V Δl [mm/min] rychlost protahování  
 εp [mm] prodloužení vzorku

## 1. Modrý



Obr. 134 - Průběh měření vzorku m\_1

Tab. 8– Výsledky měření modrého vzorku

	$\Delta\epsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_x$ v $\Delta l$ [N]	$E$ [%]	$PF_x$ v $\Delta l$ [Pa]	$PF_x$ [Pa]	$PF_{min}$ [Pa]	$PF_{max}$ [Pa]
<b>m_1</b>	8	0,587	5,477	0	0,901	72	367,572	239,427	0	2234,099
<b>m_2</b>	10	0,635	5,883	0	0,996	67	406,270	259,004	0	2399,624
<b>m_3</b>	9	0,481	4,463	0	0,768	69	313,094	196,291	0	1820,409
<b>m_4</b>	10	0,701	6,553	0	1,084	67	442,328	285,834	0	2672,916
<b>m_5</b>	13	0,867	8,343	0	1,336	58	544,903	353,819	0	3403,054

$\Delta\epsilon$  [mm] zbytkové protažení po 3.cyklu měření

$F_x$  [N] průměrná síla z celkového měření

$F_{min}$  [N] minimální dosažená síla dosažená při 3 cyklech

$F_{max}$  [N] maximální dosažená síla při 3 cyklech

$F_x$  v  $\Delta l$  [N] průměrná síla v bodě dosažení prodloužení v 1.cyklu

$E$  [%] elasticita ( $E = \epsilon_p - \Delta\epsilon/\epsilon_p * 100$ )

$PF_x$  v  $\Delta l$  [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu  $P = (2 * \pi * F) / S$

$PF_x$  [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu  $P$  - tlak [Pa]

$PF_{min}$  [Pa] minimální tlak  $F$  - síla [N]

$PF_{max}$  [Pa] maximální tlak  $S$  - plocha vzorku [m<sup>2</sup>]

\* šedivě zvýrazněné vzorky byly vyřazeny ze statistiky jako vbočující hodnoty

Tab. 9 – Deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokoulí – modrý vzorek

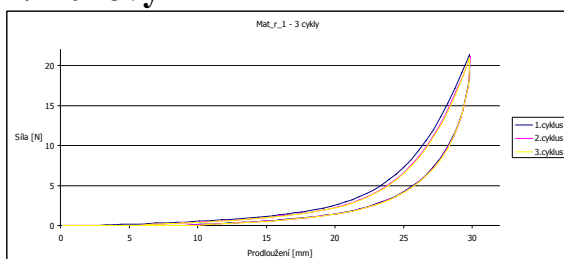
	Def mk [%]	Def vk [%]
<b>m_1</b>	12,3	0,9
<b>m_2</b>	14,9	7,7
<b>m_3</b>	15,8	5,8
<b>m_4</b>	14,2	3,8
<b>m_5</b>	16,7	8,8

Def mk [%] deformace malého kruhu při dosažení 1. cyklu od původního vzorku

Def vk [%] deformace velkého kruhu při dosažení 1. cyklu od původního vzorku

\* šedivě zvýrazněné vzorky byly vyřazeny ze statistiky jako vbočující hodnoty

## 2. Růžový



Obr. 135 – Průběh měření r\_1

**Tab. 10 – Výsledky měření růžového vzorku**

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_x$ v $\Delta l$ [N]	$E$ [%]	$P_{F_x}$ v $\Delta l$ [Pa]	$P_{F_x}$ [Pa]	$P_{F_{min}}$ [Pa]	$P_{F_{max}}$ [Pa]
r_1	6	2,691	21,340	0	3,687	81	1504,119	1097,621	0	8704,547
r_2	8	2,473	19,463	0	3,145	74	1283,030	1008,766	0	7938,881
r_3	6	2,324	17,964	0	2,973	79	1212,862	947,916	0	7327,605
r_4	8	2,246	17,517	0	2,876	73	1173,299	916,083	0	7145,193
r_5	7	2,089	15,491	0	2,832	78	1155,307	852,205	0	6318,913

$\Delta\varepsilon$  [mm] zbytkové protažení po 3.cyklu měření

$F_x$  [N] průměrná síla z celkového měření

$F_{min}$  [N] minimální dosažená síla dosažená při 3 cyklech

$F_{max}$  [N] maximální dosažená síla při 3 cyklech

$F_x$  v  $\Delta l$  [N] průměrná síla v bodě dosažení prodloužení v 1.cyklu

$E$  [%] elasticita ( $E = \varepsilon_p - \Delta\varepsilon/\varepsilon_p * 100$ )

$P_{F_x}$  v  $\Delta l$  [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu  $P = (2 * \pi * F) / S$

$P_{F_x}$  [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu  $P$  - tlak [Pa]

$P_{F_{min}}$  [Pa] minimální tlak  $F$  - síla [N]

$P_{F_{max}}$  [Pa] maximální tlak  $S$  - plocha vzorku [m<sup>2</sup>]

\* šedivě zvýrazněné vzorky byly vyřazeny ze statistiky jako vbočující hodnoty

**Tab. 11 – Deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokoulí - růžový vzorek**

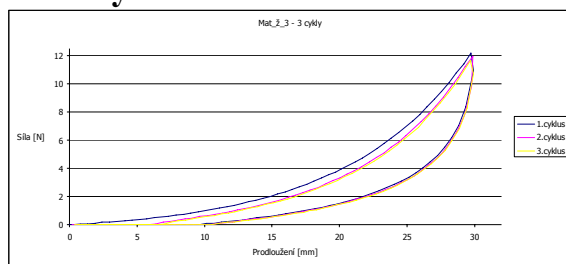
	Def mk [%]	Def vk [%]
r_1	18,3	5,8
r_2	19,2	5,8
r_3	17,9	4,8
r_4	19,0	3,8
r_5	21,8	4,8

Def mk [%] deformace malého kruhu při dosažení 1. cyklu od původního vzorku

Def vk [%] deformace velkého kruhu při dosažení 1. cyklu od původního vzorku

\* šedivě zvýrazněné vzorky byly vyřazeny ze statistiky jako vbočující hodnoty

### 3. Žlutý


**Obr. 136 – Průběh měření ž\_1**
**Tab. 12 – Výsledky měření žlutého vzorku**

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_x$ v $\Delta l$ [N]	$E$ [%]	$P_{F_x}$ v $\Delta l$ [Pa]	$P_{F_x}$ [Pa]	$P_{F_{min}}$ [Pa]	$P_{F_{max}}$ [Pa]
ž_1	10	2,266	12,169	0	3,417	67	1393,956	924,340	0	4963,549
ž_2	10	2,299	12,399	0	3,402	67	1387,850	937,911	0	5057,366
ž_3	10	2,245	12,214	0	3,260	67	1329,938	915,530	0	4982,190
ž_4	11	1,967	10,451	0	2,928	64	1194,500	802,530	0	4263,107
ž_5	8	2,143	11,411	0	2,905	75	1184,953	874,210	0	4654,689

$\Delta\varepsilon$  [mm] zbytkové protažení po 3.cyklu měření

$F_x$  [N] průměrná síla z celkového měření

$F_{min}$  [N] minimální dosažená síla dosažená při 3 cyklech

$F_{max}$  [N] maximální dosažená síla při 3 cyklech

$F_x$  v  $\Delta l$  [N] průměrná síla v bodě dosažení prodloužení v 1.cyklu

E [%]	elasticita ( $E = \epsilon_p - \Delta\epsilon/\epsilon_p * 100$ )	
PFx v $\Delta l$ [Pa]	průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu	$P = (2 * \pi * F) / S$
PFx [Pa]	průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu	P - tlak [Pa]
PFmin [Pa]	minimální tlak	F - síla [N]
PFmax [Pa]	maximální tlak	S - plocha vzorku [m <sup>2</sup> ]

\* šedivě zvýrazněné vzorky byly vyřazeny ze statistiky jako vbočující hodnoty

**Tab. 13 – Deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokoulí – žlutý vzorec**

	Def mk [%]	Def vk [%]
ž_1	18,3	4,8
ž_2	17,2	5,8
ž_3	17,7	3,8
ž_4	15,6	4,9
ž_5	18,5	4,9

Def mk [%] deformace malého kruhu při dosažení 1. cyklu od původního vzorku

Def vk [%] deformace velkého kruhu při dosažení 1. cyklu od původního vzorku

\* šedivě zvýrazněné vzorky byly vyřazeny ze statistiky jako vbočující hodnoty

**Tab. 14 – Porovnání dat z měření polokoule (průměr) a měření trhačky ve směru šikmo (všechny šíře vzorku - průměr)**

**Polokoule - průměr**

	$\Delta\epsilon$ [mm]	Fx [N]	Fmax [N]	Fmin [N]	Fx v $\Delta l$ [N]	E [%]
modrý	10	0,64	5,97	0	0,99	69
růžový	7	2,36	19,07	0	3,10	78
žlutý	10	2,18	12,05	0	3,18	66

**Trhačka - směr šikmo - průměr**

	$\Delta\epsilon$ [mm]	Fx [N]	Fmax [N]	Fmin [N]	Fx v $\Delta l$ [N]	E [%]
mš_1	36	0,77	3,48	0,17	0,61	64
mš_4	46	3,80	11,84	0,17	4,42	54
mš_7	45	7,86	24,29	0,17	11,38	53
rš_1	34	1,43	5,40	0,17	2,35	66
rš_4	22	10,84	31,11	0,17	14,15	76
rš_7	21	15,03	39,96	0,17	33,19	79
žš_1	51	2,20	6,33	0,17	2,59	49
žš_4	43	9,35	24,43	0,17	12,03	57
žš_7	37	15,83	41,79	0,17	21,59	63

### Příloha 13: STATISTICKÁ DATA – POLOKOULE

Tab. 15 – Statistická data deformace vzorků modrý, růžový, žlutý

	modrý		růžový		žlutý	
	Def mk [%]	Def vk [%]	Def mk [%]	Def vk [%]	Def mk [%]	Def vk [%]
<b>průměr</b>	15,0	7,4	18,6	5,3	17,9	4,6
<b>medián</b>	14,9	7,7	18,7	5,3	18,0	4,9
<b>modus</b>	14,9	7,7	18,3	5,8	18,3	4,9
<b>směrodatná odchylka</b>	0,9	1,2	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>rozptyl</b>	0,4	1,5	0,3	0,2	0,3	0,2
<b>interval spolehlivosti</b>	1,1	1,4	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>IS min</b>	13,9	6,0	18,1	4,8	17,4	4,1
<b>IS max</b>	16,0	8,8	19,1	5,8	18,4	5,1
<b>variační koeficient</b>	6	17	3	9	3	10

Def mk [%] – deformace malého kruhu od původního vzorku

Def vk [%] – deformace velkého kruhu od původního vzorku

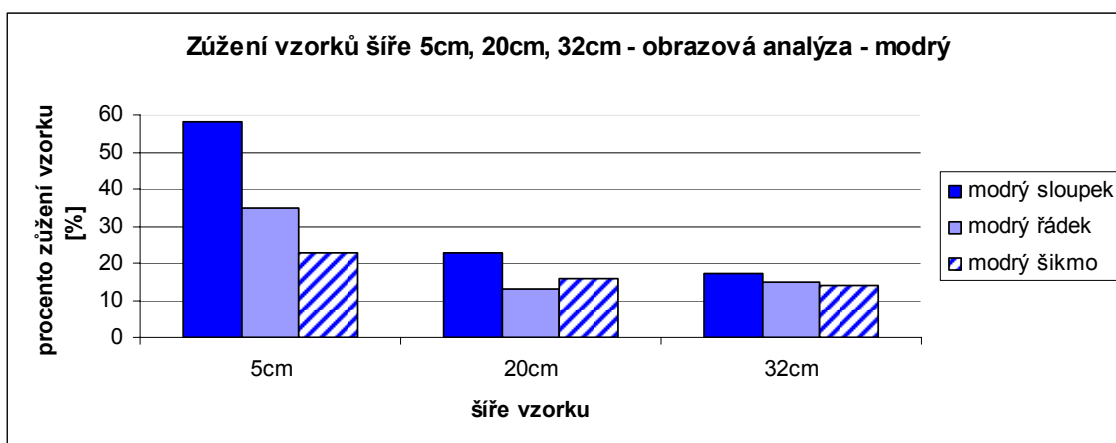
Tab. 16 – Statistika dat vzorků z testování polokoulí – modrý, růžový, žlutý

<b>modrý</b>	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_x$ v $\Delta l$ [N]	$E$ [%]
průměr	10	0,64	5,97	0	0,99	69
medián	10	0,63	5,88	0	1,00	68
modus	10	0,59	5,48	0	0,90	72
směrodatná odchylka	0	0,05	0,44	0	0,07	2
rozptyl	0	0,00	0,20	0	0,01	4
interval spolehlivosti	0	0,05	0,50	0	0,08	2
IS min	9	0,59	5,47	0	0,91	67
IS max	10	0,69	6,47	0	1,08	71
variační koeficient	2	7	7	0	8	3
<b>růžový</b>						
průměr	7	2,36	19,07	0	3,10	78
medián	7	2,32	18,71	0	2,97	79
modus	6	2,69	21,34	0	3,69	81
směrodatná odchylka	1	0,20	1,50	0	0,31	3
rozptyl	1	0,04	2,24	0	0,10	7
interval spolehlivosti	1	0,04	2,19	0	0,08	7
IS min	6	2,33	16,88	0	3,02	71
IS max	8	2,40	21,26	0	3,19	85
variační koeficient	13	0	8	0	10	3
<b>žlutý</b>						
průměr	10	2,18	12,05	0	3,18	66
medián	10	2,24	12,19	0	3,26	67
modus	10	2,27	12,17	0	3,42	67
směrodatná odchylka	0	0,12	0,38	0	0,22	1
rozptyl	0	0,01	0,14	0	0,05	2
interval spolehlivosti	0	0,11	0,33	0	0,20	1
IS min	10	2,08	11,72	0	2,99	65
IS max	11	2,29	12,38	0	3,38	68
variační koeficient	4	6	3	0	7	2

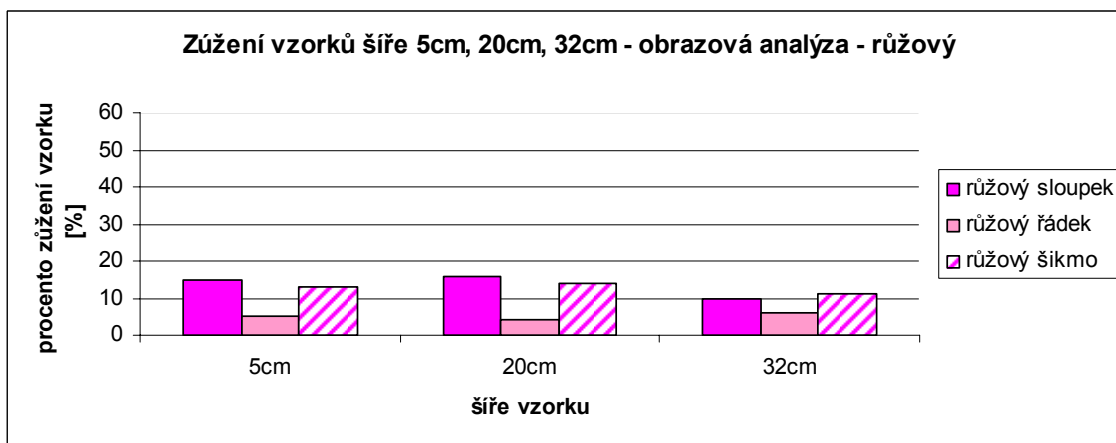
## Příloha 14: Obrazová analýza

Tab. 17 – Procento zúžení vzorku – obrazová analýza

vzorek	šíře vzorku		
	5cm	20cm	32cm
ms	58	23	17
mř	35	13	15
mš	23	16	14
rs	15	16	10
rř	5	4	6
rš	13	14	11
žs	43	15	9
žř	29	11	6
žš	18	12	9

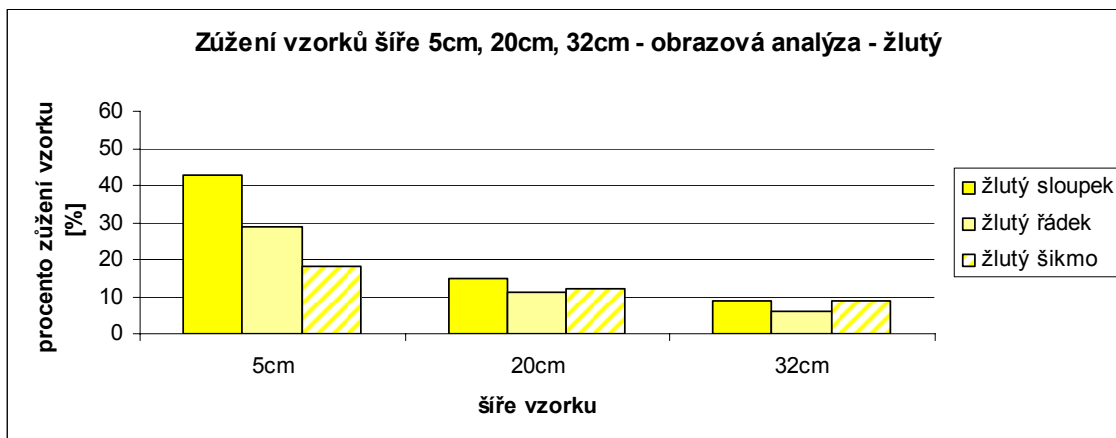


Obr. 137 – zúžení vzorků [%] šíře 5cm, 20cm, 32cm – obrazová analýza - modrý

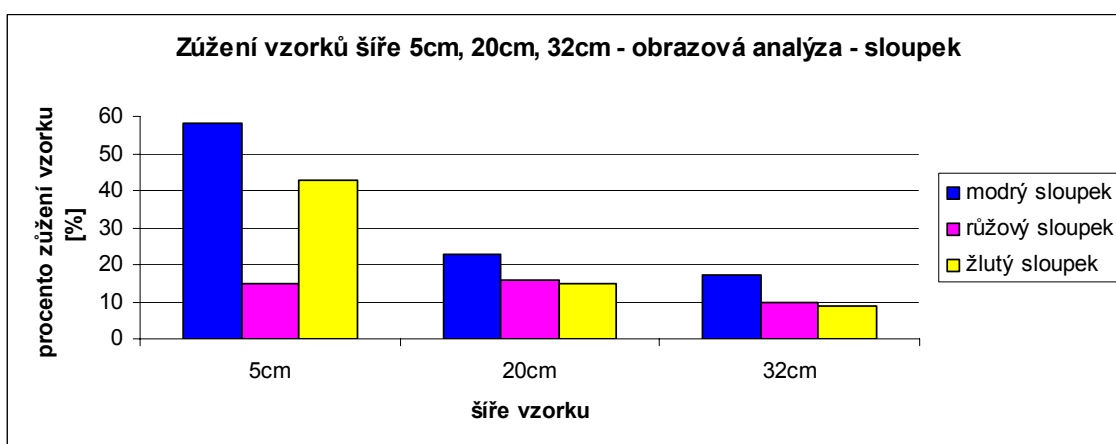


Obr. 138 - zúžení vzorků [%] šíře 5cm, 20cm, 32cm – obrazová analýza - růžový

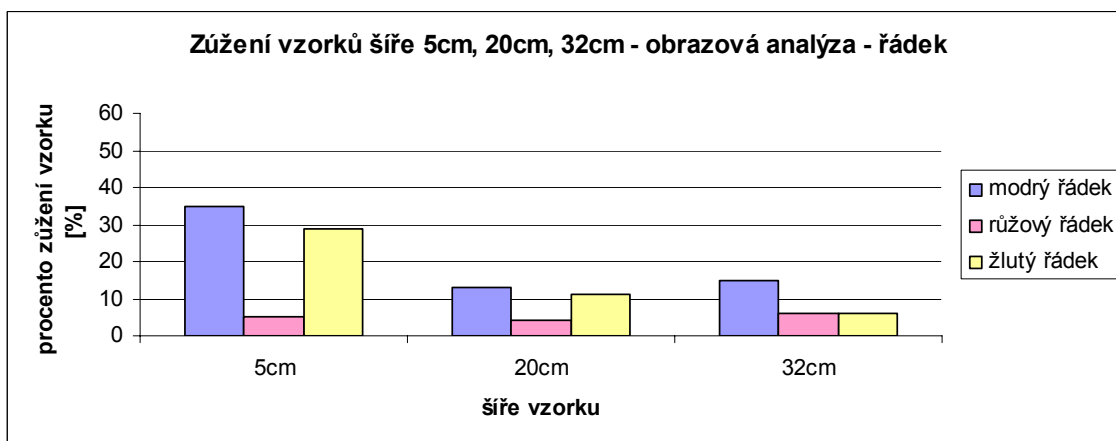




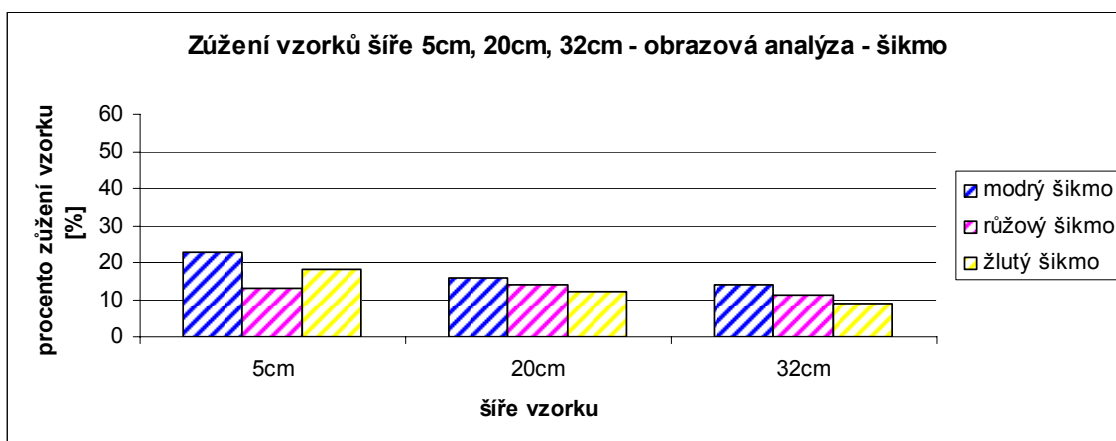
Obr. 139 - zúžení vzorků [%] šíře 5cm, 20cm, 32cm – obrazová analýza - žlutý



Obr. 140 - zúžení vzorků [%] šíře 5cm, 20cm, 32cm – obrazová analýza - sloupek



Obr. 141 - zúžení vzorků [%] šíře 5cm, 20cm, 32cm – obrazová analýza - řádek



Obr. 142 - zúžení vzorků [%] šíře 5cm, 20cm, 32cm – obrazová analýza - šikmo

## Příloha 15: Aplikace poznatků z experimentů do konstrukce oděvu Konstrukce dámského trika

Dle literatury: ALDRICH, W. *Fabric, form and flat pattern cutting*

Tělesné rozměry dle metodiky DOB pro ženy se širokými boky, velikost 517, pro výšku postavy 160cm

vp = 160cm, oh = 80cm, op = 68cm, os = 96cm, šz = 31cm, dz = 39,4cm,

zhp = 19,3cm, oz = 16,2cm, ok = 34,8cm, do = 60cm, dr = 57,8cm

Pozn: Hodnoty konstrukčních přídatků odpovídají roztažnosti materiálu (do 9,5%), (9,5% - 30%), (více než 50%).

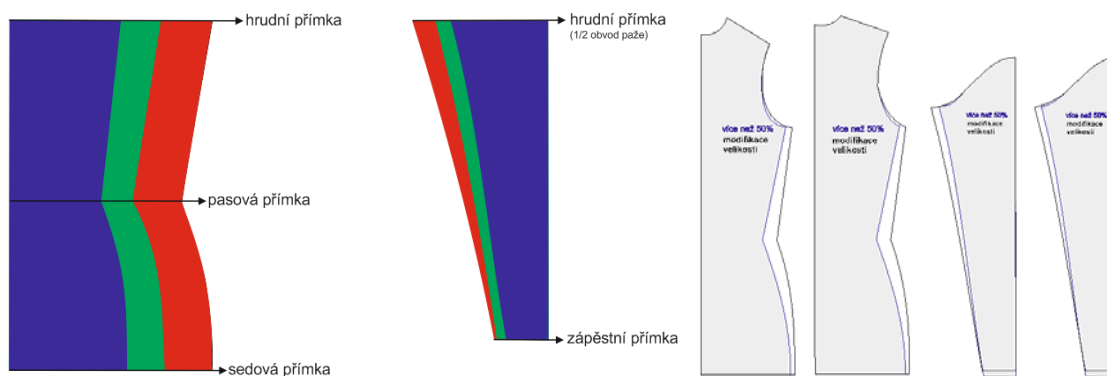
Tab. 18– Postup základní konstrukce dámského trika  
ZADNÍ A PŘEDNÍ DÍL

P.č.	Rozměr	Konstr. úsečka	Vzorec
1.	zad.středová přímka a krční přímka	1 ⊥ k	
2.	délka zad (dz)	K1P1	dz+1 cm
3.	délka oděvu	K1D1	
4.	zadní hloubka podpaží	K1H1	zhp (-2,5cm), (-3,0cm), (-5cm)
5.	lopatková přímka	K1L1	0,5 K1H1
6.	horizontální přímky	l, h, p, d ⊥ 1	
7.	nadpažková přímka	n ⊥ 1	0,2 K1L1
8.	šířka průkrčníku (šprk)	K1K2	0,17 ok (-0,5cm), (-1,5cm)
9.		K2K21 ⊥ k	1,3 cm
10.	zadní šířka	H1(H7) H3 (H5)	0,5 šz (-2,5cm), (-2,5cm), (-6cm)
11.	zadní průramková	H3N3 ⊥ h	
12.	ramenní bod	N3N4	1,0 cm
13.	šířka náramenice	K21N4	
14.	hrudní šíře	H1H4	0,25oh (-1,5cm), (-3cm), (-8cm)
15.	boční přímka	H4D4 ⊥ h	
16.	zvýšení ramen. přímky ZD	N4N41	0,75 až 1,0 cm
17.	tvárování pasové linie	P4P41	3,5cm, (3,0cm), (4,0cm)
18.	obrys ZD	K1, K21, N41, L3,	

		H4, P41, D4,D1, K1	
19.	hloubka průkrčníku PD	K7K71	0,17 ok (-1cm), (-1cm), (-1,5cm)
20.	snížení ramen. přímky PD	N4N42	1,0 cm
21.	tvárování průramku PD	L3L31	1,0cm
22.	obrys PD	K71,K21,N42,L31, H4,P41,D4,D7, K71	

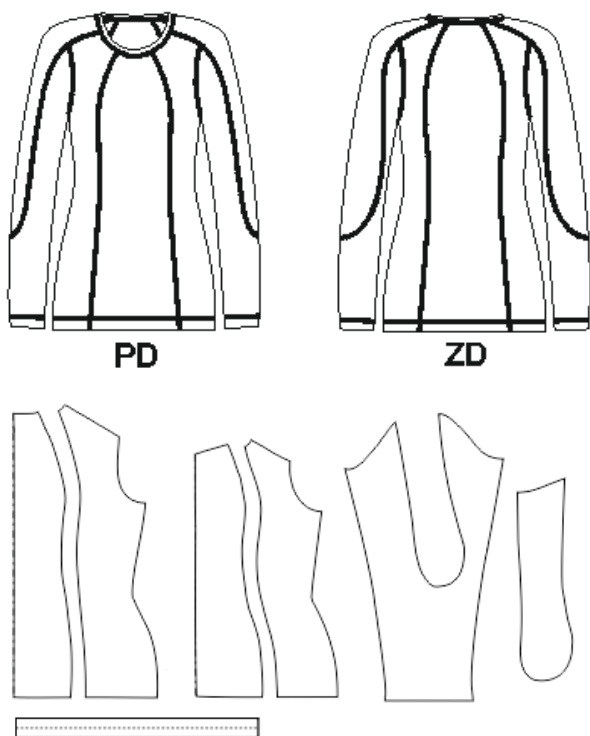
### RUKÁV

1.	středová přímka rukávu	4	
2.	hrudní přímka	$4 \perp h \Rightarrow H$	
3.	výška rukávové hlavice	$H'' N4''$	0,5 K1H1+1
4.	délka rukávu	$N4'' Z$	dr (+3cm), (+3,cm), (+6cm)
5.	parametr rukávová hlavice	$N4'' H4' \Rightarrow H4'$	H4N4 z trupové části + 1,0cm, (+0,5cm), (+0cm)
6.		$N4 \ 31 = 31 \ 32 = 32 \ H4$ tvárování hlavice v 31	0,33 $N4'' H4'$
7.	šířka rukávu v dolním kraji přední část	$Z4'' Z$	0,5 oz, (-0,5cm), (-1,5cm)
8.	obrys rukávu základní tvar	$N4''$ , Z, Z4, $H4'$ , $N4''$	viz obrázek
		přerušovaná čára = tvar přední části	

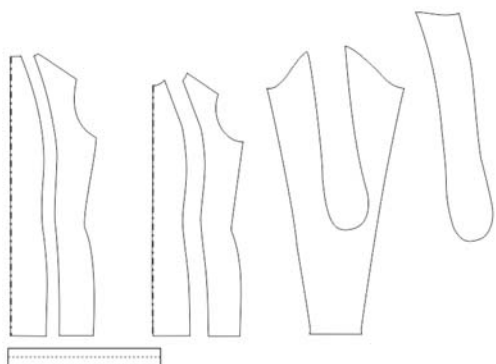


Obr. 143 – Velikostní rozdíl konstrukce základních obvodových měř trupu a rukávu (vždy polovina dílu)

Obr. 144 – Modifikace střihu (černá linie) dle požadavků ze střihu textilie s více než 50% roztažnosti (šedé díly)



Obr. 145 - Technický nákres dámského trika po úpravě stříhovou manipulací  
 Obr. 146 – Původní konstrukce dámského trika po úpravě stříhovou manipulací [32]



Obr. 147 – Konstrukce upraveného modelu vycházejícího ze základu



Obr. 148 – Zhotovené dámské triko dle modifikovaného stříhu – 1. varianta  
 Obr. 149 – Zhotovené dámské triko dle modifikovaného stříhu – 2. varianta

## Příloha 16: NAMĚŘENÁ DATA – TRHAČKA

Tab. 19 – Naměřené data – všechny vzorky – trhačka

vzorek	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_x v \Delta l$ [N]	E [%]	$PF_x v \Delta l$ [Pa]	$PF_x$ [Pa]	$PF_{min}$ [Pa]	$PF_{max}$ [Pa]
ms_1	58	6	4,81	0,17	14,97	12,97	42	2170,85	805,02	29,14	2505,94
mř_1	54	4	1,80	0,17	6,09	4,16	46	696,08	301,38	29,14	1019,85
rs_1	26	1	12,32	0,17	35,87	32,14	74	5378,76	2061,60	29,14	6002,59
rř_1	42	5	1,85	0,17	5,92	3,38	58	566,41	309,94	29,14	990,71
žs_1	53	5	4,72	0,17	13,76	11,46	47	1918,48	789,85	29,14	2301,97
žř_1	52	2	2,29	0,17	6,62	4,88	48	817,07	382,80	29,14	1107,27
ms_2	62	7	3,72	0,17	11,67	4,34	38	725,99	623,05	29,12	1952,30
mř_2	37	5	1,77	0,17	5,57	1,95	37	326,51	296,22	29,12	932,44
rs_2	27	1	12,40	0,17	36,39	15,52	73	2596,55	2075,65	29,12	6090,02
rř_2	48	3	1,73	0,17	5,22	1,82	52	304,77	290,10	29,12	874,17
žs_2	51	3	4,39	0,17	12,71	5,57	49	932,48	734,13	29,12	2127,13
žř_2	54	5	2,29	0,17	6,62	2,63	46	439,66	383,06	29,12	1107,27
ms_3	61	6	3,70	0,17	11,49	4,27	39	714,77	619,98	29,12	1923,16
mř_3	55	3	1,55	0,17	5,05	1,56	45	260,52	259,45	29,12	845,03
rs_3	29	3	12,04	0,17	35,35	15,28	71	2556,72	2014,58	29,12	5915,18
rř_3	47	3	1,85	0,17	5,05	1,98	53	332,15	310,15	29,12	845,03
žs_3	29	4	4,80	0,17	14,10	7,05	71	1180,60	802,68	29,12	2360,24
žř_3	56	6	2,35	0,17	6,62	2,68	44	448,94	393,02	29,12	1107,27
ms_4	48	7	19,19	0,17	63,03	56,13	52	2348,58	802,79	7,28	2637,06
mř_4	53	7	9,29	0,17	29,43	24,15	47	1010,24	388,77	7,28	1231,11
rs_4	22	3	47,73	0,17	143,99	134,22	78	5615,45	1997,15	7,28	6024,45
rř_4	30	2	6,93	0,17	18,11	15,57	70	651,35	289,89	7,28	757,61
žs_4	43	5	16,79	0,17	47,71	43,04	57	1800,88	702,39	7,28	1996,01
žř_4	44	5	9,98	0,17	26,12	23,13	56	967,56	417,37	7,28	1092,71
ms_5	54	8	19,80	0,17	66,51	57,26	46	2395,88	828,51	7,28	2782,76
mř_5	51	8	7,76	0,17	24,72	19,80	49	828,59	324,86	7,28	1034,43
rs_5	21	3	49,59	0,17	152,70	140,84	79	5892,50	2074,73	7,28	6388,70
rř_5	30	3	7,23	0,17	18,80	16,32	70	682,62	302,33	7,28	786,75
zs_5	35	2	18,25	0,17	53,63	46,32	65	1938,13	763,58	7,28	2243,69
žř_5	42	5	9,46	0,17	24,90	21,39	58	894,79	396,00	7,28	1041,71
ms_6	55	8	20,75	0,17	70,17	60,21	45	2519,09	868,11	7,28	2935,74
mř_6	52	8	7,85	0,17	24,72	20,04	48	838,40	328,27	7,28	1034,43
rs_6	19	-1	51,68	0,17	161,23	141,75	81	5930,58	2162,40	7,28	6745,62
rř_6	30	2	7,18	0,17	18,28	15,96	70	667,69	300,55	7,28	764,90
žs_6	40	4	16,01	0,17	46,49	40,58	60	1697,99	669,91	7,28	1945,02
žř_6	42	5	9,45	0,17	25,07	21,31	58	891,61	395,48	7,28	1049,00
ms_7	48	8	25,53	0,17	86,88	75,69	52	1979,36	667,66	4,55	2271,92
mř_7	47	7	12,32	0,17	39,00	32,89	53	860,17	322,25	4,55	1019,86
rs_7	21	3	60,79	0,17	176,38	164,48	79	4300,93	1589,66	4,55	4612,12
rř_7	27	3	11,61	0,17	29,25	26,33	73	688,38	303,56	4,55	764,89
žs_7	40	5	29,89	0,17	87,06	78,09	60	2042,03	781,52	4,55	2276,47
žř_7	32	5	15,48	0,17	40,05	35,87	68	937,96	404,75	4,55	1047,18
ms_8	52	9	22,16	0,17	74,52	30,85	48	806,77	579,52	4,55	1948,66
mř_8	48	9	11,65	0,17	36,39	16,29	52	425,97	304,58	4,55	951,57
rs_8	18	1	62,78	0,17	193,96	93,43	82	2443,15	1641,61	4,55	5071,98
rř_8	23	2	10,92	0,17	26,99	14,20	77	371,28	285,59	4,55	705,71
žs_8	39	6	27,27	0,17	77,31	40,33	61	1054,51	712,99	4,55	2021,51
žř_8	40	7	15,84	0,17	40,92	22,37	60	584,93	414,10	4,55	1069,94
ms_9	53	9	15,86	0,17	51,36	21,42	47	560,21	414,71	4,55	1343,12
mř_9	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00

rs_9	20	3	55,07	0,17	162,10	76,86	80	2009,76	1440,05	4,55	4238,79
rř_9	26	4	11,92	0,17	29,60	15,85	74	414,59	311,70	4,55	774,00
žs_9	37	6	27,72	0,17	79,92	39,86	63	1042,26	724,76	4,55	2089,80
žř_9	38	5	14,72	0,17	37,43	20,19	62	527,91	384,80	4,55	978,88
mš_1	24	8	0,00	0,17	0,00	0,00	76	0,00	0,00	0,00	0,00
rř_1	31	2	1,05	0,17	5,40	3,57	69	597,35	176,40	29,14	903,30
žš_1	49	7	2,09	0,17	6,09	4,62	51	773,93	349,90	29,14	1019,86
mš_2	38	2	0,77	0,17	3,48	0,59	62	98,50	128,73	29,14	582,78
rř_2	35	0	1,81	0,17	5,40	1,80	65	300,48	303,00	29,14	903,30
žš_2	58	3	2,35	0,17	6,62	2,74	42	459,23	392,90	29,14	1107,28
mš_3	35	2	0,78	0,17	3,48	0,62	65	104,13	129,85	29,14	582,78
rř_3	35	1	2,68	0,17	7,66	2,91	65	486,31	447,98	29,14	1282,11
žš_3	53	4	2,17	0,17	6,27	2,43	47	406,59	363,30	29,14	1049,00
mš_4	42	6	3,53	0,17	11,84	8,39	58	351,09	147,62	7,28	495,36
rř_4	27	1	10,58	0,17	31,34	26,89	73	1125,10	442,63	7,28	1311,25
žš_4	45	5	9,81	0,17	25,77	23,33	55	976,08	410,48	7,28	1078,14
mš_5	50	6	4,06	0,17	12,36	4,57	50	191,21	169,73	7,28	517,22
rř_5	22	2	10,71	0,17	30,99	13,78	78	576,72	448,08	7,28	1296,68
žš_5	43	6	8,91	0,17	22,98	11,85	57	495,73	372,98	7,28	961,58
mš_6	46	7	3,81	0,17	11,32	4,27	54	178,60	159,53	7,28	473,51
rř_6	23	1	11,24	0,17	30,99	14,52	77	607,45	470,46	7,28	1296,68
žš_6	43	5	9,33	0,17	24,55	12,22	57	511,30	390,30	7,28	1027,14
mš_7	46	7	7,77	0,17	24,20	20,06	54	524,48	203,16	4,55	632,86
rř_7	21	1	14,99	0,17	40,22	36,16	79	945,66	391,90	4,55	1051,73
žš_7	39	5	16,28	0,17	43,53	40,05	61	1047,36	425,59	4,55	1138,23
mš_8	50	7	10,06	0,17	32,21	12,80	50	334,62	263,12	4,55	842,30
rř_8	22	2	22,37	0,17	65,29	30,22	78	790,11	584,92	4,55	1707,35
žš_8	37	6	15,98	0,17	42,31	21,91	63	572,98	417,93	4,55	1106,37
mš_9	45	6	7,96	0,17	24,38	9,97	55	260,61	208,02	4,55	637,41
rř_9	20	1	15,08	0,17	39,70	19,40	80	507,32	394,40	4,55	1038,07
žš_9	36	5	15,24	0,17	39,52	21,26	64	556,06	398,46	4,55	1033,52

$\Delta\epsilon$  [mm] zbytkové protažení po 3.cyklu měření (protážení 0 – konec 3.cyklu)  
 $\epsilon$  [mm] protažení mezi 1. a 3.cyklem  
 $F_x$  [N] průměrná síla z celkového měření  
 $F_{min}$  [N] minimální dosažená síla dosažená při 3 cyklech  
 $F_{max}$  [N] maximální dosažená síla při 3 cyklech  
 $F_x$  v  $\Delta l$  [N] průměrná síla v bodě dosažení prodloužení v 1.cyklu  
 $E$  [%] elasticita  $E = \epsilon_p - \Delta\epsilon/\epsilon_p * 100$

$PF_x$  v  $\Delta l$  [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu  
 $PF_x$  [Pa] průměrný tlak z celkového měření  
 $PF_{min}$  [Pa] minimální tlak  
 $PF_{max}$ [Pa] maximální tlak

\* šedivě zvýrazněné vzorky byly vyřazeny ze statistiky jako vbočující hodnoty

## Příloha 17: STATISTICKÁ DATA – TRHAČKA

Tab. 20 – Statistika dat pro vzorek 1 2 3 – sloupek, řádek (šíře 5 cm)

	$\Delta \varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_{xv}$ $\Delta$ [N]	E [%]
<b>ms – 1_2_3</b>							
průměr	60	6	3,71	0,17	11,58	4,30	40
medián	61	6	3,71	0,17	11,58	4,30	39
modus	58	6	3,72	0,17	11,67	4,34	42
směrodatná odchylka	2	0	0,01	0,00	0,09	0,03	2
rozptyl	3	0	0,00	0,00	0,01	0,00	3
interval spolehlivosti	2	1	0,01	0,00	0,12	0,05	2
IS min	58	6	3,70	0,00	11,46	4,26	38
IS max	62	7	3,73	0,00	11,70	4,35	42
variační koeficient	3	0	0	0	1	1	4
<b>mř – 1_2_3</b>							
průměr	54	4	1,71	0,17	5,57	1,75	46
medián	54	4	1,77	0,17	5,57	1,75	46
modus	54	4	1,80	0,17	6,09	1,95	46
směrodatná odchylka	1	1	0,11	0,00	0,43	0,20	0,54
rozptyl	0	1	0,01	0,00	0,18	0,04	0
interval spolehlivosti	1	1	0,13	0,00	0,48	0,27	1
IS min	54	3	1,58	0,00	5,09	1,48	45
IS max	55	5	1,83	0,00	6,05	2,03	46
variační koeficient	1	24	7	0	8	11	1
<b>rs – 1_2_3</b>							
průměr	27	1	12,25	0,17	35,87	15,40	73
medián	27	1	12,32	0,17	35,87	15,40	73
modus	47	1	1,85	0,17	5,05	15,28	53
směrodatná odchylka	1	1	0,16	0,00	0,43	0,12	1
rozptyl	1	0	0,02	0,00	0,18	0,01	1
interval spolehlivosti	1	1	0,18	0,00	0,48	0,16	1
IS min	26	0	12,08	0,00	35,38	15,23	71
IS max	29	3	12,43	0,00	36,35	15,56	74
variační koeficient	4	74	1	0	1	1	2
<b>rř– 1_2_3</b>							
průměr	48	3	1,79	0,17	5,14	1,90	52
medián	48	3	1,79	0,17	5,14	1,90	52
modus	48	3	1,73	0,17	5,22	1,82	52
směrodatná odchylka	1	0	0,06	0,00	0,09	0,08	1
rozptyl	0	0	0,00	0,00	0,01	0,01	0
interval spolehlivosti	1	0	0,08	0,00	0,12	0,11	1
IS min	47	3	1,71	0,00	5,02	1,79	52
IS max	48	3	1,88	0,00	5,26	2,02	53
variační koeficient	1	0	3	0	2	4	1
<b>žs – 1_2_3</b>							
průměr	52	4	4,63	0,17	13,52	6,31	48
medián	52	4	4,72	0,17	13,76	6,31	48
modus	53	5	4,72	0,17	13,76	5,57	47
směrodatná odchylka	1	1	0,18	0,00	0,59	0,74	1
rozptyl	1	0	0,03	0,00	0,35	0,55	1
interval spolehlivosti	2	1	0,20	0,00	0,67	1,03	2

IS min	51	3	4,43	0,00	12,85	5,29	46
IS max	54	5	4,84	0,00	14,19	7,34	49
variační koeficient	2	16	4	0	4	12	3
<b>žř - 1_2_3</b>							
průměr	54	5	2,31	0,17	6,62	3,40	46
medián	54	5	2,29	0,17	6,62	2,68	46
modus	52	2	2,29	0,17	6,62	4,88	48
směrodatná odchylka	1	0	0,00	0,00	0,04	0,02	1
rozptyl	2	3	0,00	0,00	0,00	1,10	2
interval spolehlivosti	1	0	0,00	0,00	0,05	0,02	1
IS min	52	4	2,30	0,00	6,57	3,38	45
IS max	55	5	2,31	0,00	6,66	3,42	48
variační koeficient	2	2	0	0	1	0	3

**Tab. 21 – Statistika dat pro vzorek 4 5 6 - sloupek, řádek (šíře 20 cm)**

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_{x \vee \Delta}$ [N]	E [%]
<b>ms – 4_5_6</b>							
průměr	54	8	19,91	0,17	66,57	57,87	46
medián	54	8	19,80	0,17	66,51	57,26	46
modus	54	7	19,19	0,17	63,03	56,13	46
směrodatná odchylka	1	0	0,64	0,00	2,91	1,72	1
rozptyl	0	0	0,41	0,00	8,50	2,95	0
interval spolehlivosti	1	0	0,73	0,00	3,30	1,94	1
IS min	53	7	19,19	0,00	63,27	55,93	45
IS max	55	8	20,64	0,00	69,87	59,81	47
variační koeficient	1	0	3	0	4	3	1
<b>mř – 4_5_6</b>							
průměr	52	8	7,81	0,17	24,72	19,92	48
medián	52	8	7,81	0,17	24,72	19,92	48
modus	53	7	7,76	0,17	24,72	19,80	47
směrodatná odchylka	0	0	0,04	0,00	0,00	0,12	0
rozptyl	0	0	0,00	0,00	0,00	0,01	0
interval spolehlivosti	1	1	0,06	0,00	0,00	0,16	1
IS min	51	7	7,75	0,00	0,00	19,76	47
IS max	53	8	7,86	0,00	0,00	20,08	48
variační koeficient	1	0	1	0	0	1	1
<b>rs – 4_5_6</b>							
průměr	21	3	49,67	0,17	152,64	141,29	79
medián	21	3	49,59	0,17	152,70	141,29	79
modus	30	3	7,18	0,17	18,28	141,75	70
směrodatná odchylka	1	0	1,61	0,00	7,04	0,46	1
rozptyl	1	0	2,60	0,00	49,52	0,21	1
interval spolehlivosti	1	0	1,83	0,00	7,96	0,63	1
IS min	19	3	47,84	0,00	144,68	140,66	78
IS max	22	3	51,49	0,00	160,60	141,92	81
variační koeficient	6	1	3	0	5	0	2
<b>rř – 4_5_6</b>							
průměr	30	2	7,11	0,17	18,40	15,95	70
medián	30	2	7,18	0,17	18,28	15,96	70



modus	30	2	6,93	0,17	18,11	15,57	70
směrodatná odchylka	0	1	0,13	0,00	0,30	0,31	0
rozptyl	0	0	0,02	0,00	0,09	0,09	0
interval spolehlivosti	0	1	0,15	0,00	0,33	0,35	0
IS min	30	2	6,96	0,00	18,06	15,60	70
IS max	30	3	7,26	0,00	18,73	16,29	70
variační koeficient	1	21	2	0	2	2	0
<b>žs – 4_5_6</b>							
průměr	41	5	16,40	0,17	47,10	41,81	59
medián	41	5	16,40	0,17	47,10	41,81	59
modus	43	5	16,79	0,17	47,71	43,04	57
směrodatná odchylka	1	1	0,39	0,00	0,61	1,23	1
rozptyl	2	1	0,15	0,00	0,37	1,51	2
interval spolehlivosti	2	1	0,54	0,00	0,84	1,70	2
IS min	39	3	15,86	0,00	46,25	40,11	57
IS max	43	6	16,94	0,00	47,94	43,52	61
variační koeficient	3	20	2	0	1	3	2
<b>žř – 4_5_6</b>							
průměr	42	5	9,63	0,17	25,36	21,94	58
medián	42	5	9,46	0,17	25,07	21,39	58
modus	44	5	9,98	0,17	26,12	23,13	56
směrodatná odchylka	0	0	0,32	0,00	1,66	0,72	0
rozptyl	1	0	0,06	0,00	0,29	0,70	1
interval spolehlivosti	0	0	0,36	0,00	1,87	0,81	0
IS min	42	5	9,27	0,00	23,49	21,13	57
IS max	43	5	9,99	0,00	27,24	22,75	58
variační koeficient	1	5	3	0	7	3	0

**Tab. 22 – Statistika dat pro vzorek 7\_8\_9 – sloupek, řádek (šíře 32 cm)**

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_x v$ $\Delta$ [N]	$E$ [%]
<b>ms – 7_8_9</b>							
průměr	51	9	23,85	0,17	80,70	26,14	49
medián	52	9	23,85	0,17	80,70	26,14	48
modus	48	8	25,53	0,17	86,88	30,85	52
směrodatná odchylka	2	1	1,69	0,00	6,18	4,71	2
rozptyl	5	0	2,84	0,00	38,21	22,23	5
interval spolehlivosti	2	1	2,34	0,00	8,57	6,53	2
IS min	48	8	21,51	0,00	72,14	19,60	47
IS max	53	9	26,18	0,00	89,27	32,67	52
variační koeficient	4	8	7	0	8	18	4
<b>mř – 7_8_9</b>							
průměr	48	8	11,99	0,17	37,70	24,59	52
medián	48	8	11,99	0,17	37,70	24,59	52
modus	47	7	12,32	0,17	39,00	32,89	53
směrodatná odchylka	1	1	0,34	0,00	1,31	8,30	1
rozptyl	0	1	0,11	0,00	1,71	68,93	0
interval spolehlivosti	1	1	0,47	0,00	1,81	11,51	1
IS min	47	7	11,52	0,00	35,89	13,09	51
IS max	49	9	12,45	0,00	39,51	36,10	53
variační koeficient	1	11	3	0	3	34	1

<b>rs – 7_8_9</b>							
průměr	20	2	59,55	0,17	177,48	111,59	80
medián	20	3	60,79	0,17	176,38	93,43	80
modus	21	3	60,79	0,17	176,38	164,48	79
směrodatná odchylka	1	1	3,27	0,00	13,03	38,00	1
rozptyl	2	0	10,68	0,00	169,82	1444,35	2
interval spolehlivosti	2	1	3,70	0,00	14,75	43,01	2
IS min	18	1	55,85	0,00	162,73	68,58	79
IS max	21	3	63,24	0,00	192,23	154,59	82
variační koeficient	8	30	5	0	7	34	2
<b>rř – 7_8_9</b>							
průměr	25	3	11,48	0,17	28,61	18,79	75
medián	26	3	11,61	0,17	29,25	15,85	74
modus	27	3	11,61	0,17	29,25	26,33	73
rozptyl	2	1	0,42	0,00	1,16	5,37	2
směrodatná odchylka	3	0	0,17	0,00	1,34	28,82	3
interval spolehlivosti	2	1	0,47	0,00	1,31	6,08	2
IS min	23	2	11,01	0,00	27,30	12,72	73
IS max	27	4	11,96	0,00	29,92	24,87	77
variační koeficient	7	25	4	0	4	29	2
<b>žs – 7_8_9</b>							
průměr	38	6	28,29	0,17	81,43	40,09	62
medián	39	6	27,72	0,17	79,92	40,09	61
modus	40	5	29,89	0,17	87,06	40,33	60
směrodatná odchylka	1	1	1,14	0,00	4,12	0,23	1
rozptyl	2	0	1,31	0,00	16,98	0,05	2
interval spolehlivosti	2	1	1,29	0,00	4,66	0,32	2
IS min	37	5	27,00	0,00	76,76	39,77	60
IS max	40	6	29,58	0,00	86,09	40,42	63
variační koeficient	4	11	4	0	5	1	2
<b>žř – 7_8_9</b>							
průměr	39	5	15,34	0,17	40,48	21,28	63
medián	39	5	15,48	0,17	40,48	21,28	62
modus	40	5	15,48	0,17	40,05	22,37	68
směrodatná odchylka	1	0	0,38	0,00	0,44	1,09	3
rozptyl	1	0	0,22	0,00	0,19	1,19	9
interval spolehlivosti	2	0	0,43	0,00	0,60	1,51	3
IS min	37	5	14,91	0,00	39,88	19,77	60
IS max	40	5	15,78	0,00	41,08	22,79	66
variační koeficient	3	1	2	0	1	5	4

**Tab. 23 – Statistika dat pro vzorek 1\_2\_3 – šikmo (šíře 5cm)**

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_x v \Delta l$ [N]	$E$ [%]
<b>mš – 1_2_3</b>							
průměr	36	2	0,77	0,17	3,48	0,61	64
medián	36	2	0,77	0,17	3,48	0,61	64
modus	38	2	0,77	0,17	3,48	0,59	62
směrodatná odchylka	2	0	0,00	0,00	0,00	0,02	2
rozptyl	2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	2
interval spolehlivosti	2	0	0,00	0,00	0,00	0,02	2
IS min	34	2	0,77	0,00	0,00	0,58	61
IS max	39	3	0,78	0,00	0,00	0,63	66
variační koeficient	4	0	0	0	0	3	2
<b>rš – 1_2_3</b>							
průměr	34	1	1,43	0,17	5,40	2,35	66
medián	35	1	1,43	0,17	5,40	2,35	65
modus	31	2	1,05	0,17	5,40	1,80	69
směrodatná odchylka	2	1	0,38	0,00	0,00	0,56	2
rozptyl	4	0	0,14	0,00	0,00	0,31	4
interval spolehlivosti	2	1	0,52	0,00	0,00	0,77	2
IS min	31	0	0,91	0,00	0,00	1,58	64
IS max	36	2	1,96	0,00	0,00	3,12	69
variační koeficient	6	48	26	0	0	24	3
<b>žš – 1_2_3</b>							
průměr	51	3	2,20	0,17	6,33	2,59	49
medián	51	3	2,17	0,17	6,27	2,59	49
modus	49	3	2,09	0,17	6,09	2,74	51
směrodatná odchylka	2	1	0,11	0,00	0,22	0,16	2
rozptyl	3	1	0,01	0,00	0,05	0,02	3
interval spolehlivosti	2	1	0,12	0,00	0,25	0,22	2
IS min	49	2	2,08	0,00	6,08	2,37	47
IS max	53	5	2,32	0,00	6,57	2,80	51
variační koeficient	3	25	5	0	3	6	3

**Tab. 24 - Statistika dat pro vzorek 4\_5\_6 – šikmo (šíře 20cm)**

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_x v \Delta l$ [N]	$E$ [%]
<b>mš – 4_5_6</b>							
průměr	46	7	3,80	0,17	11,84	4,42	54
medián	46	6	3,81	0,17	11,84	4,42	54
modus	42	6	3,53	0,17	11,84	4,57	58
směrodatná odchylka	3	1	0,22	0,00	0,43	0,15	3
rozptyl	12	0	0,05	0,00	0,18	0,02	12
interval spolehlivosti	4	1	0,24	0,00	0,48	0,21	4
IS min	42	6	3,56	0,00	11,36	4,21	50
IS max	50	7	4,04	0,00	12,32	4,63	58
variační koeficient	7	10	6	0	4	3	6
<b>rš – 4_5_6</b>							
průměr	22	1	10,84	0,17	31,11	14,15	76

medián	22	1	10,71	0,17	30,99	14,15	77
modus	22	1	10,58	0,17	30,99	13,78	73
směrodatná odchylka	1	0	0,29	0,00	0,16	0,37	2
rozptyl	0	0	0,08	0,00	0,03	0,13	6
interval spolehlivosti	1	0	0,33	0,00	0,19	0,51	3
IS min	21	1	10,52	0,00	30,92	13,64	73
IS max	23	2	11,17	0,00	31,29	14,66	79
variační koeficient	3	0	3	0	1	3	3

**žš – 4\_5\_6**

průměr	43	5	9,35	0,17	24,43	12,03	57
medián	43	5	9,33	0,17	24,55	12,03	57
modus	45	5	9,81	0,17	25,77	11,85	55
směrodatná odchylka	1	0	0,37	0,00	1,14	0,19	1
rozptyl	1	0	0,13	0,00	1,30	0,03	1
interval spolehlivosti	1	0	0,41	0,00	1,29	0,26	1
IS min	43	5	8,94	0,00	23,14	11,78	56
IS max	44	6	9,77	0,00	25,72	12,29	57
variační koeficient	2	0	4	0	5	2	2

**Tab. 25 – Statistika dat pro vzorek 7 8 9 – šikmo (šíře 32cm)**

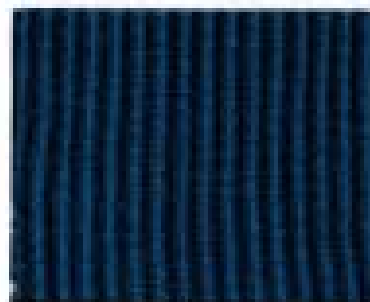
	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_x \cdot \Delta l$ [N]	$E$ [%]
<b>mš – 7 8 9</b>							
průměr	45	7	7,86	0,17	24,29	11,38	53
medián	45	7	7,86	0,17	24,29	11,38	54
modus	46	7	7,77	0,17	24,20	12,80	54
směrodatná odchylka	0	0	0,09	0,00	0,09	1,42	3
rozptyl	0	0	0,01	0,00	0,01	2,00	6
interval spolehlivosti	1	1	0,13	0,00	0,12	1,96	3
IS min	44	6	7,73	0,00	24,17	9,42	50
IS max	46	7	7,99	0,00	24,41	13,34	56
variační koeficient	1	0	1	0	0	12	5
<b>rš – 7 8 9</b>							
průměr	21	2	15,03	0,17	39,96	33,19	79
medián	21	1	15,03	0,17	39,96	33,19	79
modus	21	1	14,99	0,17	40,22	36,16	79
směrodatná odchylka	1	0	0,05	0,00	0,26	2,97	1
rozptyl	1	0	0,00	0,00	0,07	8,85	1
interval spolehlivosti	1	0	0,07	0,00	0,36	4,12	1
IS min	20	1	14,97	0,00	39,60	29,07	78
IS max	22	2	15,10	0,00	40,32	37,31	80
variační koeficient	5	0	0	0	1	9	1
<b>žš – 7 8 9</b>							
průměr	37	5	15,83	0,17	41,79	21,59	63
medián	37	5	15,98	0,17	42,31	21,59	63
modus	39	5	16,28	0,17	43,53	21,91	61
směrodatná odchylka	1	0	0,44	0,00	1,68	0,32	1
rozptyl	1	0	0,19	0,00	2,81	0,10	1
interval spolehlivosti	1	0	0,49	0,00	1,90	0,45	1
IS min	36	5	15,34	0,00	39,89	21,14	61
IS max	39	6	16,33	0,00	43,68	22,04	64
variační koeficient	3	5	3	0	4	1	2

## Příloha 9: Karta testovacích materiálů

### Vzorek 1. – MODRÝ



lic ← ribba →



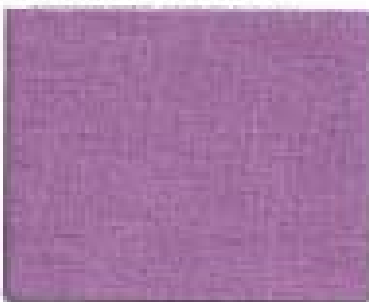
rub ← ribba →

Vazba: zátažná jednoliená podkládaná

Složení: 60 % Tenexel C/ Tenexel, 100% PÓPh

Plošná hmotnosť: 141,264 g/m<sup>2</sup>

### Vzorek 2. – RŮŽOVÝ



lic ← ribba →



rub ← ribba →

Vazba: zátažná obousmerná - italská

Složení: 95% bavlna, 5% elastan

Plošná hmotnosť: 283,654 g/m<sup>2</sup>

### Vzorek 3. – ŽLUTÝ



lic ← ribba →



rub ← ribba →

Vazba: zátažná jednoliená hladká

Složení: 100% bavlna

Plošná hmotnosť: 236,08 g/m<sup>2</sup>