



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

## Diplomová práce

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





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

## Diploma thesis

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



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavína Špičáková**  
Osobní číslo: **T13000094**  
Studijní program: **N3106 Textilní inženýrství**  
Studijní obor: **Oděvní a textilní technologie**  
Název tématu: **Měření roztažnosti a elasticity plošných textilií s ohledem na konstrukci střihů oděvů**  
Zadávací 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: **11. listopadu 2014**

Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2015**

  
Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



  
doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 11. listopadu 2014

## Žádost o změnu termínu odevzdání závěrečné práce

Jméno a příjmení: Pavlína Špičáková

Osobní číslo: T13000094

Studijní program: N3106

Studijní obor: 3106T017-90 / Oděvní a textilní technologie

Zadávací katedra: Katedra oděvnictví

Žádám o změnu termínu odevzdání diplomové práce na květen 2016.

Odůvodnění žádosti: nesplnění zadání diplomové práce

V LIBERCI dne 11.5.2015

Podpis: *Špičáková*

Vyjádření vedoucího práce:

*Soublasim Muzik*

Vyjádření vedoucího katedry:

080116

*Soublasim*

*Ally*

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ  
Katedra oděvnictví



## 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 blížících 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.....	13
1. Oděv.....	14
1.1. Stavba těla.....	15
1.2 Pleteniny .....	16
1.2.1 Vlastnosti pletenin .....	16
1.2.1.1 Pevnost.....	17
1.2.1.2 Tažnost.....	17
1.2.1.3 Pružnost .....	19
1.3 Deformace.....	20
1.3.1 Deformační vlastnosti plošných textilií .....	22
1.3.2 Anizotropie .....	24
1.3.3 Deformace pleteniny .....	25
1.4 Fyzikálně mechanické vlastností elastických textilií a způsoby jejich zkoušení.....	26
1.4.1 Laplaceovi rovnice.....	28
1.5 Možnosti měření tlaku oděvu na tělo a jeho hodnocení .....	29
1.5.1 Fyziologické účinky tlaku oděvu – krevní oběh.....	29
1.5.1.2 Elektrické převodníky tlaku.....	30
1.5.1.3 Hydrostatické metody snímání tlaku .....	31
1.5.1.4 Pneumatické snímání tlaku .....	31
1.5.2 Predikce nepřímého tlaku .....	32
1.5.3 Odvození tlaku z textilního napětí ze zakřivení těla.....	32
1.5.4 Odvození tlaku metodou kupole.....	33
1.5.5 Predikce pomocí numerické metody konečných prvků.....	33
1.6.6 Predikce pomocí měkkého manekýna .....	33
1.6 Manuální a mechanické zkoušky protažení.....	35
1.6.1 Testování síly prodloužení na Instronu (Trhačka).....	35
1.6.2 Quad Load metoda.....	36
1.6.3 Určení poměru pružnosti .....	37
1.6.3.1 Jak určit poměr pružnosti textilie.....	38
1.7 Základní principy padnutí oděvu .....	39
1.7.1 Konstrukce stříhu a očekávané padnutí .....	39
1.7.2 Velikost a padnutí .....	40
1.7.3 Typy padnutí .....	41
1.7.3.1 Kladné využití pružnosti.....	43
1.7.3.2 Oděvní tlak a padnutí.....	43
1.8 Vývoj stříhu z elastických materiálů .....	44
1.8.1 Konstrukce stříhů z pletenin .....	44
1.9 Materiál.....	45
1.9.1 Elastomerové nitě .....	45
1.9.2 Polyamidová vlákna.....	45
1.9.3 TENCEL® .....	47
2. EXPERIMENT .....	48
2.1 EXPERIMENT 1 - Testování vzorků – Labtest 2.05 .....	51
2.1.1 Experiment 1 – Tlak .....	66
2.1.1.1 Průměrná síla na prodloužení o 20cm a komprese .....	67
2.1.1.2 Průměrná teoretická síla potřebná pro prodloužení o 1mm.....	70
2.2 EXPERIMENT 2 - Testování vzorků – Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem .....	72

2.2.1 mat_ž.....	73
2.2.2 mat_r.....	75
2.2.3 mat_m.....	77
2.3 EXPERIMENT 3 - Deformace vzorků – Obrazová analýza .....	79
2.3.1 Deformace vzorků – polokoule.....	86
3. Aplikace poznatků z experimentů do konstrukce oděvu .....	87
3.1 Konstrukce dámského trika .....	89
4. Výsledky a doporučení .....	92
5. Závěr .....	94
Literatura.....	96
Seznam obrázků.....	98
Seznam grafů .....	100
Seznam příloh .....	102

## Seznam použitých zkratk

tzn.	to znamená
např.	například
atd.	a tak dále
obr.	obrázek
tab.	tabulka
a kol.	a kolektiv
2D	dvourozměrný
PA	značka pro polyamid
ČSN	česká technická norma
min	jednotka času - minuta
s	jednotka času - sekunda
mm/min	jednotka rychlosti - milimetr za minutu
mm	jednotka délky - milimetr
cm	jednotka délky - centimetr
m	jednotka délky - metr
m <sup>2</sup>	jednotka plochy - metr čtverečný
Pa	jednotka tlaku - pascal
kPa	jednotka tlaku - kilo pascal
N	jednotka síly – newton
N/m	jednotka síly na délku – newton na metr
g/ m <sup>2</sup>	jednotka hmotnosti na plochu -gram na metr čtverečný
°C	jednotka teploty

## 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 autora 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. Tento fakt je ovlivněn několika faktory. V první řadě potřebou se uchránit před klimatickým prostředím, před pocitem chladu ale i před sluncem. Tento pud funguje od pravěku. Jak se společnost vyvíjela, vyvíjel se i kulturní řád. Od té doby už oděvní neplní jen funkci ochrannou, ale i společenskou. Dle oděvu lze rozeznat jednotlivé příslušníky kast, či různého náboženství. S vývojem kultury společnosti se vyvíjel ruku v ruce i obchod a lidé bohatli. Míra bohatství se odrazila na jejich oděvu a bylo možné rozeznat chudého od bohatého. Samozřejmě kromě klimatických jevů, kulturního prostředí a ekonomického hlediska je třeba brát zřetel i na historii dané lokality. 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 též pohlavím nositele, vzděláním, sociální třídou, či postavením v této třídě. Samozřejmě nikdo nechodí úplně stejně oděvně, 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? Samozřejmě když se pominou 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. Jako první prvek těla – nosný – 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. 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, ale taky funguje jako zásobárna energie pro organismus při období nouze. 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 zřatelně 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 přízí 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
- zátrhovost
- 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 přetrhu. [13]

**Pevnost pleteniny:** [5]

$$F_p = H_x \cdot F_n \cdot K_{vz} \cdot K_{vp} \quad (1)$$

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 – přetrh 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.

Zátěžné pleteniny vykazují zásadní rozměrové změny díky velmi vysoké tažnosti. Oboulící zátěžné pleteniny mají větší příčnou tažnost a naopak obourubní zátěžné 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:

$$\varepsilon = l_p - l_0 / l_0 * 100 \quad (2)$$

kde:

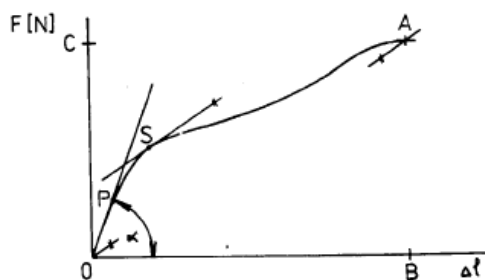
$\varepsilon$  [%] – tažnost textilie

$l_p$  [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

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 textili, 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 působitích „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

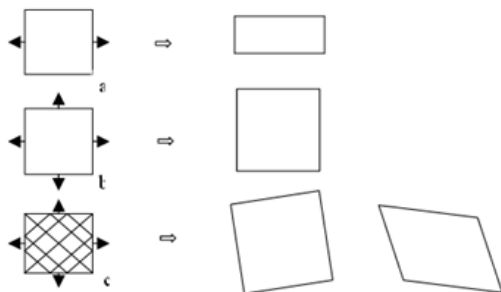
- působení ohybového momentu
- vzpěr (tlak přechází v ohyb)

#### 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 změní 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)

$\Delta x$  [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

$\varepsilon_r$  [%] – tažnost sloupků

$w$  [mm] – rozteč řádků

Určení deformace při zatížení je problémem, protože vycházíme z nějakých předpokladů. Nit 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. Konkrétně u pleteniny se deformuje její základní prvek – očko. Již při počátku deformace pleteniny je patrná deformace smyčky. 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. Tyto vlastnosti se mohou testovat dle numerických modelů pro velmi elastické materiály – Neo-Hookean model (namáhání do 20%), Mooney-Rivlin model a Ogden model (modely pro hyperelastické materiály). Více o využití ve studii [14], dle které byla naměřena nelineární křivka napětí-deformace. To dokazuje anizotropii pleteniny. Dále ve studii [14] bylo uznáno, že vazné prvky pleteniny v modelu podléhají smykové deformaci. 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. Poté se vypočítá tlak při kontaktu modelu oděvu s modelem lidského těla (tlak oděvu) ze síly v oblasti uzlu. Pro ověření platnosti tohoto modelu byla nakreslena na vzorek mřížka, která byla obrazem změn při protažení vzorku. Tento princip čtvercové sítě pro lepší určení deformace v dané ploše byla využita i v experimentální části této diplomové práce.

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 modely tuhého těla, které nepodléhají deformacím. Z toho důvodu lze předpokládat, že získané výsledky lze jen obtížně srovnávat s reálným fyzickým nošením oděvu a jeho tlaku na tělo. Tlak oděvu se mění v závislosti na změně polohy dané části těla. Oděv by měl zajistit snadnou změnu polohy a umožnit pohyb těla. Pokud lze z modelu vypočítat tlak oděvu během změny polohy, je možné tím usnadnit navrhování oděvu pro snadnější pohyb. [14]

## 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.

Vzorky se odebírají dle normy ČSN 80 0071 [9], Proužky se nastříhají ze vzorku ve vzdálenosti minimálně 5mm 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:

$$E = ((\epsilon_p - \Delta\epsilon) / \epsilon_p) * 100 \quad (11)$$

Kde:

E [%] - elasticita

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

$\Delta\epsilon$  [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.

V této práci byla využita norma D 4964 – 96 Standard Test Method for Tension and Elongation of Elastic Fabrics (Constant-Rate-of-Extension Type Tensile Trstiny Machina) [27] a přístroj LABTEST 2.05 se speciálními čelistmi v podobě tyčových činek pro upevnění vzorku ve smyčce. Vzorek byl ve smyčce a zatěžován třemi cykly. Předpětí bylo nastaveno na 0,2N. Cesta horních činek byla nastavena na 100mm. Rychlost protahování se rovná rychlosti deformace 100mm min-1. Tento experiment má simulovat opakované zatěžování oděvu při jeho oblékání a svlékání. Více podrobností viz část 2.1 EXPERIMENT 1 - Testování vzorků – Labtest 2.05.

Pro další typ testování byl vybrán přístroj vycházející ze studií [28] a [29]. Jedná se o nástavec ve tvaru polokoule montovatelný na čelist přístroje Testometric Model M350-5CT. Ve studii [28] a [29] byl tento nástavec použit k testování stlačitelnosti pomocí tvarované plochy. V této diplomové práci má nástavec funkci nedestruktivní 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. Jedná se o experimentální měření bez dostupných norem. Nejpodobnější normou k tomuto

testování je [30], která ovšem neodpovídá rozměrům použitého přístroje ani velikosti testovaného vzorku. Při měření byly převzaty podmínky experimentu 1.

### 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:

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

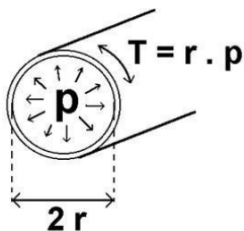
Kde:

T [N/m] – napětí stěny

p [kPa] – tlak uvnitř dutiny

r [m] – poloměr dutiny

h [m] – tloušťka stěny



br. 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 otázky kompresního působení textilie na tělo.

Právě takovým způsobem přezkoumával Merad v roce 1982 vztahy mezi stupněm pružnosti kůže a stupněm pružnosti textilie při působení přiléhavého oděvu na tělo na

základě Laplaceova zákona, kdy napětí je konstantní a tlak mění jen křivky těla. To znamená, že čím menší je křivka, tím větší je působící tlak na povrch těla a opačně. [26]

## **1.5 Možnosti měření tlaku oděvu na tělo a jeho hodnocení**

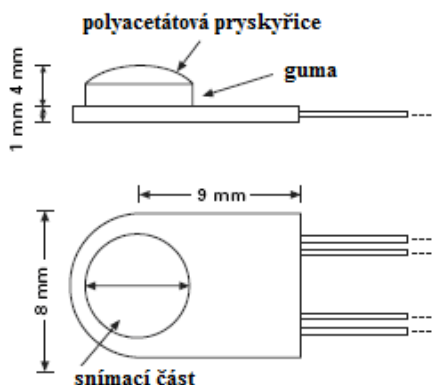
Proběhlo mnoho studií, které se zabývaly určením tlaku oděvu působícího na lidské tělo. Tato problematika je velice zásadní v otázkách zdraví, komfortu a výroby oděvu. Pokud bude oděv příliš těsný, může kromě špatného pocitu z nošení způsobovat i zdravotní komplikace, např. špatnou cirkulaci krve. Ovšem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

### **1.5.1 Fyziologické účinky tlaku oděvu – krevní oběh**

Snímání tlaku lze zajistit množstvím metod, které budou dále uvedeny. 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.

### 1.5.1.2 Elektrické převodníky tlaku

Polovodičové senzory tlaku pro měření distribuce tlaku oděvu jsou velice malé snímače o průměrné tloušťce 1 mm až 6 mm (obr. 4).



Obr. 4 – Dynamický senzor tlaku [12]

Měření probíhá tak, že se mění elektrický odpor v závislosti na snímání jednoosého napětí z měřené oblasti a signál je převeden do tlakového systému. Aby byla zajištěna rovnoměrná detekce tlaku, jsou senzory potaženy vrstvou polyacetalové pryskyřice pro lepší kopírování křivosti těla. Pomocí kalibrace je dosahována vysoká citlivost a opakovatelnost měření.

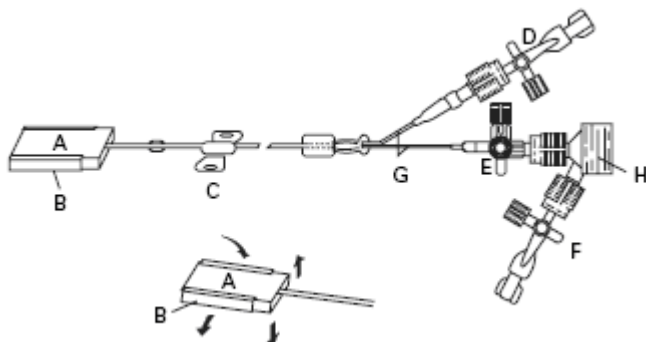
Senzor může detekovat i malé hodnoty oděvního tlaku. Poté záleží na umístění senzorů na tělesu, protože hodnoty se značně liší v rámci umístění. Tlak je závislý na stupni roztažnosti kůže při pohybu a jejím lokálním zakřivení. Při pohybu se tlak zvyšuje a po ukončení pohybu tlak klesne na konstantní hodnoty statického stavu.

Lidské tělo obsahuje měkké tkáně zejména po obvodu břicha. Měkké tkáně byly zde již popsány. Jejich výzkum ukázal, že některé síly dokáže natolik pohlcovat, že na snímač poté působí jen malé složky síly, i když je na břicho působeno velmi velkým tlakem.

[12]

### 1.5.1.3 Hydrostatické metody snímání tlaku

Mitsuno a kol. měřil tlak oděvu pomocí hydrostatického bilančního způsobu, jak je znázorněno na obr. 5.

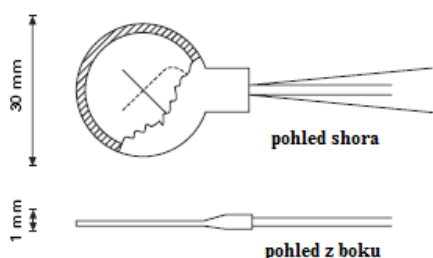


Obr. 5 – Systém měření tlaku – A-kapsa (detektor), B-pouzdro pro upevnění vody v sáčku, C-upevňovací křídlu, D, E, F- tři zastavovací kohouty, H-snímač tlaku [12]

Tato metoda je založena na malých detektorech s činnou plochou citlivou na tlak (kapsa), která je vyrobena z neelastického materiálu s polyethylenovou membránou a naplněna destilovanou vodou. Kapsa, umístěná mezi oděvem a tělem, naváže kontakt s plochou měřeného oděvu v dané oblasti těla. Vyvinutý tlak v kapse se přenáší do tlakového převodníku přes štíhlé trubičky. Vyvolaný tlak oděvu způsobí hydrostatický tlakový rozdíl kapaliny uvnitř kapsy, který se měří manometrem. [12]

### 1.5.1.4 Pneumatické snímání tlaku

Tokuda a kol. použil jako snímač tlaku malý gumový vzduchový polštář jak je znázorněno na obr. 6.



Obr. 6 – Gumový vzduchový polštář [12]

Uvnitř polštáře jsou k sobě připojeny v pravém úhlu dva elektrifikované kusy platinovaného drátu. Vzduchový polštář se vkládá mezi pokožku a měřený oděv a nahustí se do takového stavu, že pneumatický tlak uvnitř právě zlomí elektrický kontakt. Díky tomu je schopen pneumatický polštář snášet tlak oděvu. Tímto způsobem se dají měřit tlaky škrtdlových obvazů. [12]

### 1.5.2 Predikce nepřímého tlaku

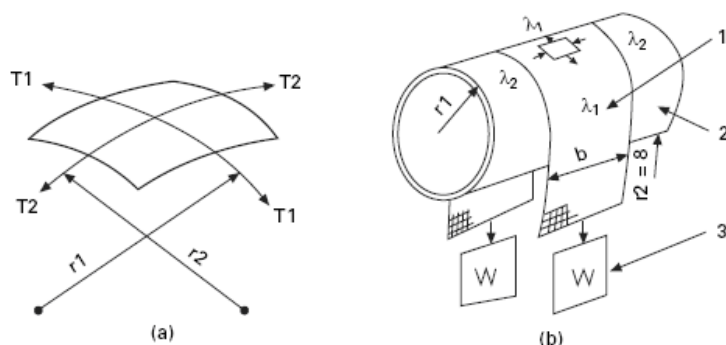
Měření může ovlivnit mnoho faktorů, které mohou zkreslovat naměřená data. Faktory jako nerovnoměrné rozložení tlaku ve snímací oblasti, tlak vyvolaný čidlem v ohybu, změny teploty lidského těla a vlhkost mohou způsobovat kolísání tlaku oděvu, které detekují senzory. Jako alternativní cesta je zkusit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

### 1.5.3 Odvození tlaku z textilního napětí ze zakřivení těla

Yoshimura a kol. odvodil vzorec predikce tlaku pleteného oděvu na koleno, které zahrnovalo napnutí textilie a zakřivení povrchu kolene. Výpočet je založen na úpravě Laplaceovi rovnice.

Vztah napětí-deformace v textiliích s biaxiálním namáháním byl stanoven z hodnot napětí ze 48 snímacích bodů na výrobku.

Ito a kol. ověřil teoretický výpočet z jednoosého tahu deformace textilie. Ve své studii použil válcové modely k výpočtu deformační křivky v oděvním materiálu. Byly použity modely válců s různými poloměry pro simulaci obvodů těla za účelem změřit tahovou deformaci pod oděvním tlakem. Tyto válce byly postupně obaleny třemi různými kompresními textiliemi. Vzorek textilie byl držen v napětí pomocí závaží, aby vyvíjelo tlak na válcový model jako je na obrázku 7.



Obr. 7 – (a) ilustrace textilního napětí a zakřivení, b) zkušební metoda upnutí závaží o různých hmotnostech na textiliích na válcovém modelu [12]

Pro srovnání byla měřena pevnost deformace v tahu. Výsledky ukázaly, že křivka napětí-deformace pro textilie by mohly být použity k predikci tlaku na válcích s použitím vzorce Přesto přesná predikce tlaků platila jen u nízkých tahových modelů, které nesnižovaly průměr tělesa bez ohledu na použitém tlaku.

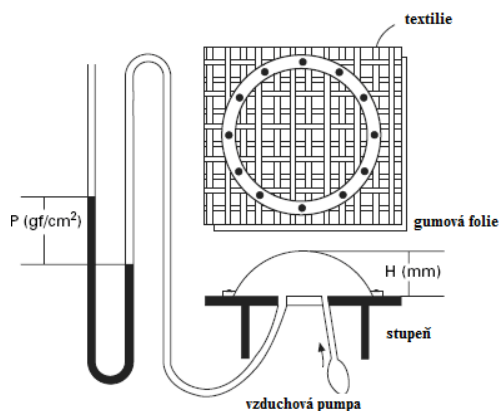
S cílem sladit subjektivní pocit komfortu, pocit tlaku a tvarovací účinky s objektivním měřením tlaku lidského těla Yu a kol. našli vztah mezi komfortním tlakem, tělesným



tukem a zakřivením. V experimentu byly použity části lidského těla v eliptickém tvaru a zakřivení tělesa bylo odvozeno od pasu, břicha a boků za použití rovnic. [12]

#### 1.5.4 Odvození tlaku metodou kupole

Kawabata a kol. odhaduje oděvní tlak z deformace textilie pomocí experimentálního systému. Na základě modelu textilie byl položen gumový podklad ve formě filmu v kruhovém rámu nebo v eliptickém rámu jako je na obrázku 8. Do prostoru mezi pryžovým filmem a stupněm je čerpán vzduch. Film spolu s modelem textilie na něm vytvoří zakřivený povrch jako kupole. Tlak se měří pomocí manometru, když výška kupole dosáhne rozměru 30mm a 48mm.



Obr. 8 – Zařízení pro měření tlaku metodou kupole [12]

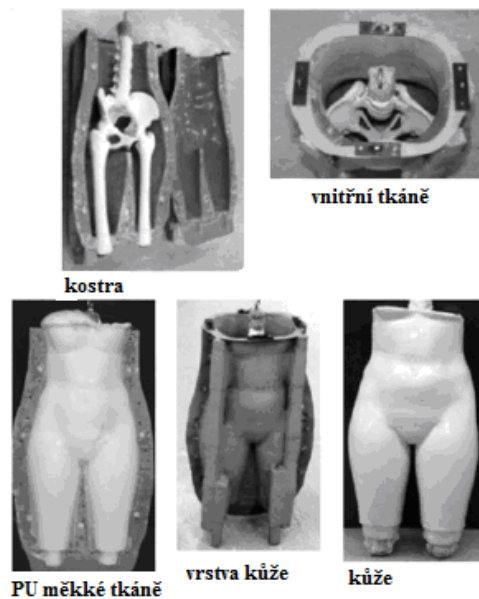
#### 1.5.5 Predikce pomocí numerické metody konečných prvků

Zhang vyvinul biomechanický model pro studium dynamického rozložení tlaku mezi podprsenkou a prsem během nošení. Biomechanický model lidského těla se skládá ze tří vrstev materiálů s různými mechanickými vlastnostmi – kůže, měkké tkáně a kosti. Vycházel z teorie kontaktní mechaniky a analyzoval mechanické vlastnosti lidského těla a oděvu. Metoda konečných prvků se používá v časové oblasti pro odvození numerického řešení pro dynamický model kontaktu. Ten byl schopen generovat kvalitní popis rozložení tlaku oděvu, deformaci lidského těla a vnitřní napětí v kůži.

#### 1.5.6 Predikce pomocí měkkého manekýna

Yu a kol. se pokusili nahradit živé probandy pro studie montáže oděvů a tlakové zkoušky (obr. 9). Manekýna byla vyvinuta pomocí „kostry“ ze skleněných vláken, polyuretanové pěny jako „tkáně“ a silikonového kaučuku jako „kůže“. Celkové fyzikální vlastnosti, povrchové vlastnosti pružnosti a zejména vzhled tvrdí, že se velmi

podobá torzu spodní ženské části lidského těla. Studie umožnila srovnání měření tlaku získaných na živém člověku a získaných z měření této figuríny pomocí snímačů tlaku. Na základě měření měkké figuríny byly naměřeny podobné hodnoty tlaku. [12]



**Obr. 9 – Struktura měkké manekýny [12]**

Přípustná úroveň tlaku na probanda úzce souvisí s tělesnou tuhostí měkkých tkání. Rozložení tlaku závisí především na geometrii vzoru, biomechanických vlastnostech a úrovni tolerance napětí. Tato tolerance tkáně zahrnuje kritéria poškození tkáně a adaptační mechanismy tkáně v reakci na vnější zatížení.

**Z toho vyplývá, že každé lidské tělo dokáže snést určitý kritický tlak po určité době, protože v sobě má zabudované obranné mechanismy na jeho detekci. Tato detekce je závislá na množství měkkých tkání.**

## 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. Ve studii [15] bylo pro testování využito necyklického protažení o 100% původní délky vzorku.

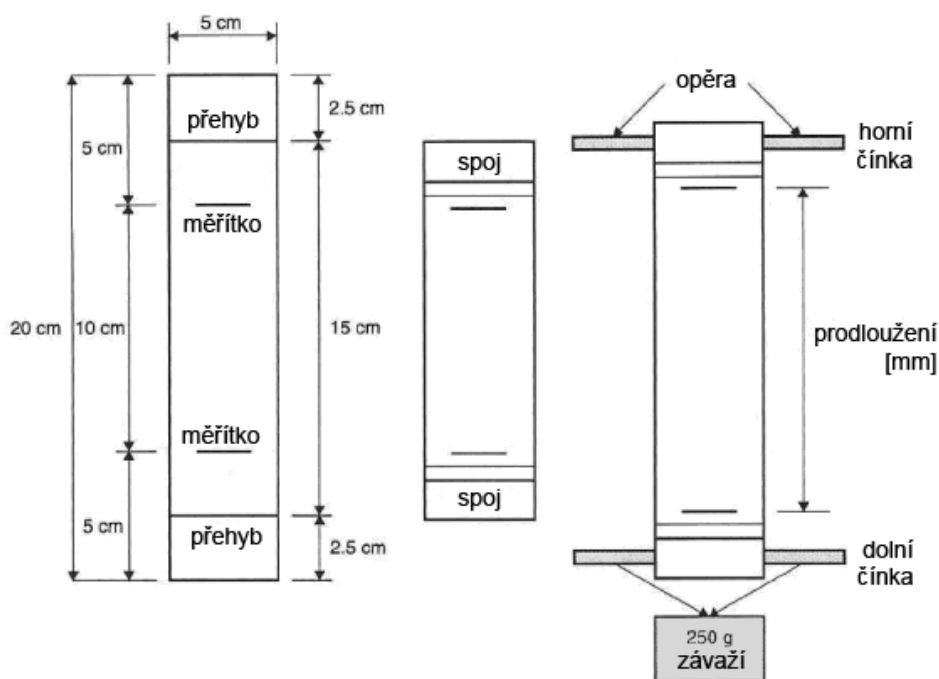
Denon (1972) porovnával vztah mezi elasticitou, padnutím, komfortem a pohybem. Bylo zjištěno, že elastický výrobek v oblastech sedu u různých oděvů v opotřeбенí byl napínán méně, než byla maximální síla procenta protažení.

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 střihů. Očekávalo se, že roztažnost v řádku bude větší než v sloupku, což je dojem získaný zkušenostmi. Tato fakta významně ovlivňují implikaci v orientaci střihů a profilové geometrii. Přesto návrhář a technolog střihů 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 střihu 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. 10 – 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, která si neklade za cíl replikovat podmínky dle norem, a proto dochází k určitým nesrovnalostem. Při vypracování střihů 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.

#### **Stabilní pleteniny                    18%-25%                    12,5cm až 15,8cm**

Stabilní pleteniny vykazují velmi malou pružnost a musí umožnit, aby výrobek dával tělu snadnou možnost pohyblivosti během užívání. Stabilní pleteniny jsou často „nadrozměrné“, velké, aby umožnili volnost samotného výrobku.

#### **Středně pružné pleteniny    26%-50%                    12,5cm až 18,4cm**

Tento typ pleteniny je o něco pružnější, než stabilní pletenina. Příkladem jsou interlokové pleteniny, žerzej atd.

#### **Pružné pleteniny                    51%-75%                    12,5cm až 22,2cm**

Pro příklad sem patří velur, pružné froté a některé pleteniny určené pro výrobu triček atd.

#### **Superpružné pleteniny        76%-100%                    12,5cm až 25,4cm**

Vynikají svou schopností návratu do původní podoby, vhodné pro legíny, body, trikoty, plavky atd. Často obsahují vlákna spandexu nebo lycry. Elastické vlákna v těchto typech pletenin se umí natáhnout na větší rozměr, než je originální délka (šířka) výrobku a navrátit se zpět.

#### **Žebrové pleteniny                    více než 100%                    12,5% až 25,4cm**

Známe je jako tradiční pleteniny vyráběné vazbou „hladce-obrace“. Žebrové vazby jsou závislé na střídání oček (např. 1 x 1 žebro bude pružnější než 2 x 2, 3 x 3 atd.). Žebro vzniká střídáním oček na dvoulůžkovém pletacím stroji. Tím pádem se pletenina nekrotí. Příkladem využití jsou žebrované manžety, žebrované pasové límce, roláky a zakončení průkrčníků.

#### **Svetrové pleteniny                    18% - 50%                    12,5cm až 19cm**

Svetrové pleteniny jsou pleteniny typické pro svetry a svetrové šaty. Jsou vyrobeny na silných jehlicích ze silnějších přízí. Často působí hrubším, objemnějším a teplejším dojmem.

#### **Pružné tkaniny                    méně než 18%                    12,5cm se vytáhne na 15cm**

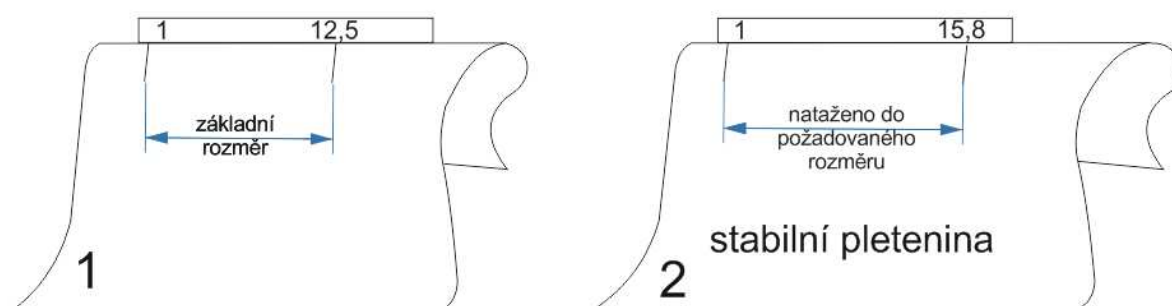
Pružné tkaniny jsou vyrobeny s příměsí elastického vlákna např. lycry. Jsou pružné, i když se jedná o tkaniny. Výrobky z těchto typů tkanin by se měly při konstrukci dobře korigovat ve svých přídavicích. Buď je zcela odstranit, nebo redukovat.

### 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 textilii 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 odstřihu 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).

Pokud je stabilně pružný poměr 25%, měla by se ideálně použít na výrobek stabilní pletenina. Pokud se vzorek pohodlně natáhne na 18,4cm, jedná se o středně pružnou pleteninu s poměrem 50%. Pokud se vzorek protáhne na 22,2cm, jedná se o pružnou pleteninu s poměrem 75%. Pokud se vzorek protáhne na 25,4cm, jedná se o superpružnou pleteninu s poměrem 100%. Pokud se úsek protáhne o více než 25,4cm, jedná se o žebrovanou pleteninu s poměrem nad 100%. [22]



Obr. 11 – 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*

Vypracování základního stříhu znamená souhrn empirických postupů, které zahrnuje koordinaci stejných proporcí. Stříh je jednoduchého tvaru bez dalších úprav a slouží jako naprostý základ pro vytváření jednotlivých fazón oděvů.

#### 2.) *návrh rozvinutí povrchu*

Rozvinování povrchu je modifikací základního stříhu, který je poté pomocí manipulace upraven do požadované podoby dle požadavků.

#### 3.) *modelování materiálu ve formě drapérie na figurínu nebo tělo ve statické poloze*

Modelování materiálu ve formě drapérie je modelování, či zavěšování textilie na figurínu nebo lidské tělo, které je většinou následně převedeno na papír. Modelovaný oděv může být buď základním stříhem pro daný oděv, nebo jako základ kreativního designu.

Čtvrtou metodou je *možnost používat všechny tři metody současně*. Tuto metodu často využívají návrháři a designéři převážně jako kreativní tvorbu stříhových podkladů.

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. Většina základních stříhů je oděvními firmami používáno a upravováno, inovováno a zlepšováno v průběhu let pro mnoho různých lidí. Konvenční konstrukční metodiky stříhů pro nepružný materiál mají zabudované snadno odvoditelné přídavky. Je velmi obtížné matematicky určit vztahy mezi aplikovanými přídávky ke stříhu 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 stříhů nahoru nebo dolů. Tento postup ovšem ani zlomkem nestačí pokrýt nekonečnou variaci proporcí lidského těla populace. Tvar těla není jednoduchou položkou při aplikaci hodnot v konstrukci. Zopakování těchto stejných tvarů převedených na 2D stříh 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. Více podrobností je uvedeno v [22]. Designer může určit konkrétní padnutí a siluetu oděvu nebo konstruktér musí používat svůj vlastní úsudek a zkušenosti k určení padnutí. Módní trendy rovněž určují padnutí, ovšem samy o sobě vždy potřebují zásah zkušených odborníků. Některé sezóny vyžadují volnou siluetu, kdy oděv nezvýrazňuje pas, zatímco jiné období zase předurčuje plně obepínající oděv. Proto jak návrhář, tak 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.

### 1. Těsné padnutí

Když má oděv těsně padnout, předpokládá se, že obepíná tělo. Pro konstrukci se použijí hodnoty přímo naměřené na těle bez technologických přídaveků. Konkrétněji k přídavekům v [22]. I když těsné padnutí může být příliš extrémní, nebo příliš těsné pro konečný oděv, je snadnější vytvořit z těsného padnutí volnější oděv, než naopak.

### 2. Semifit

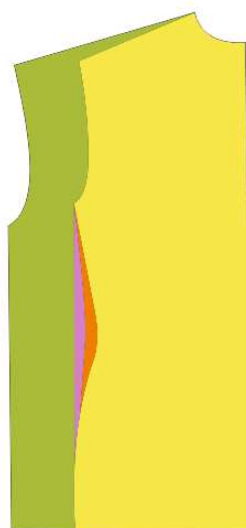
Semifit je napůl cesty mezi těsným padnutím a volným střihem. Je mírně volnější kolem pasu. Tento typ je volen jako nejčastější typ padnutí, protože obecně padne největší skupině nositelů.

### 3. Volný střih

Volné padnutí nemá tvarování v pase, od hrudní přímky je vedena rovná linie k sedové přímce.

### 4. Oversize

Dobrým příkladem jak vypadá padnutí oversize jsou mikiny a tepláky. Oversize je myšleno jako nadvelikost pro konfekční padnutí, kdy nositel může vypadat jakoby „zdědil oděv po starším a mnohem větším sourozenci“.



Obr. 12 – Žlutá – těsné padnutí, oranžová - semifit, fialová – volný střih , zelená – oversize [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, obtáčených různými způsoby, je prakticky neomezená. Pro volbu elastomerové nitě není rozhodující způsob jejího obtáčení, ale požadované charakteristiky elastické textilie/výrobku.

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.

V závislosti na stupni elastické roztažnosti je nutno rozdělit všechny elastické plošné tkaniny a pleteniny do tří základních skupin (viz kapitola 1.8.1 Konstrukce stříhů z pletenin).

Podle způsobu použití se dělí elastické pletené a tkané 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 %.

Obtáčené elastomerové nitě se používají v širokém rozsahu pro výrobu osnovních i zátažných pletenin a v pletařském průmyslu 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 do jisté míry i v některých vlastnostech. Výchozí materiál pro oba druhy je ropa, ze které vznikají chemickým procesem základní suroviny. Oba typy jsou

zvlákňovány z roztaveného polymeru do šachty a je možné vlákna vytvarovat do různých profilů průřezů, včetně mikrovláken. Následným dlužením vlákno získává konečné, zejména mechanické, vlastnosti. V sortimentu vyráběných typů se vyrábí: monofil, multifil, kabílek, kabel, stříž, a jako speciální výroba bikomponentní vlákno. Největší rozšíření je u typu Nylon (polyamid 6.6) s vyšší tepelnou odolností a trvanlivostí. Kromě hladkého vlákna monofilu se vyrábí multifil a to jak hladký tak tvarovaný, kabílek převážně tvarovaný, kabel a stříž. Rovněž je třeba zmínit výrobu polyamidových žíní a vlasců. Vzhledem k tomu, že se jedná o termoplastická vlákna, je zapotřebí výrobky z nich vyrobených tepelně fixovat. [7]

Vlákna jsou pevná a elastická, mají vynikající odolnost vůči oděru (asi 10x větší než bavlna

a 2x větší než polyesterová vlákna) a dobrou tvarovou stálost. Vlákna se dobře barví dle svého typu. 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. Vlákna jsou hořlavá. Těžko se zapalují, po zapálení hoří žlutomodrým plamenem a odkapávají z nich kuličky taveniny. Při hoření vydávají aromatickou vůni.

Působením kyseliny se vlákna poškozují, 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, a to hlavně ve formě hedvábí. Dámské punčochy a punčochové kalhoty se vyrábějí téměř výhradně

z polyamidového hedvábí, které se ve velké míře používá i při výrobě ostatních punčochových výrobků. Polyamidové hedvábí se používá při výrobě dámského spodního prádla i pro 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.

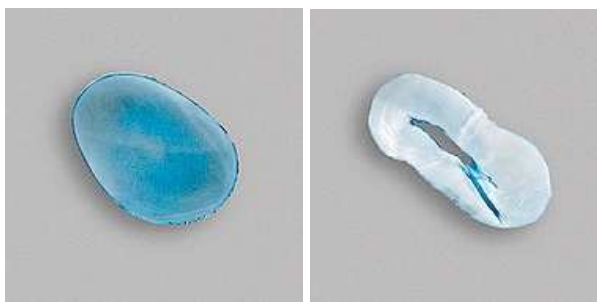
Polyamidová vlákna se uplatňují ve velké míře při výrobě bytových textilií, koberců, záclon, dekoračních a potahových textilií. Využívají se i v technické oblasti, např. při výrobě dopravních pásů, lan, filtračních materiálů, padáků.

### 1.9.3 TENCEL®

TENCEL je registrovaný název a zároveň obchodní název vlákna společností Lenzing. Tencel se vyrábí aplikací chitosanu v průběhu výroby lyocelového vlákna. Chitosan je deacetylovaný chitin. 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. Eukalyptus se pěstuje v subtropickém pásmu. Na pěstování není třeba tolik půdy a hnojiv jako na bavlnu. Plocha, která je třeba pro vypěstování bavlny na jedno tričko je srovnatelná pro výrobu deseti triček z Tencelu. Firma Lezing tvrdí, že výroba vláken je sama o sobě velmi šetrná k životnímu prostředí. K výrobě Tencelu firma získala kolem 100 patentů. Chlubí se, že rozpouštědlo k výrobě je možno 100% recyklovat – za tento počin Lezing získal „Evropskou cenu pro životní prostředí“ Evropské unie. [21] Podobná prohlášení mohou získat plusové body mezi veřejností a potenciálními zákazníky, nicméně odborník se k nim musí stavět skepticky.

Tencel má lepší vlastnosti odvodu vlhkosti než bavlna. Vlákno je hydrofilní a dokáže navázat vlhkost dovnitř vlákna, takže působí přirozeně antimikrobiálně. Chitosan vykazuje vliv na hojení při poranění. Osvědčuje se jako hemostatikum (zastavení krvácení). Vlákno působí na gram pozitivní bakterie. [20] Proto je vlákno velmi vhodné pro zdravotní aplikace. Vlákno má hladký povrch s kruhovým průřezem – textilie jsou proto hladké, mají nízké tření a tencelové výrobky mají chladivý suchý omak.



Obr. 13 – Průřez vlákna TENCEL® [21] Obr. 14 – Průřez vlákna bavlny [21]

## 2. EXPERIMENT

Na počátku testování jsou 3 vzorky pleteniny s různým složením. Všechny pleteniny jsou zátažné. 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, Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem ve tvaru polokoule pro simulaci cyklického průtlaku a obrazová analýza v programu Nis-Elements k určení plošné deformace. 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.

1.) složení: 60 % Tencel C/ Tencel, 100% POPh

Pro experiment 1: šíře vzorků: 5cm, 20cm, 32cm

označení: vzorek modré barvy \_ dle měření v jednotlivých směrech

*m\_sl - modrá měřená po sloupku*

*m\_ř - modrá měřená po řádku*

*m\_š - modrá měřená šikmo (45°)*



**Obr. 15 – Ukázka materiálu**

2.) složení: 95% bavlna, 5% elasthan

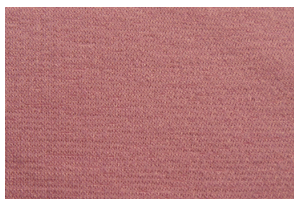
Pro experiment 1: šíře vzorků: 5cm, 20cm, 32cm

označení: vzorek růžové barvy \_ dle měření v jednotlivých směrech

*r\_sl - růžová měřená po sloupku*

*r\_ř - růžová měřená po řádku*

*r\_š - růžová měřená šikmo (45°)*



**Obr. 16 – Ukázka materiálu**



3.) složení: 100% bavlna

Pro experiment 1: šíře vzorků: 5cm, 20cm, 32cm

označení: vzorek žluté barvy \_ dle měření v jednotlivých směrech

ž\_sl - žlutá měřená po sloupku

ž\_ř - žlutá měřená po řádku

ž\_š - žlutá měřená šikmo (45°)



**Obr. 17 - Ukázka materiálu**

Za první důležité testování je považováno ověření, zda velikost vzorku ovlivňuje velikost potřebné síly k jeho deformaci o určité procento protažení. Pro toto měření bylo využito přístroje LABTEST 2.05 se speciálními čelistmi v podobě tyčových činek pro upevnění vzorku ve smyčce. Vzorek je fixován ve své šíři na obou činkách. Byla využita norma *D 4964 – 96 Standard Test Method for Tension and Elongation of Elastic Fabrics (Constant-Rate-of-Extension Type Tensile Trstiny Machina)*. 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. Není předmětné požadovat maximální sílu do přetrhu vzorku, proto se vzorky 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.

Z tohoto důvodu byly všechny vzorky testovány za stejných podmínek s předem určeným posunem příčnicku. Byla zvolena vzdálenost kolik milimetrů příčnick protáhne – zdeformuje - vzorky. Z těchto dat bylo možné určit všechny potřebné informace pro další zpracování dat, mimojiné i pro výpočet síly potřebné pro deformaci o zvolené procento protažení.

Všechny vzorky měly stejné podmínky měření. Délka vzorků byla stejná. Byly využity tři šířky vzorku (viz tab. 1). Délka byla protahována vždy o stejný rozměr. Jednalo se o cyklické namáhání - proběhly 3 cykly měření, vždy s 15 sekundami relaxace při napnutí a při uvolnění vzorku. Na vzorcích byla zakreslena čtvercová síť.

Z dat bylo určeno prodloužení vzorku, zbytkové protažení vzorku (předpokládaná elastická deformace – vratná), elasticita, minimální síla zatěžování, maximální síla zatěžování, průměrná síla z celkového měření (3 cykly) a průměrná síla při dosažení 1. cyklu.

Jako následující krok bylo určení závislosti velikosti vzorku a aplikované síly. Z dat byla dle vzorce vypočtena síla potřebná pro prodloužení o 1mm. Když byly vypočteny tyto údaje, lze teoreticky určit množství síly potřebné o zvolené procento protažení (rozměr v milimetrech).

Dále lze zde teoreticky určit tlak (kompresi) vzorku, 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] – šířka 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

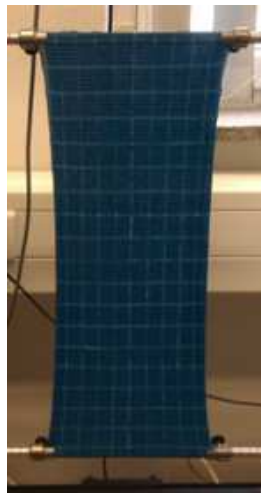
## 2.1 EXPERIMENT 1 - Testování vzorků – Labtest 2.05

Z každého souboru vzorků (3 šíře vzorků, vždy ve směru sloupku, řádku a šikmo) je vytvořena tabulka deformace konkrétních vzorků v délce vzorku (viz. příloha - tab.3, tab.4, tab.5). Délka vzorku byla měřena před testem, 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.

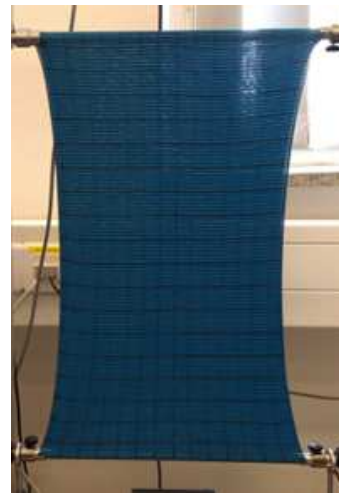
Dá se potvrdit, že průběh měření je u všech vzorků stejný. Každý vzorek dosahuje maximální síly při prvním cyklu měření. Z důvodů délky smyčky měřitelná síla zaznamenávaná přístrojem není od 0 na ose x. Vždy se vzorek musí napnout na určitou vzdálenost – pohyb příčnicku, aby přístroj dokázal vůbec nepatrné hodnoty síly měřit. Přístroj byl nastaven na předpětí 0,2 N. To znamená, že po dosažení vrcholu cyklu, relaxace (15s) a uvolnění napětí příčnick nedosáhl na ose y hodnot 0 N ale hodnot předpětí. Příčnick byl nastaven na vzdálenost 100mm, tzn. vzorky byly celkově namáhány o 20cm (vzorek v podobě smyčky).



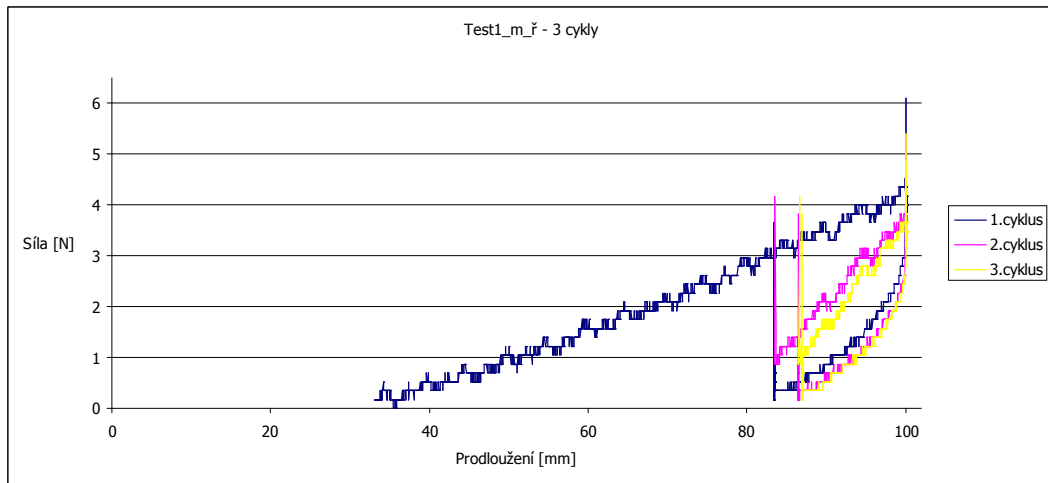
Obr. 18 – test1\_m\_ř



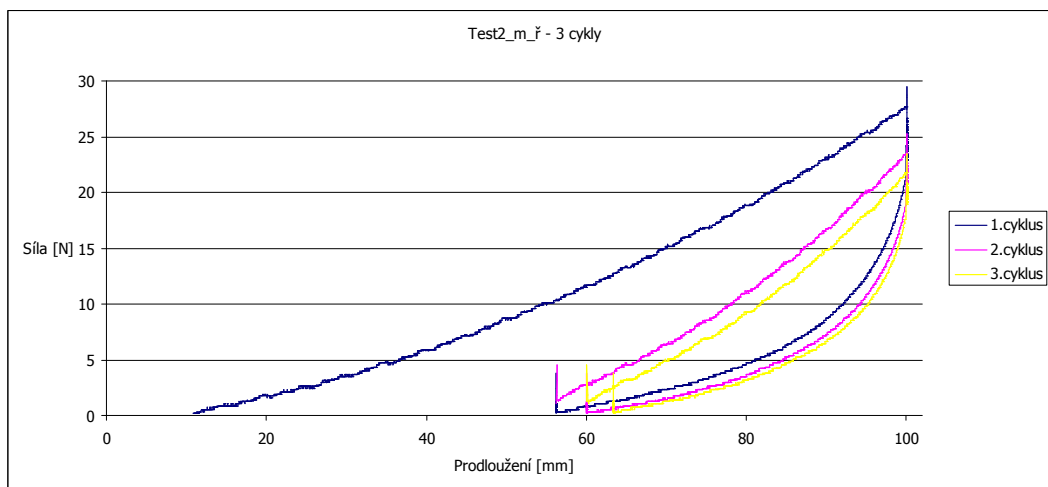
Obr. 19 – test2\_m\_ř



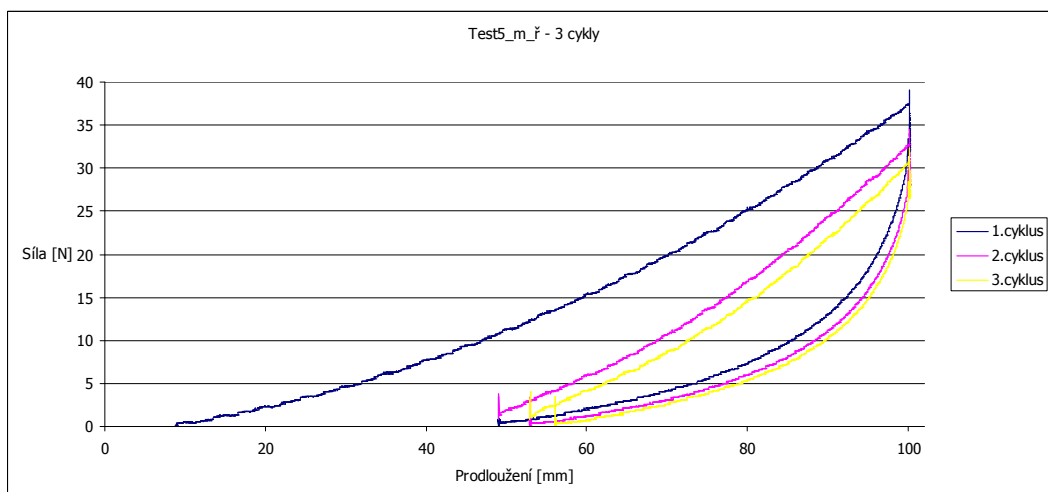
Obr. 20 – test5\_m\_ř



**Graf 1 – test1\_m\_ř - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



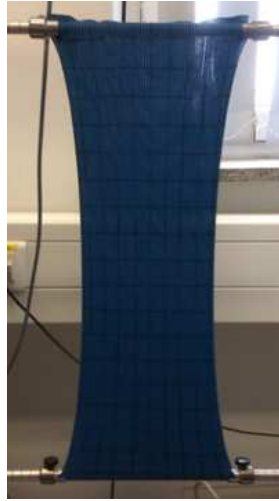
**Graf 2 – test2\_m\_ř - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



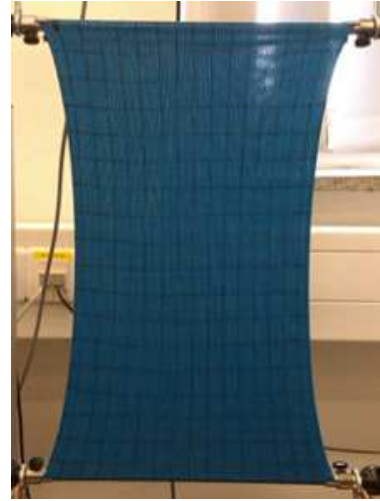
**Graf 3 – test5\_m\_ř - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



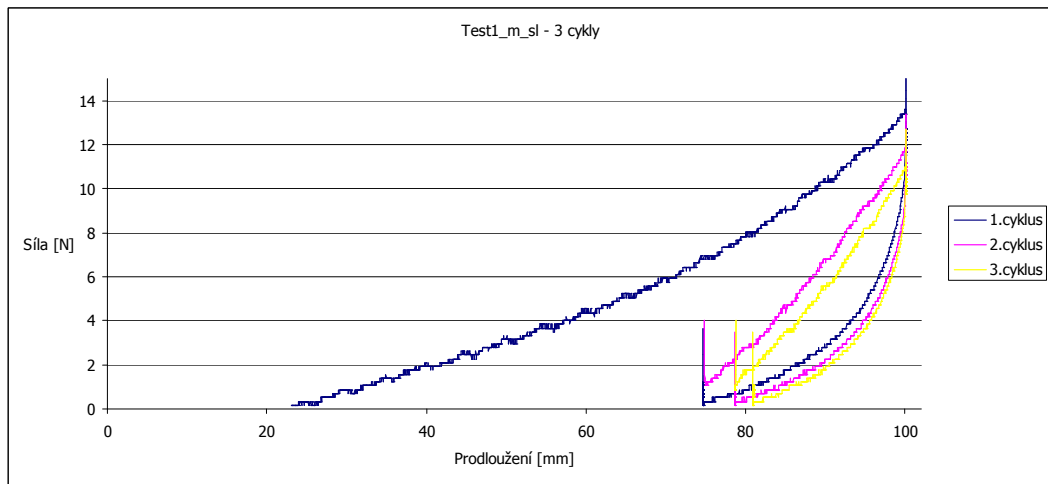
Obr. 21 – test1\_m\_sl



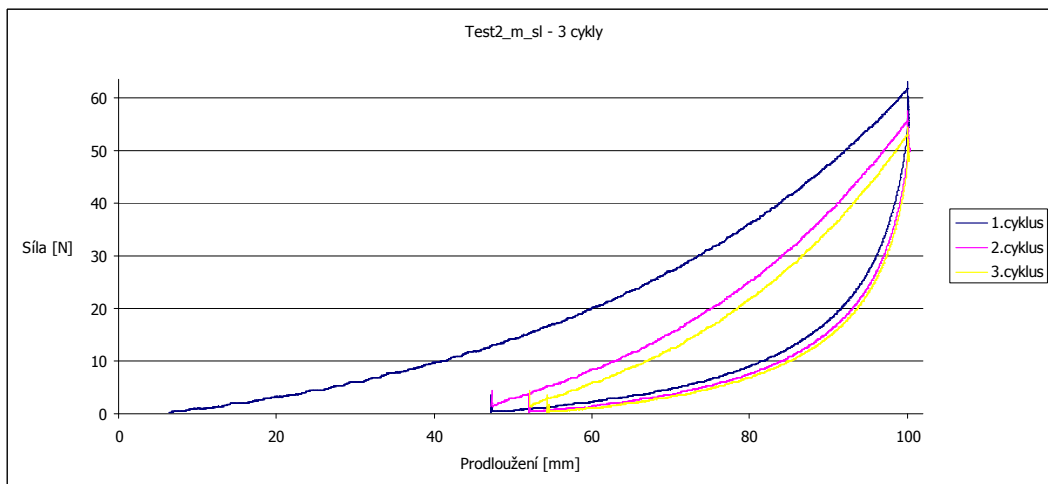
Obr. 22 – test2\_m\_sl



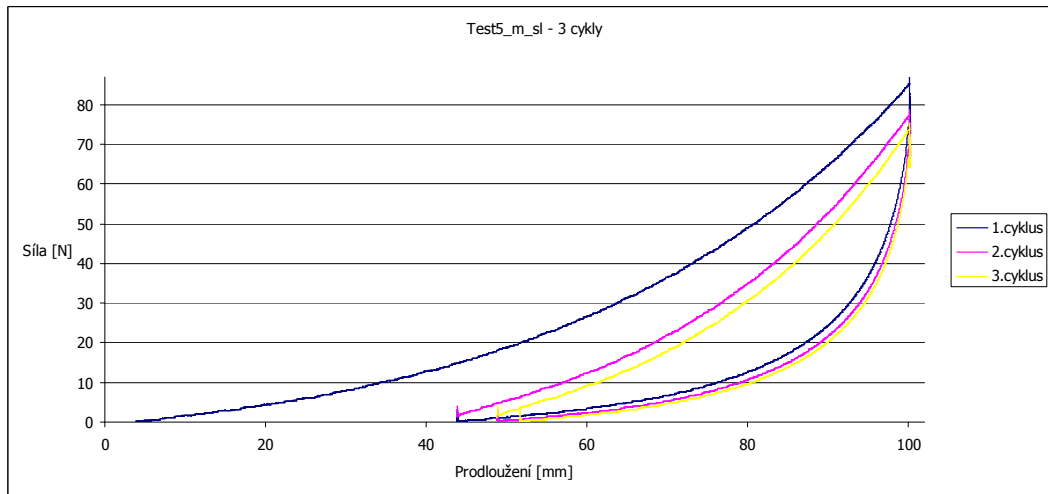
Obr. 23 – test5\_m\_sl



Graf 4 – test1\_m\_sl - osa x – prodloužení  $\epsilon$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



Graf 5 – test2\_m\_sl - osa x – prodloužení  $\epsilon$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



**Graf 6 – test5\_m\_sl - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



**Obr. 24 – test6\_m\_š**

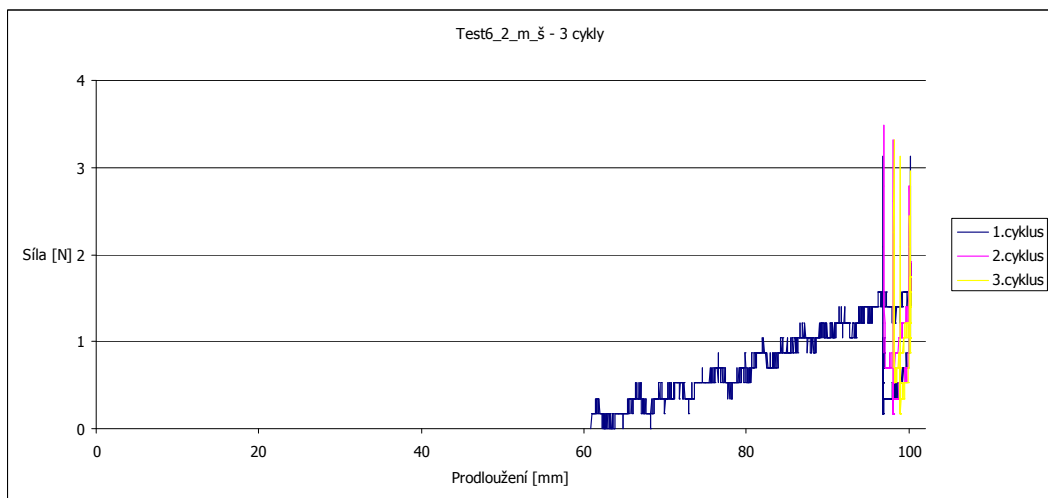


**Obr. 25 – test7\_m\_š**

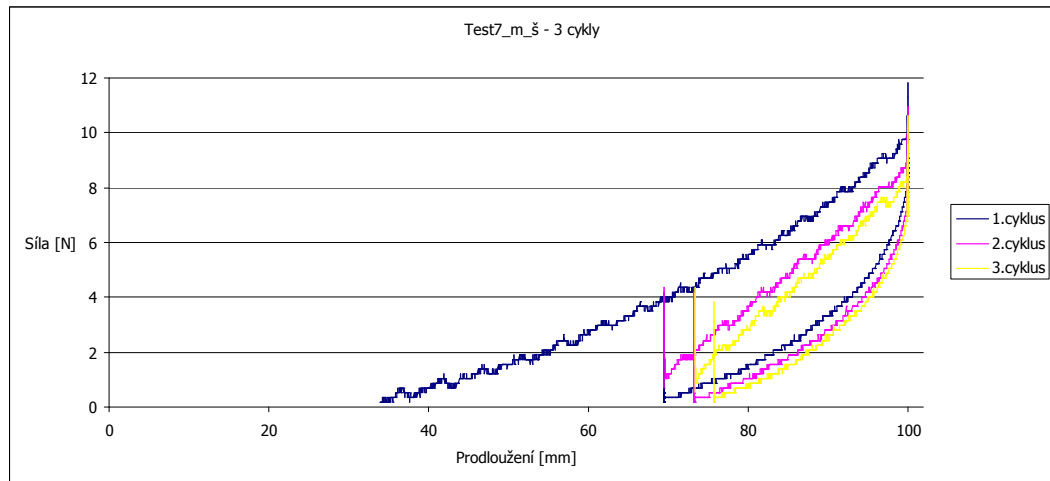


**Obr. 26 – test8\_m\_š**

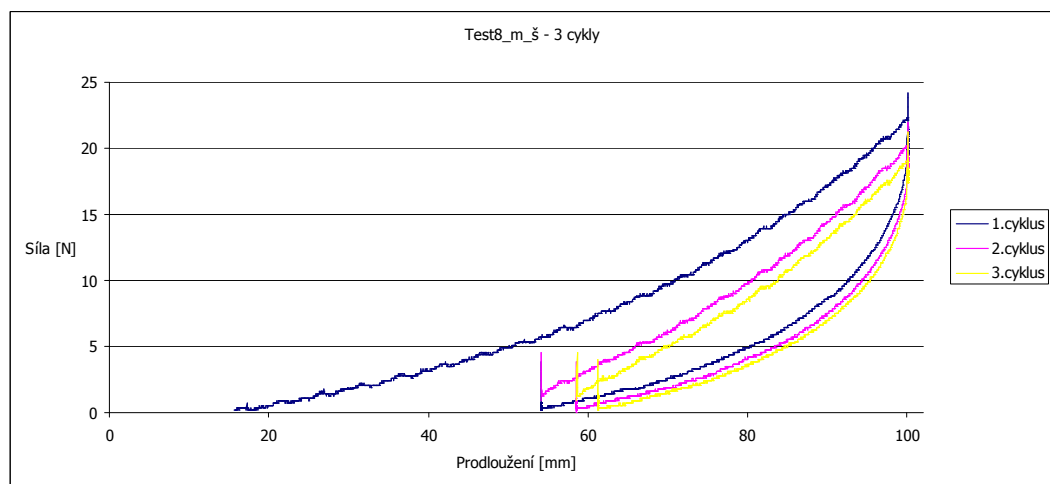
Pozn.: Vzorek test6\_m\_š nebyl relevantně změřen z důvodů přetáčení se kolem vlastní osy mezi čelistmi trhačky. Proto jako graf bude uveden druhý měřený vzorek test6\_2\_m\_š.



**Graf 7 – test6\_2\_m\_š - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



**Graf 8 – test7\_m\_š - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



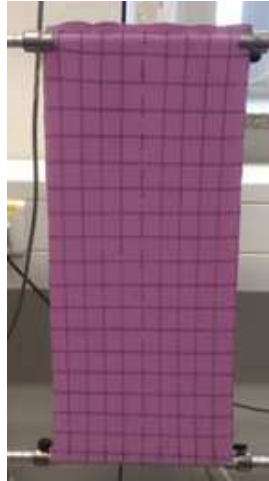
**Graf 9 – test8\_m\_š - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**

Z grafů z měření na Labtestu 2.05 je patrné, 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).

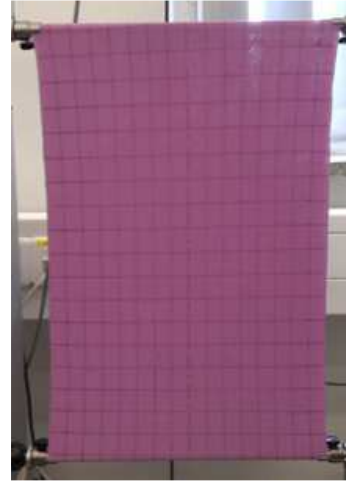
Z výsledků z tabulky 2 (viz. příloha) v posledním sloupci zvýrazněném žlutě (1/2Pv-1/2Rv) je patrné, že vzorky měřené v šikmém směru dokáží absorbovat deformaci a struktura pleteniny se dokáže uspořádáním „zmenšit“, zkrátit na menší rozměr, než byl původní – před měřením. Hodnoty v tomto sloupečku udávají konečnou deformaci délky vzorku na polovinu jeho plochy. Vzhledem k délce vzorku jsou hodnoty konečné deformace zcela zanedbatelné. Předpokládá se, že tato deformace může být mírně odstraněna praním.



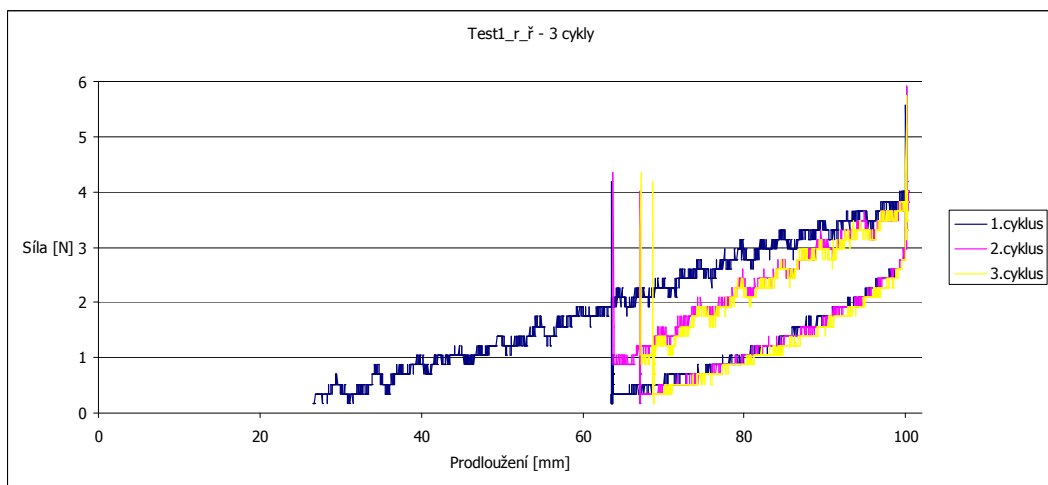
Obr. 27 – test1\_r\_ř



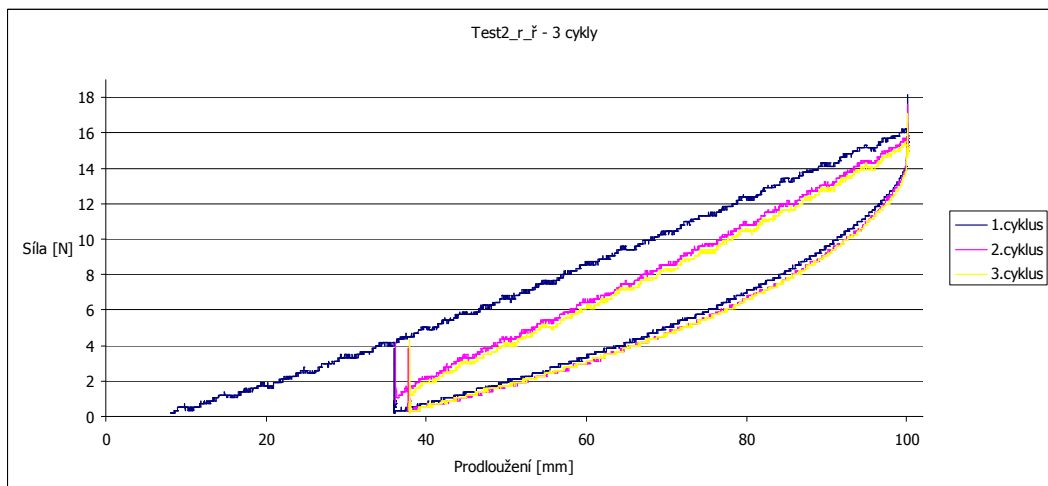
Obr. 28 – test2\_r\_ř



Obr. 29 – test5\_r\_ř

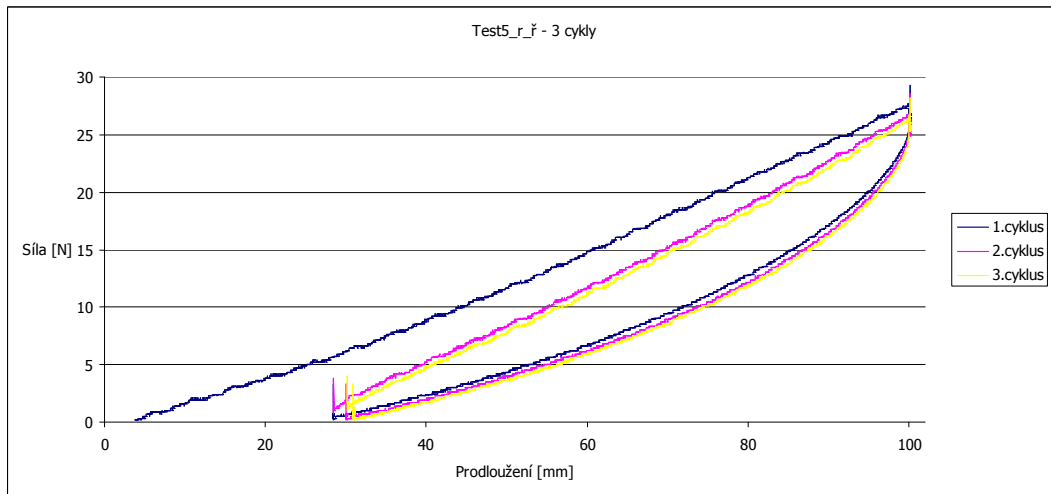


Graf 10 – test1\_r\_ř - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla  $F$  [N] na prodloužení



Graf 11 – test2\_r\_ř - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla  $F$  [N] na prodloužení





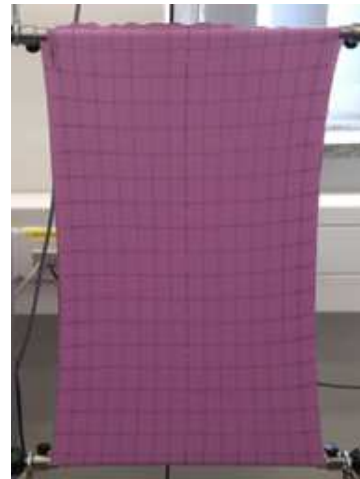
**Graf 12 – test5\_r\_ř - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



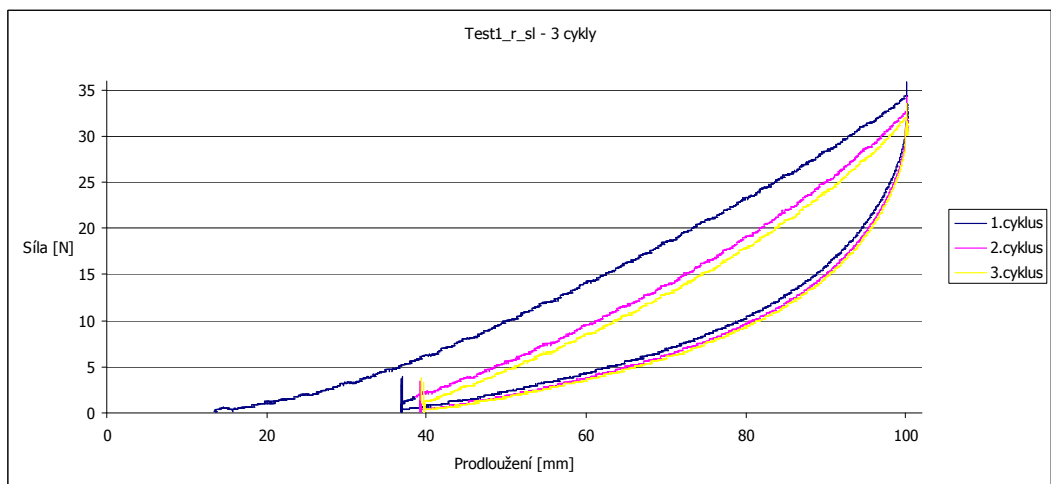
**Obr. 30 – test1\_r\_sl**



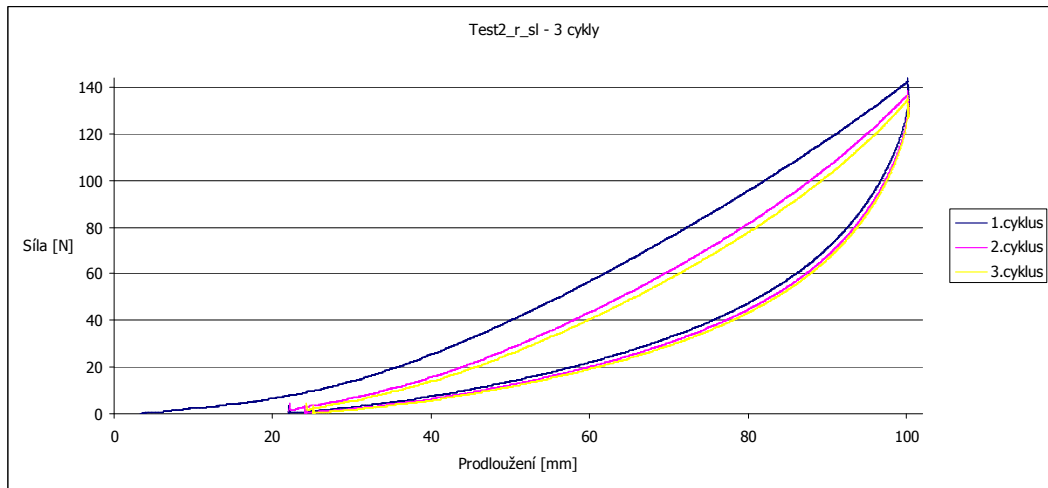
**Obr. 31 – test2\_r\_sl**



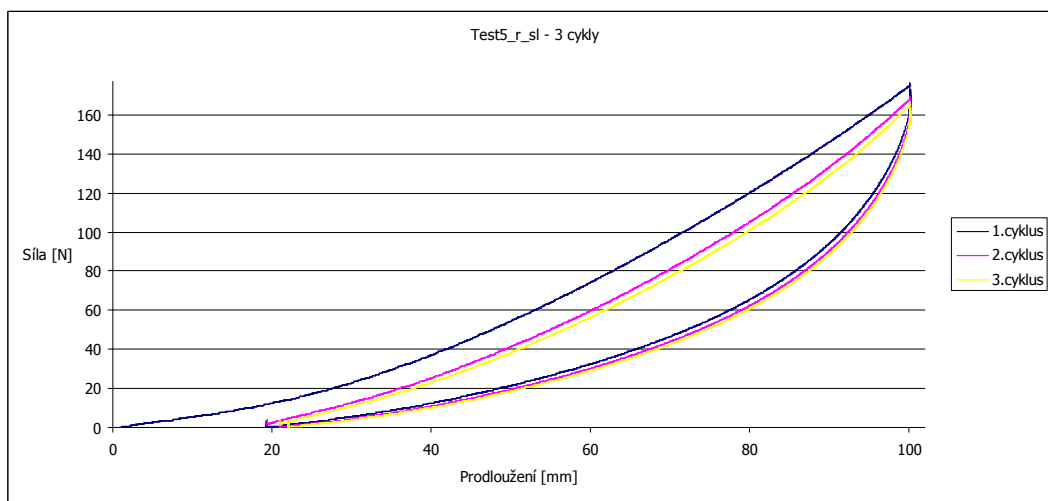
**Obr. 32 – test5\_r\_sl**



**Graf 13 – test1\_r\_sl - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



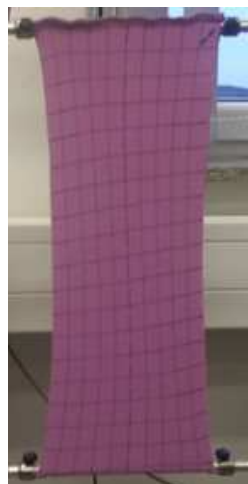
**Graf 14 – test2\_r\_sl - osa x – prodloužení  $\epsilon$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



**Graf 15 – test5\_r\_sl - osa x – prodloužení  $\epsilon$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



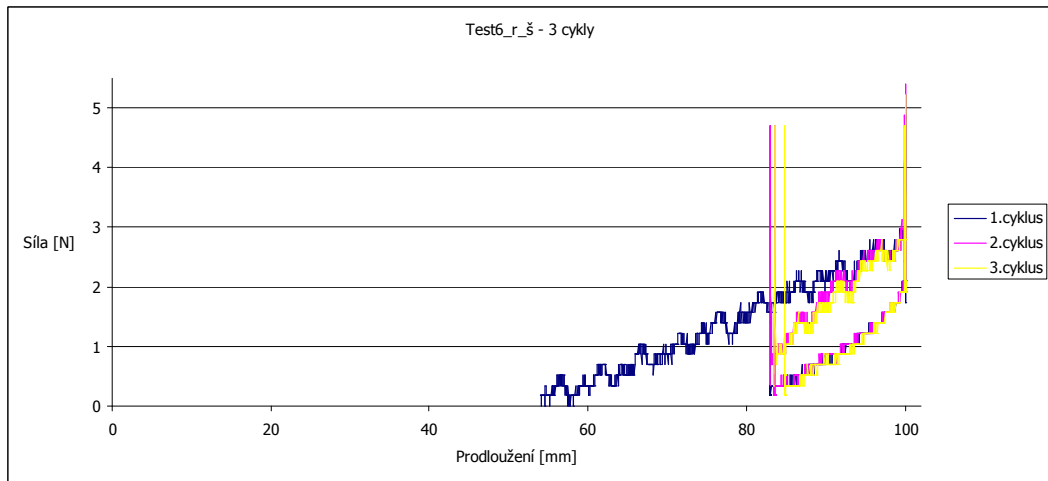
**Obr. 33 – test6\_r\_š**



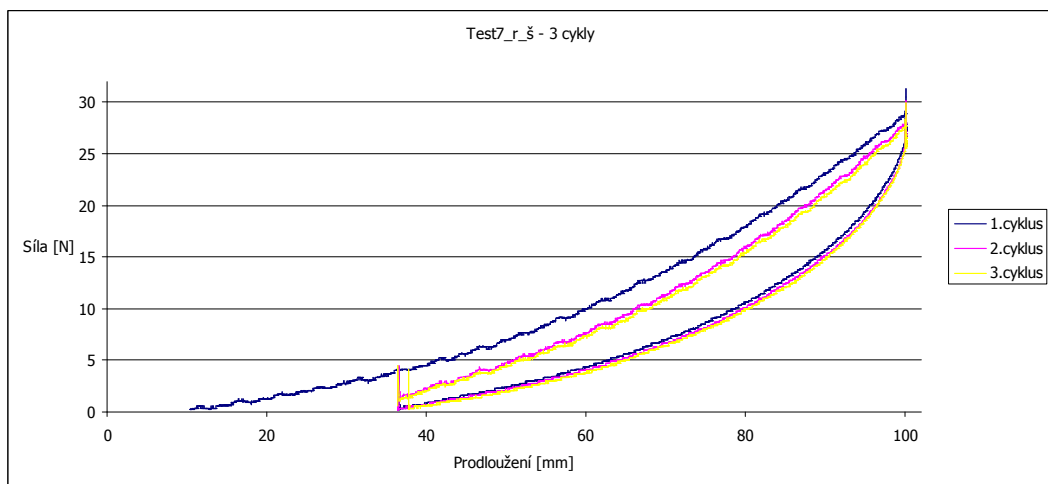
**Obr. 34 – test7\_r\_š**



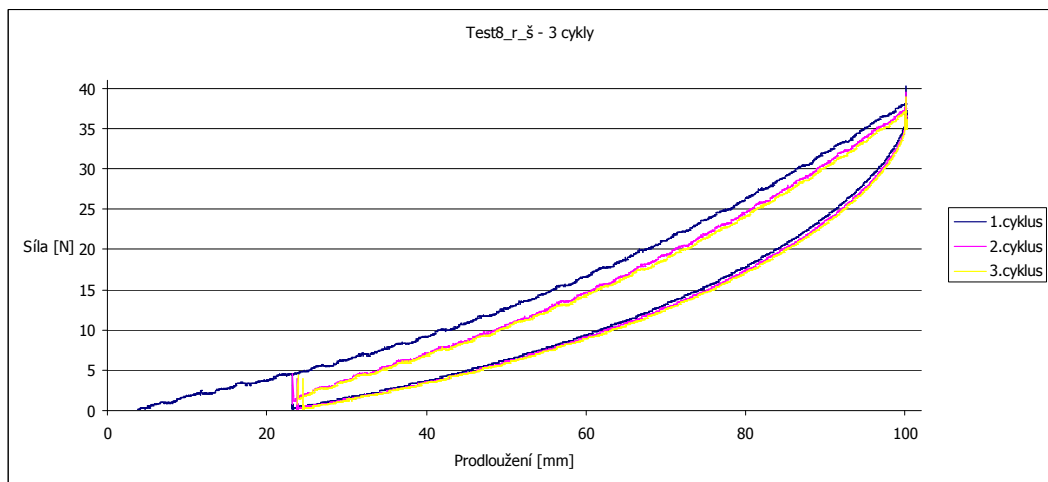
**Obr. 35 – test8\_r\_š**



**Graf 16 – test6\_r\_š - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



**Graf 17 – test7\_r\_š - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



**Graf 18 – test8\_r\_š - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**

Z grafů z měření na Labtestu 2.05 je patrné, 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). Obecně u růžového

materiálu křivky prodloužení ukazují ideální průběh zatěžování a vykreslení plynulé křivky (u vzorků šíře 20cm a 32cm).

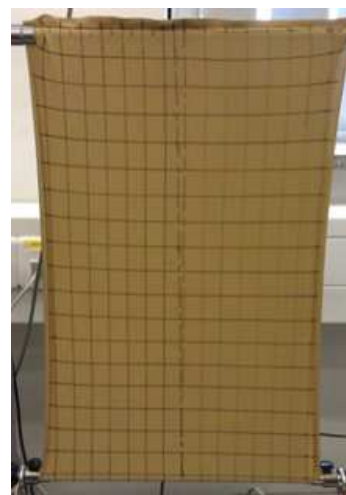
Z výsledků v tabulce 3 (viz příloha) v posledním sloupci zvýrazněném žlutě (1/2Pv-1/2Rv) je patrné, že vzorky měřené v šikmém směru dokáží absorbovat deformaci a struktura pleteniny se dokáže uspořádat a tím zkrátit na menší rozměr, než byl před měřením. Hodnoty v tomto sloupečku udávají konečnou deformaci délky vzorku na polovinu jeho plochy. Vzhledem k délce vzorku jsou hodnoty konečné deformace zcela zanedbatelné. Dokonce lze říci, že vzorky ve směru sloupku a řádku nevykazují deformaci. Předpokládá se, že tato deformace může být částečně odstraněna praním. Růžové vzorky vykazují nejlepší vratnou deformaci.



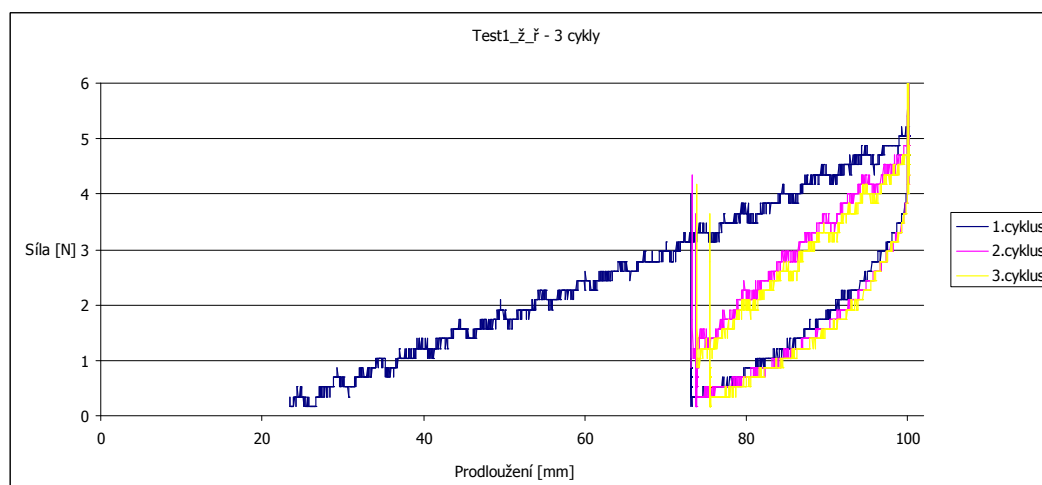
Obr. 36 – test1\_ž\_ř



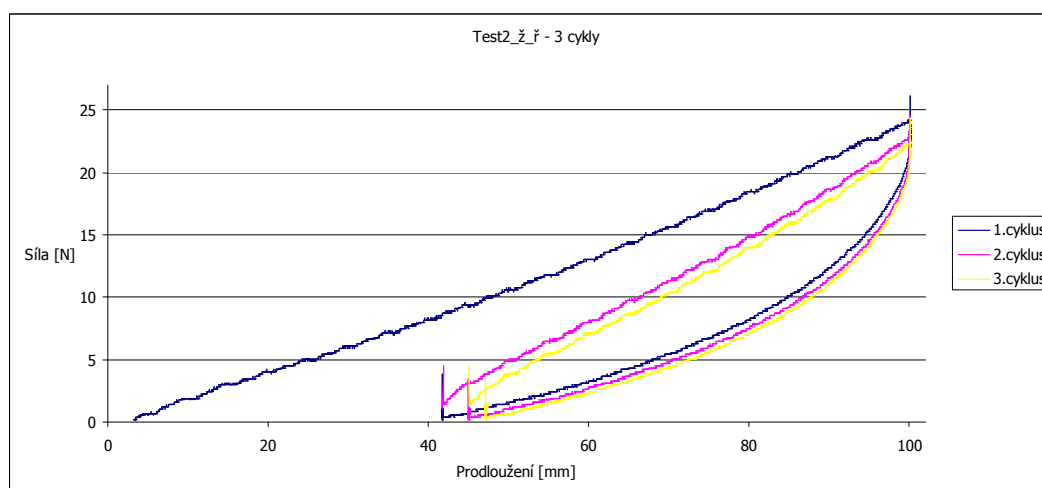
Obr. 37 – test2\_ž\_ř



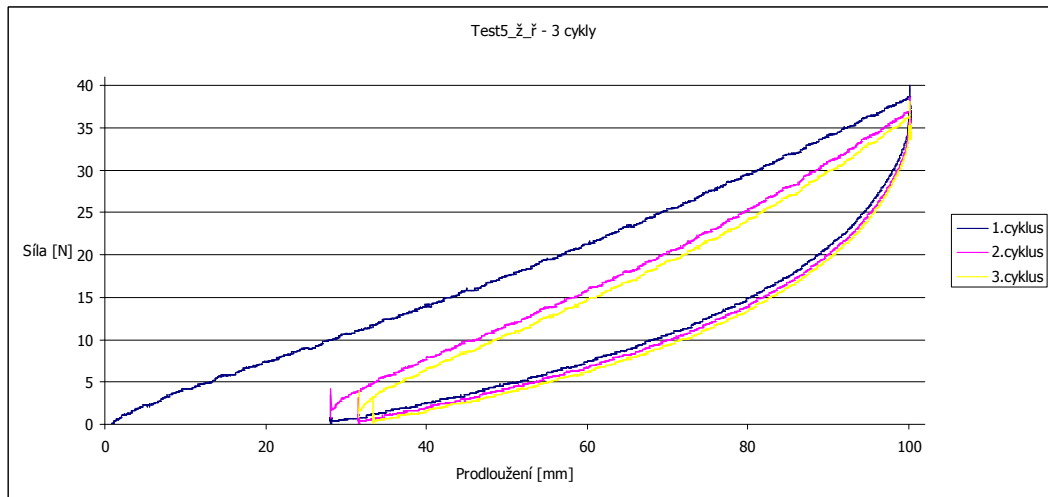
Obr. 38 – test5\_ž\_ř



Graf 19 – test1\_ž\_ř - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



Graf 20 – test2\_ž\_ř - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



Graf 21 – test5\_ž\_ř - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



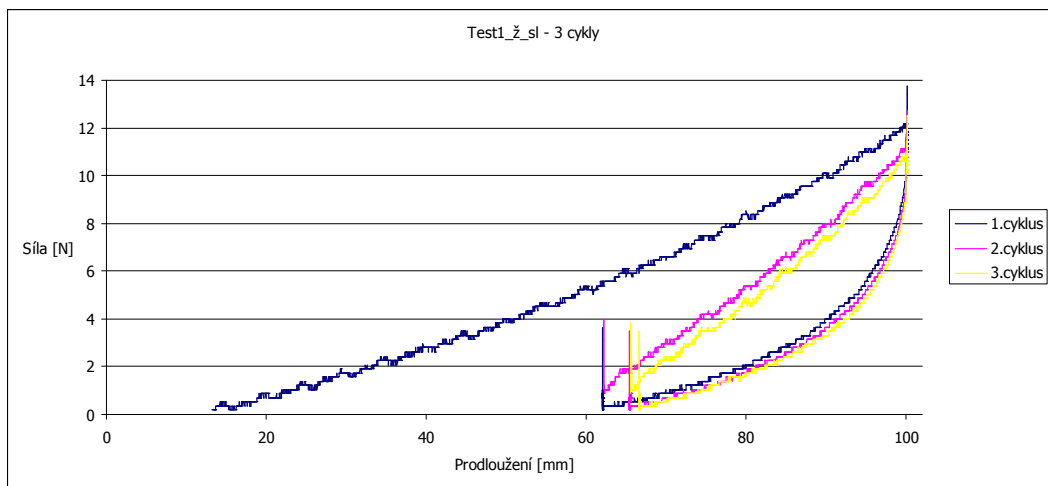
Obr. 39 – test1\_ž\_sl



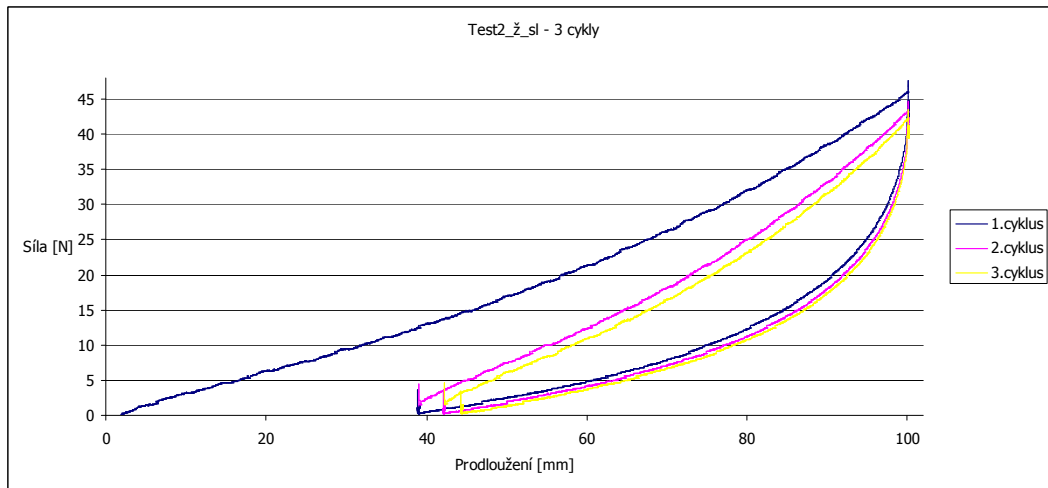
Obr. 40 – test2\_ž\_sl



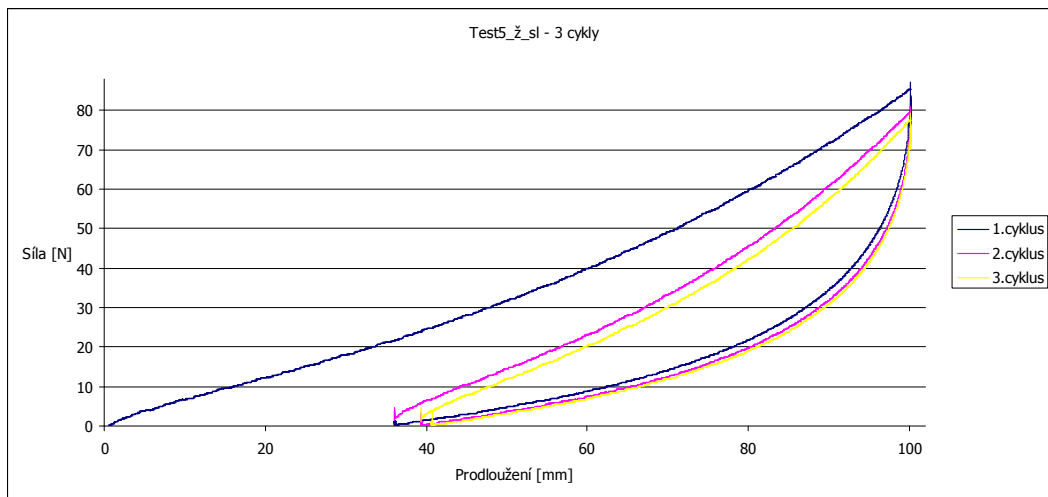
Obr. 41 – test5\_ž\_sl



Graf 22 – test1\_ž\_sl - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



Graf 23 – test2\_ž\_sl - osa x – prodloužení  $\epsilon$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



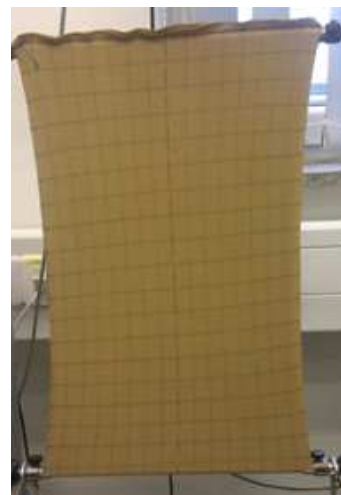
Graf 24 – test5\_ž\_sl - osa x – prodloužení  $\epsilon$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení



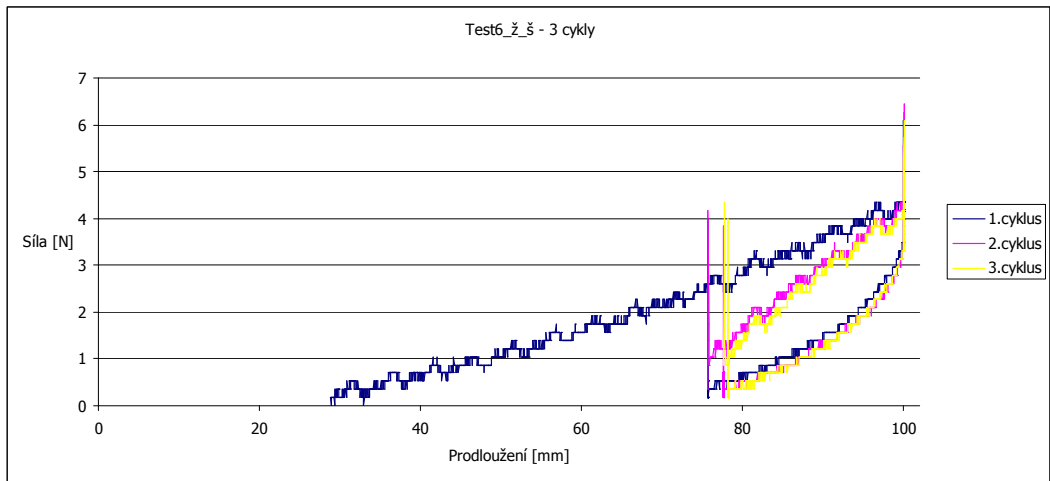
Obr. 42 – test6\_ž\_š



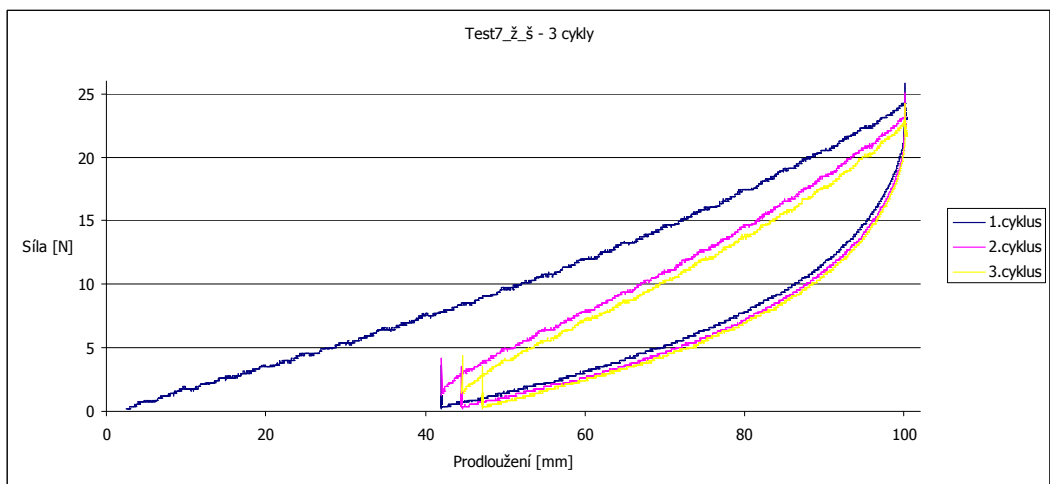
Obr. 43 – test7\_ž\_š



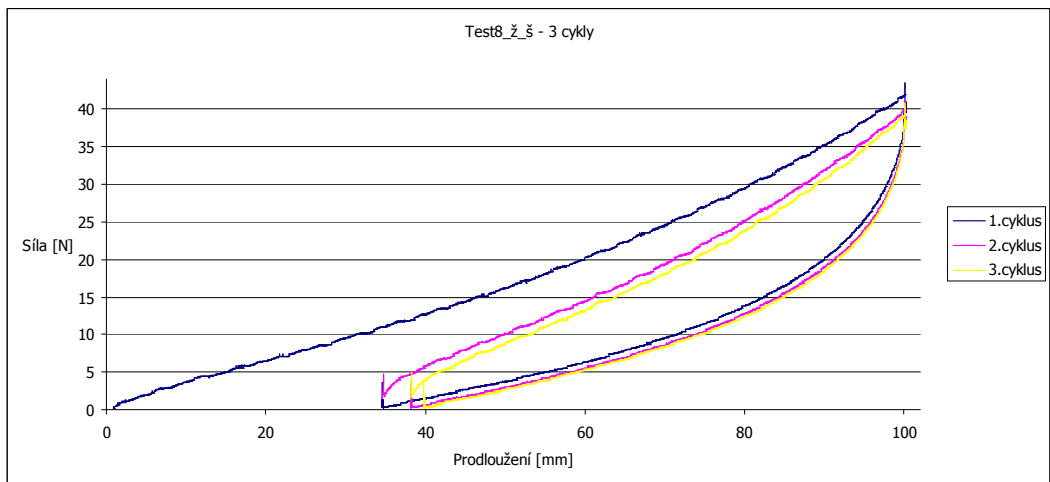
Obr. 44 – test8\_ž\_š



**Graf 25 – test6\_ž\_š - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



**Graf 26 – test7\_ž\_š - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



**Graf 27 – test8\_ž\_š - osa x – prodloužení  $\epsilon_p$  [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení**



Z grafů z měření na Labtestu 2.05 je patrné, 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).

Z výsledků v tabulce 4 (viz příloha) v posledním sloupci zvýrazněném žlutě (1/2Pv-1/2Rv) je patrné, že vzorky měřené v šikmém směru dokáží absorbovat deformaci a struktura pleteniny se dokáže uspořádat a zkrátit na menší rozměr, než byl před měřením. O vzorcích měřených ve sloupcu a řádku lze říci, že jejich očka se lépe uspořádala. Tím dochází k záporné deformaci. Hodnoty v tomto sloupečku udávají konečnou deformaci délky vzorku na polovinu jeho plochy. Vzhledem k délce vzorku jsou hodnoty konečné deformace zanedbatelné a pro oko spotřebitele takřka nepostřehnutelné.

Z grafů je patrné, že čím širší vzorek byl, tím rovnoměrněji vypadala měřená křivka. Dále je zřetelné, že šířka vzorku ovlivňuje počátek měření, tzn. čím je vzorek širší, tím dříve se dají měřit hodnoty síly.

S tímto efektem souvisí fakt, že čím širší vzorek je, tím větší sílu je třeba použít na protažení na požadovanou hodnotu. Velikost plochy vzorku ovlivňuje potřebnou sílu k protažení vzorku.

Co se týče deformace, na vzorku širokém 5cm nelze jednoznačně optickou metodou určit deformaci v ploše – v jednotlivých elementech (čtverce). Lépe lze určit deformaci ze vzorků 20cm a 32cm. Ovšem nezáleží na šířce vzorku ani na směru měření, vzorek se vždy deformuje v krajích. Obecně jde o efekt „o kolik se prodlouží, o tolik se zúží“. Tento efekt lze potvrdit, ale ne v plném rozsahu. Zúžení ale nastane vždy. Plocha zúžení vzorku je jasně závislá na směru zatěžování a na materiálu a vazbě vzorku.

Měření potvrdilo obecně platná fakta. Nejvíce síly bylo třeba vyvinout k protažení všech vzorků testovaných ve směru sloupku. Nejméně síly bylo třeba pro deformaci vzorku ve směru řádku. Této vlastnosti se právě využívá v konstrukci oděvů. Směr šikmo se pohybuje někde mezi sloupkem a řádkem, spíše k silám ve směru řádku.

Vzorky široké 5cm ve směru šikmo činily obtíže při měření. Právě při testování vzorku modrého šíře 5cm šikmo (test6\_m\_š) nastal problém přetáčení. Vzorek nebyl stálý a jeho délka způsobovala rotaci kolem vlastní osy. Trhačka proto nebyla schopna naměřit relevantní data z tohoto měření.

Další problém, nikoliv zcela zásadní, tvořilo stáčení okrajů u vzorků žluté pleteniny. Stáčení zapříčiňuje vazba pleteniny a také fakt, že tato pletenina je ze 100% bavlny.

### 2.1.1 Experiment 1 – Tlak

Všechny vzorky byly testovány za stejných podmínek. Vždy proběhly 3 cykly zatěžování, kdy mezi fází zatížení a uvolnění proběhlo 15s pro relaxaci vzorku v dané poloze. Rychlost protahování byla vždy 100mm/min a prodloužení vzorku bylo také vždy stejné – 100mm. Základní data k podmínkám měření jsou uvedeny v tabulce 5 (viz příloha).

Z těchto měření byla získána síla pro jednotlivé úseky a výsledky jsou uvedeny v tabulce 6.

Při porovnání potřebné průměrné síly šíře vzorku 5cm a šíře vzorku 20cm lze potvrdit, že výsledky jsou srovnatelné při testování obou šířek vzorků. Byla přepočtena průměrná síla vzorků šíře 5cm na šířku 20cm a porovnána se skutečně naměřenými hodnotami vzorků šíře 20cm. Rozdíl ve skutečném měření průměrné síly a vypočtených hodnotách je pod 2%, což je prakticky zanedbatelná síla s přihlédnutím na plochu. Proto lze potvrdit, že lze naměřit reálné hodnoty síly již ze vzorku o šíři 5cm a že se budou shodovat s výsledky naměřených na větších šířkách vzorků.

Při porovnání potřebné průměrné síly šíře vzorku 5cm a šíře vzorku 32cm už rozdíl činil kolem 2%. Stále lze říct, že tato hodnota je zanedbatelná.

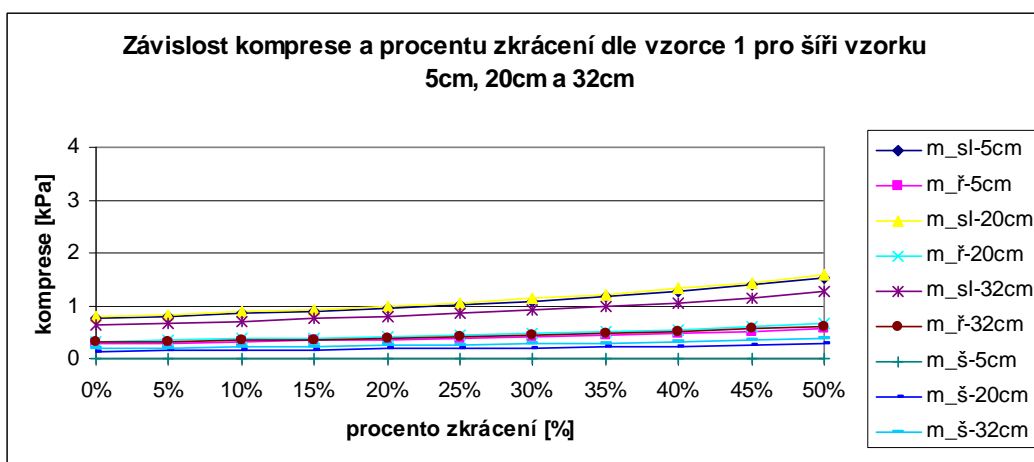
Při porovnání maximálních sil naměřených a vypočtených je již větší rozdíl. Ovšem stále se hodnota rozdílu pohybuje ve většině případů kolem 3%. Jedinou výjimkou jsou vzorky šíře 5cm  $m_{sl}$  a  $r_{sl}$ . Při těchto měřeních hodnota rozdílu naměřených výsledků a vypočtených překračuje 3%.

Při porovnání průměrné síly během prvního cyklu měření se hodnoty znovu mění. Při porovnání vzorků 5cm a 20cm je rozdíl do 4%, ovšem při porovnání vzorků šíře 5cm a 32cm už rozdíl překračuje 5% a znovu jsou tu vybočující hodnoty u vzorků  $m_{sl}$  a  $r_{sl}$ . U vzorku  $r_{sl}$  se již nedá zcela potvrdit, že by mohly být stejné hodnoty naměřeny z velikosti vzorku šíře 5cm jako z velikosti vzorku šíře 20cm.

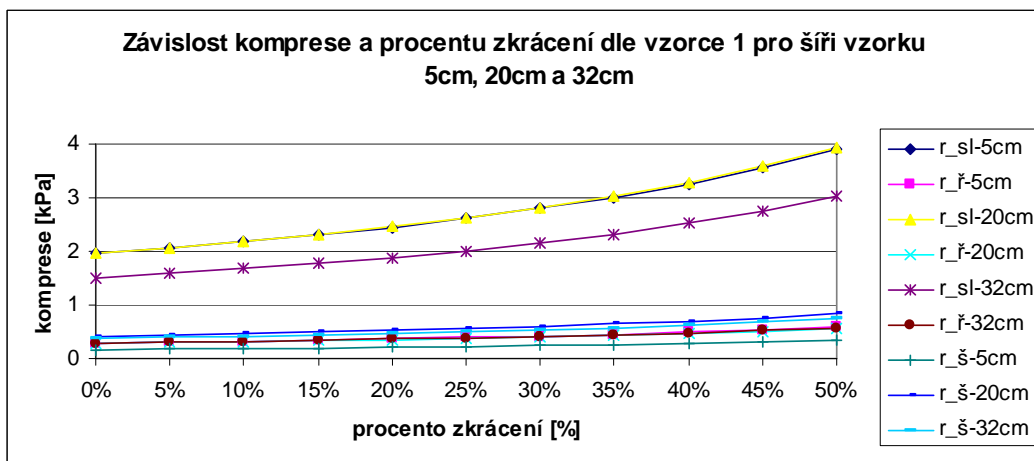
### 2.1.1.1 Průměrná síla na prodloužení o 20cm a komprese

Všechny vzorky byly nataženy celkově o 20cm. V tabulce 7 jsou uvedeny teoretické síly vypočtené z hodnot měření dle vzorce 1 (14) [25]. Z výsledků naměřených hodnot byly vypočítány teoretické síly, které by působili při konkrétním procentu zkrácení původní délky vzorku.

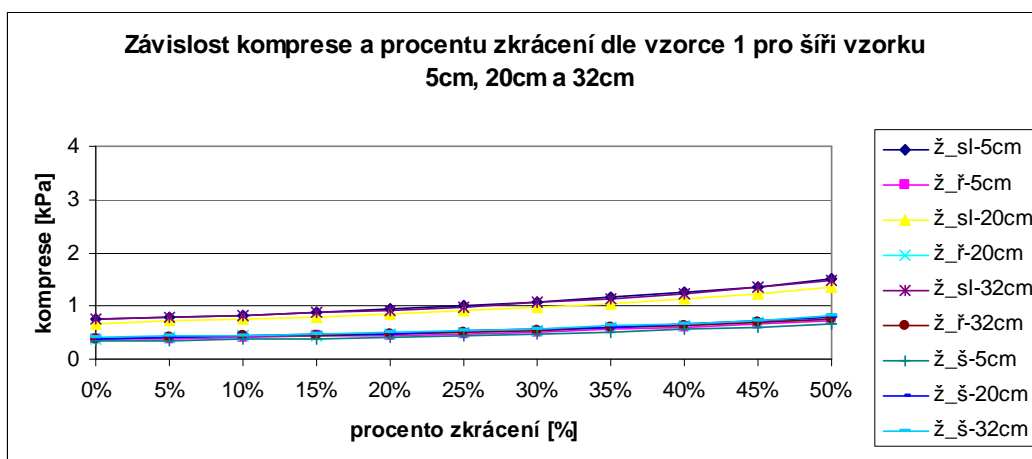
V grafech níže uvedených jsou porovnány průměrné síly všech vzorků daného materiálu (řádek, sloupek, šikmo). Detailnější porovnání jednotlivých šířek a směrů jsou uvedeny v přílohách.



Graf 28 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro m\_sl, m\_ř, m\_š



Graf 29 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro r\_sl, r\_ř, r\_š



**Graf 30 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro ž\_sl, ž\_ř a ž\_š**

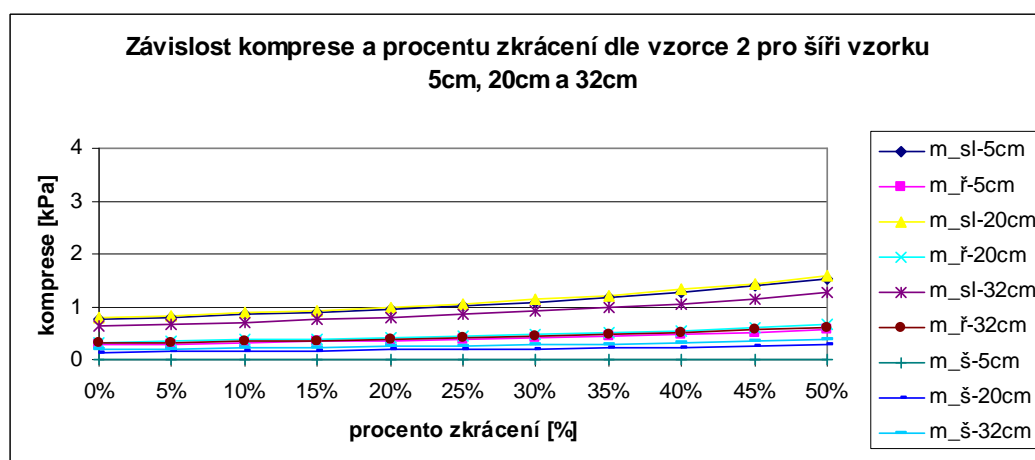
Vzorek m\_š vykazuje nejméně síly potřebné ke kompresi. Ostatní hodnoty odpovídají měření.

Vzorek r\_sl ve všech šířích vykazuje velké hodnoty síly na danou deformaci. U šíře 32cm r\_sl vykazuje menší kompresi, než u šíře 5cm a 20cm. U šíře 20cm a 32cm je větší hodnota r\_š, než r\_ř. U vzorku r\_ř jsou všechny hodnoty stejné, to znamená, že nejkonzistentnější deformace při jakékoliv šířce vzorku bude vykazovat směr řádku.

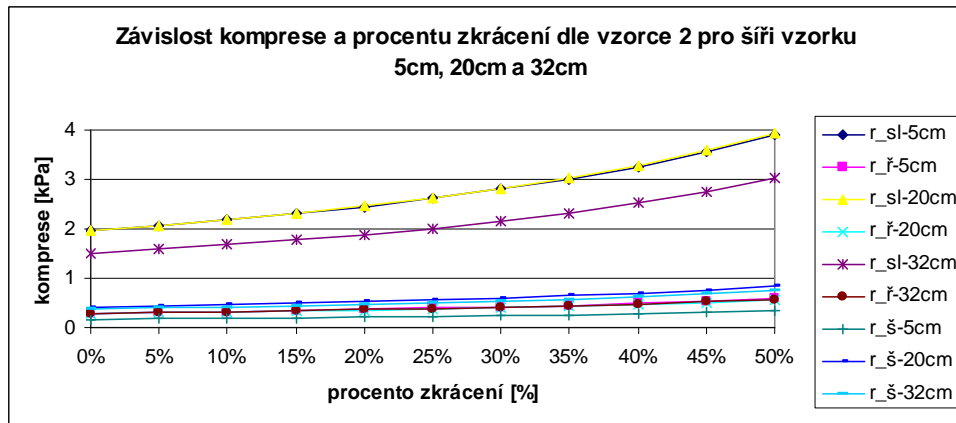
U ž\_ř a ž\_š jsou takřka stejné hodnoty u všech šířek vzorků.

*Výpočty dle vzorce 1(14) se shodují s výpočty vzorce 2(16). Proto hodnoty i výsledky jsou naprosto identické.*

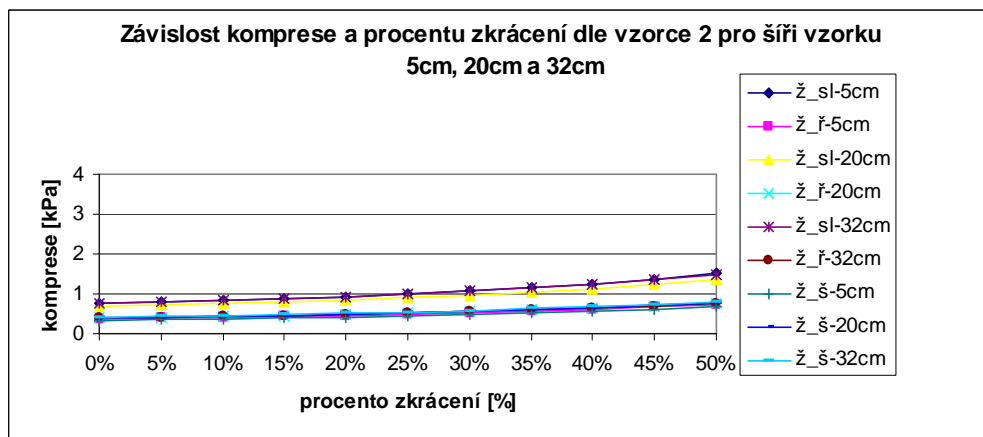
Hodnoty výsledků v jednotkách kPa jsou uvedeny v tabulce 8.



**Graf 31 - Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 2 pro šíři vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky m\_sl, m\_ř, m\_š**



Graf 32 - Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 2 pro šíři vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky r\_sl, r\_ř, r\_š



Graf 33 - Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 2 pro šíři vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky ž\_sl, ž\_ř, ž\_š

Dle grafů lze z větší části říct, že komprese je přímo úměrná ploše. Výše komprese se odvíjí od směru působení síly. Komprese ve směru řádků bude menší při stejném namáhání, než komprese ve směru sloupku. Tento efekt je dán vazbou pleteniny, ovšem lze říct, že tento fakt platí obecně. Namáhání ve směru sloupku bude vždy potřebovat mnohem větší sílu působení na zdeformování o požadovaný rozměr.

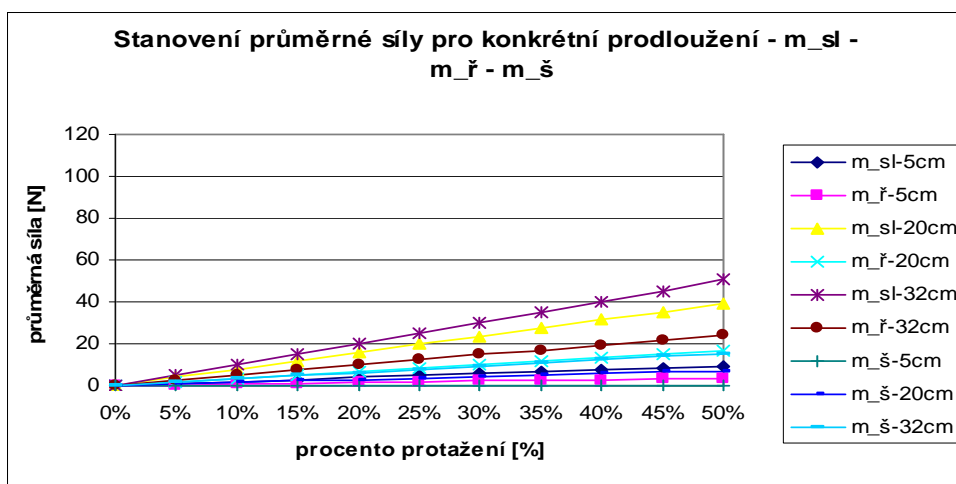
Jako další informace čitelná z grafů je, že sílu potřebnou k protažení ovlivňuje i materiálové složení textilie. Ve vzorku r\_sl ve všech šířkách je patrná značná protisíla proti směru namáhání. To je dáno jak vazbou tak také tím, že daný materiál obsahuje elastan.

U ostatních vzorcích obecně platí, že největší sílu je třeba použít pro měření deformace po směru sloupku. Nejvíce je ale třeba, aby vratná elasticita působila převážně ve směru řádku. Pokud se pletenina chová nestandardně, uživatel bude uveden do diskomfortu, např. kvůli vytahování nebo srážení ve směru sloupku. Uživatel často nepřepokládá, že směr sloupku by byl pružnější, než ve směru řádku.

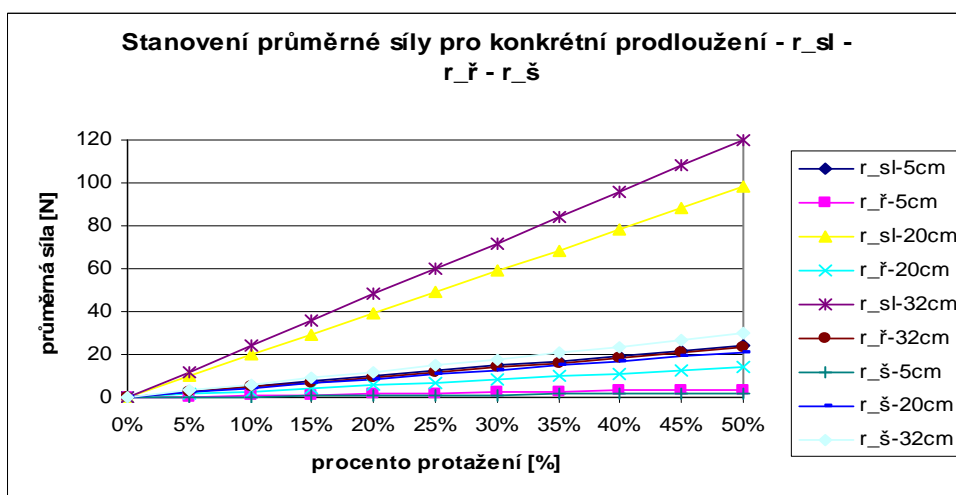
### 2.1.1.2 Průměrná teoretická síla potřebná pro prodloužení o 1mm

V tabulce 9 jsou uvedeny hodnoty teoretické průměrné síly potřebné k protažení vzorku o 1mm na požadované procento protažení. Nejvíce síly je zapotřebí k prodloužení o stejnou hodnotu ve směru sloupku, nejméně ve směru šikmo. Platí, že čím větší je namáhaný vzorek plochou, tím větší síla bude zapotřebí k deformaci (prodloužení) vzorku o požadované hodnoty.

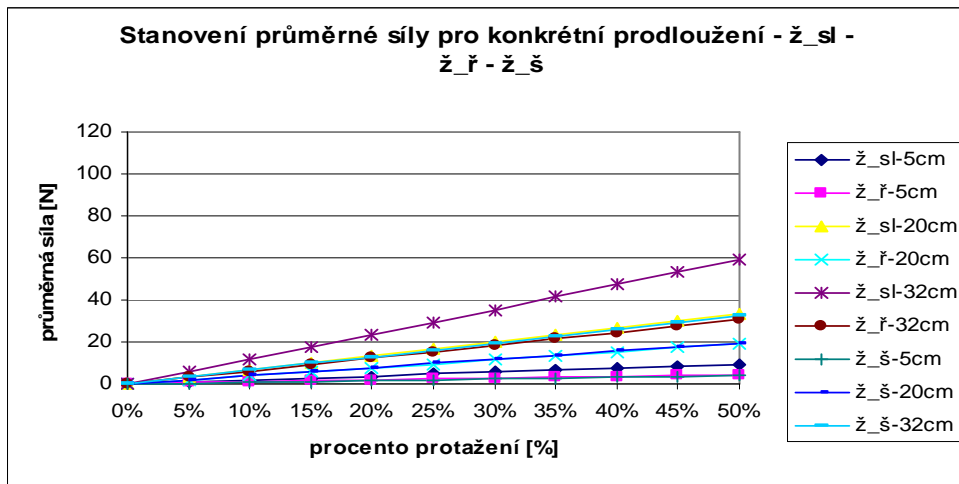
Dle grafů je patrné, že podle směru namáhání průměrná síla na 1mm odpovídá měření. Grafy porovnávají hodnoty všech směrů v jednotlivých šířkách vzorků. Více grafů rozdělených dle materiálu a směru testování viz příloha.



Graf 34 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky m\_sl, m\_ř, m\_š

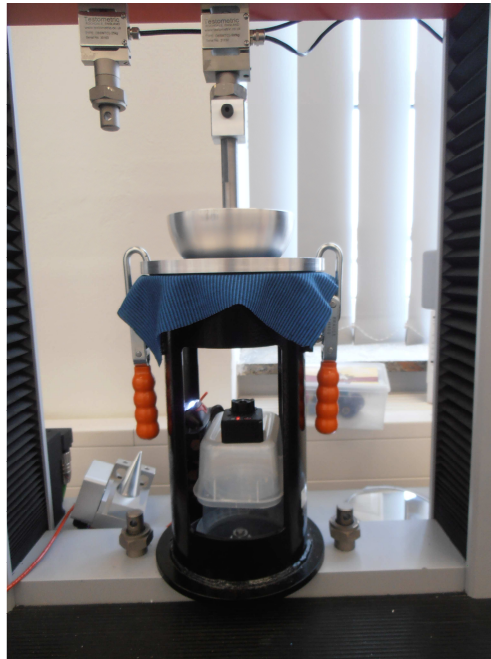


Graf 35 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky r\_sl, r\_ř, r\_š



**Graf 36 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky ž\_sl, ž\_ř, ž\_š**

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



Obr. 45 - Přístroj Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem ve tvaru polokoule

Byly testovány vzorky tří různých materiálů za stejných podmínek. Pro statistické výsledky z každého materiálu bylo testováno 5 vzorků. Pro přímý záznam měření – deformace vzorku za působení půlkoule byla využita kamera G-eye2 ultimate značky Geonaute od výrobce AEE. Záznam z kamery byl podroben obrazové analýze.

1.) složení: 60 % Tencel C/ Tencel, 100% POPh

velikost vzorků: 250 x 250mm

označení: mat\_m\_ číslo vzorku

2.) složení: 95% bavlna, 5% elastan

velikost vzorků: 250 x 250mm

označení: mat\_r\_ číslo vzorku

3.) složení: 100% bavlna

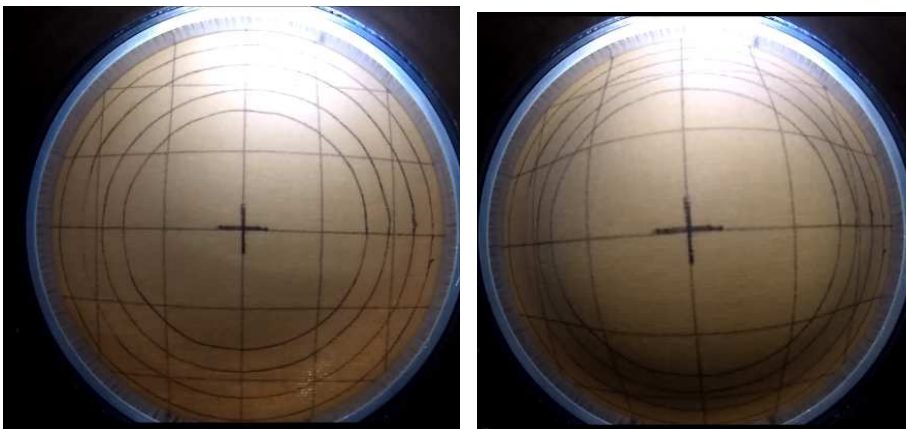
velikost vzorků: 250 x 250mm

označení: mat\_ž\_ číslo vzorku

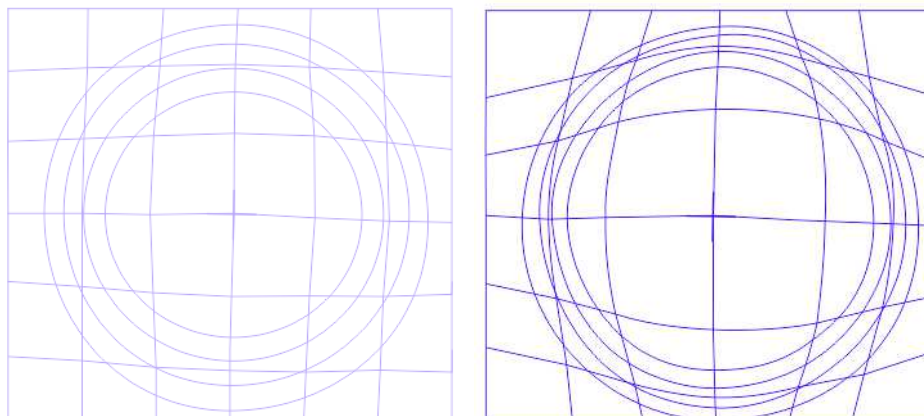


Vzorky byly testovány pomocí přístroje Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem ve tvaru polokoule. Vzorky byly namáhány cyklicky – vždy 3 cykly bez fáze relaxace, protože tuto možnost lze volit na tomto přístroji velice obtížně. Na každém vzorku byla zakreslena čtvercová mřížka o rozměru čtverečku 20x20mm. Dále byl naznačen střed vzorku a kruhy o různém průměru pro lepší hodnocení pomocí obrazové analýzy. Bližší data k testování v tabulce 10. Pohyb příčnicku (polokoule) byl poměrově stejný jako pohyb tyčových příčníků na Labtestu v rámci velikosti vzorku.

### 2.2.1 mat\_ž

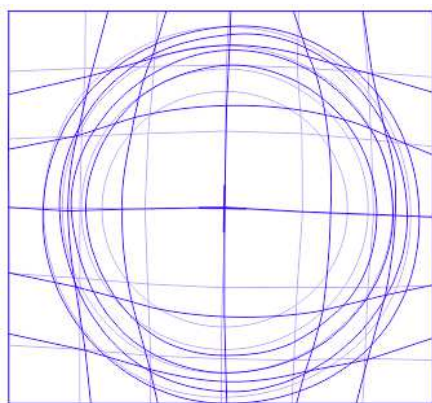


Obr. 46 a Obr. 47– mat\_ž\_3 - testování; obr. 46 před namáháním, obr.47 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)



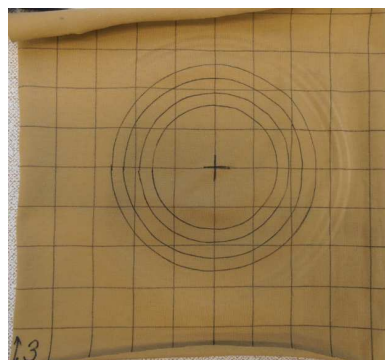
mat\_ž\_3

Obr. 48 a Obr. 49– Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací

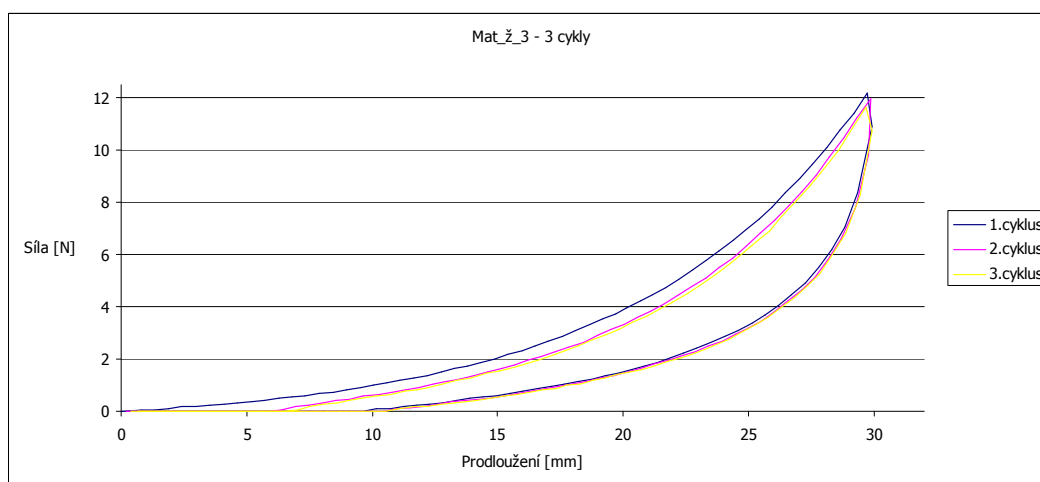


mat\_ž\_3

Obr. 50 – Porovnání grafického záznamu



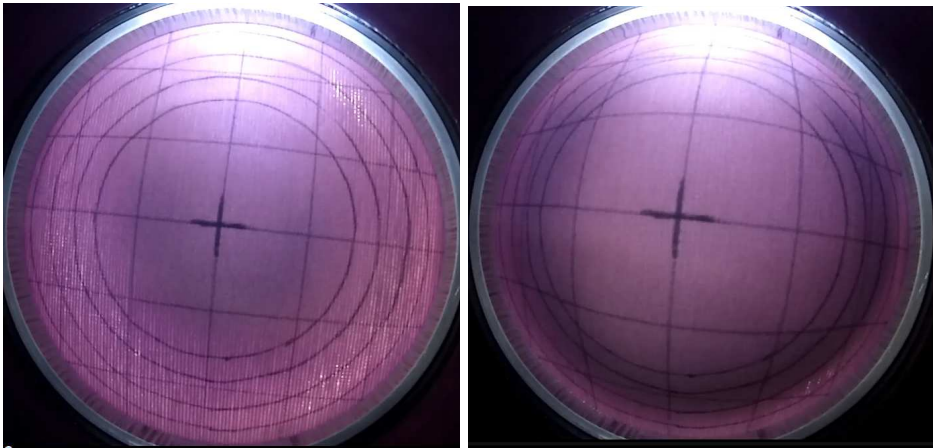
Obr. 51 – Vzorek mat\_ž\_3 po testu



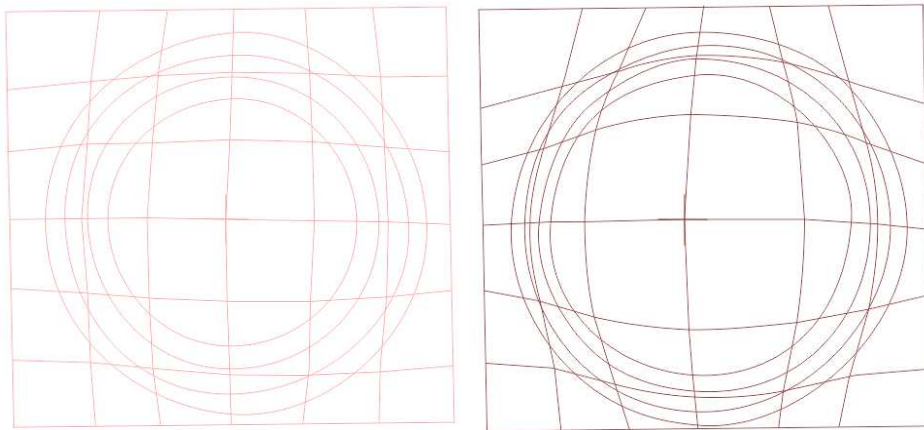
Graf 37 – Průběh měření mat\_ž\_3

Měřeno bylo 5 referenčních vzorku od daného materiálu – mat\_ž. Výsledky z měření jsou uvedeny v tabulce 11. Výsledky výpočtu komprese dle vzorce 2 jsou uvedeny v tabulce 12. 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 jsou uváděné grafické porovnání nedeformovaného vzorku a deformovaného vzorku. Jako součást analýzy jsou zahrnuty výpočty deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokoulí – tab. 13.

## 2.2.2 mat\_r

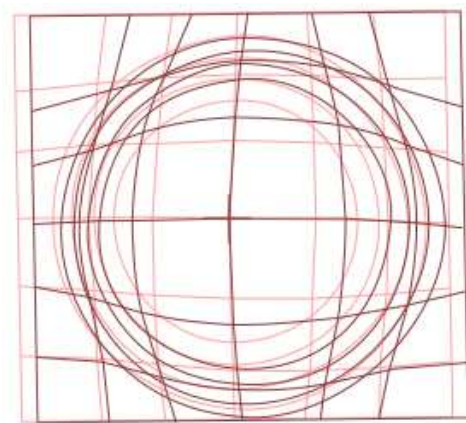


Obr. 52 a Obr. 53 – mat\_r\_1 - testování; obr. 52 před namáháním, obr. 53 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)



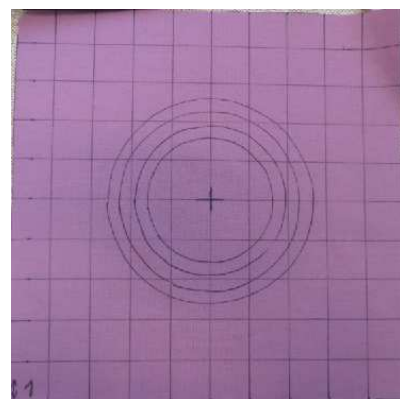
mat\_r\_1

Obr. 54 a Obr. 55 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací

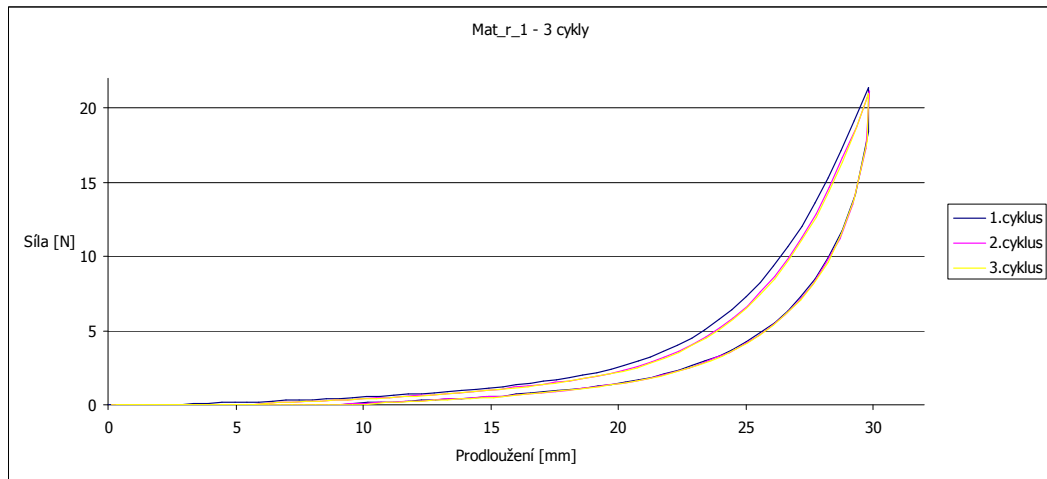


mat\_r\_1

Obr. 56 – Porovnání grafického záznamu



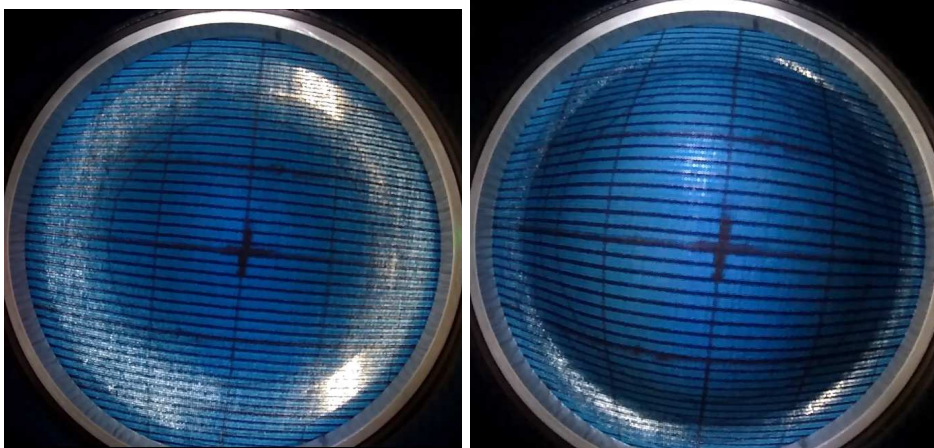
Obr. 57 – Vzorek mat\_r\_1 po testu



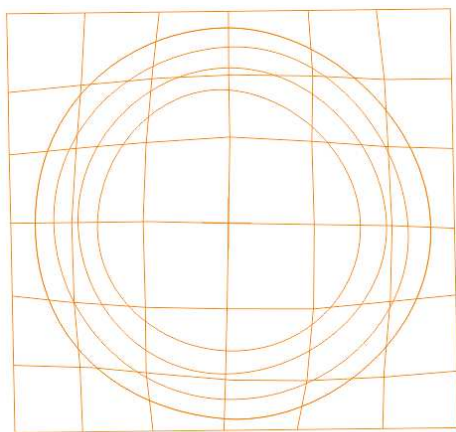
**Graf 38 – Průběh měření mat\_r\_1**

Měřeno bylo 5 referenčních vzorků od daného materiálu – mat\_r. Výsledky z měření jsou uvedeny v tabulce 14. Výsledky výpočtu komprese dle vzorce 2 jsou uvedeny v tabulce 15. 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 jsou uváděné grafické porovnání nedeformovaného vzorku a deformovaného vzorku. Jako součást analýzy jsou zahrnuty výpočty deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokoulí – tab. 16.

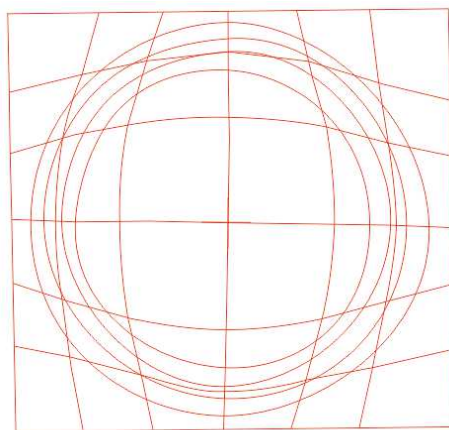
### 2.2.3 mat\_m



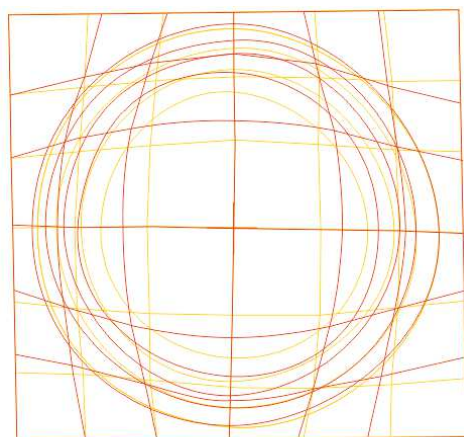
Obr. 58 a Obr. 59 – mat\_m\_1 - testování; obr. 58 před namáháním, obr. 59 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)



mat\_m\_1

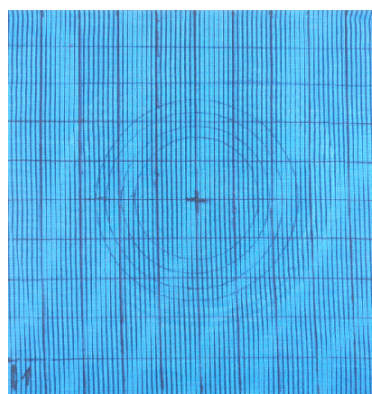


Obr. 60 a Obr. 61 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací

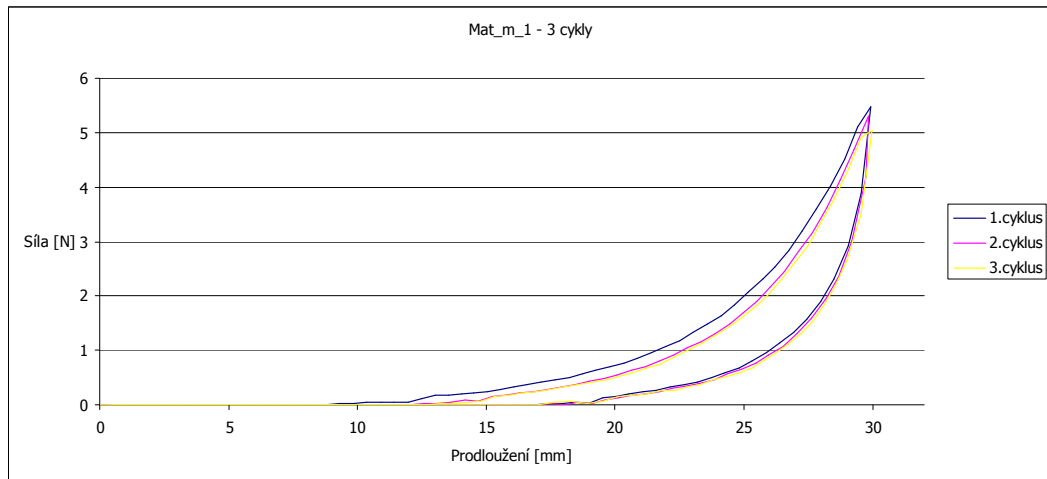


mat\_m\_1

Obr. 62 – Porovnání grafického záznamu



Obr. 63 – Vzorek mat\_m\_1 po testu



**Graf 39 – Průběh měření mat\_m\_1**

Měřeno bylo 5 referenčních vzorků od daného materiálu – mat\_m. Výsledky z měření jsou uvedeny v tabulce 17. Výsledky výpočtu komprese dle vzorce 2 (16) jsou uvedeny v tabulce 18. 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 jsou uváděné grafické porovnání nedeformovaného vzorku a deformovaného vzorku. Jako součást analýzy jsou zahrnuty výpočty deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokoulí – tab. 19.

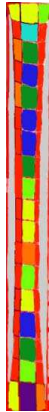
Statistická data k plošné deformaci vzorků mat\_ž, mat\_r a mat\_m uvádí tabulka 20.

Autorka vznesla předpoklad, že změřené síly pomocí polokoule by se měli teoreticky nejlépe přibližovat silám z vzorků testovaných v šikmém směru na trhačce. Ovšem testovací přípravky jsou odlišné stejně jako velikost vzorku, na kterou působí síla. V tomto případě na trhačce síla působí po celé šířce (od okamžiku deformace i po délce) vzorku. Když je vzorek namáhán polokoulí, počítá se, že je brána v úvahu největší síla v největším vyboulení polokoule a tím je její poloměr (neboli nejhlubší část vnořený do vzorku). Porovnání je uvedeno v tabulce 21.

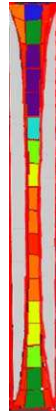
Vzhledem k tomu, že toto měření je zcela jedinečné, vznikají různé komplikace. Po uskutečnění měření se objevila domněnka, že by bylo přínosné pod testovací otvor umístit něco jako bodec ve středu aktivní plochy testu, aby se dal vzorek umístit opravdu na střed. Ovšem takový prostředek by musel být montovatelný (odstranitelný) z důvodů umístění nahrávacího zařízení uvnitř válce - tzn. vložit bodec, upnout testovaný vzorek do čelistí přípravku, vyndat bodec, vložit do válce nahrávací zařízení. Další možnou variantou by bylo připravit si na testovaný vzorek pouze čtvercovou síť bez vyznačeného středu a kružnic.

## 2.3 EXPERIMENT 3 - Deformace vzorků – Obrazová analýza

Pro určení deformace v ploše byla využita obrazová analýza pomocí programu Nis-Elements. Určována byla deformace krajů vzorku a většinová deformace v ploše.



Obr. 64 - test1\_m\_ř



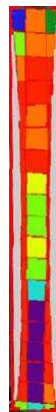
Obr. 65 - test1\_m\_sl



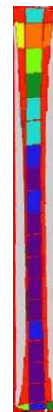
Obr. 66 - test1\_2\_r\_ř



Obr. 67 - test1\_r\_sl



Obr. 68 - test1\_ž\_ř



Obr. 69 - test1\_ž\_sl

Vzorek **1\_m\_ř** (Obr. 64) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 35% své plochy. Nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní o víc jak 40%. Zbylá plocha se deformuje v rozmezí 6-30%.

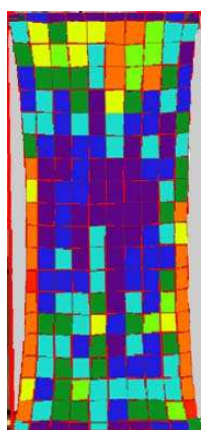
Vzorek **1\_m\_sl** (Obr. 65) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 58% své plochy. Nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní o víc jak 40%. Kraje vzorku se takřka protáhnou do minimální plochy. Zůstává pouhá středová linie elementů, která je od středu vzorku namáhána od 40% klesající tendencí do 16%.

Vzorek **1\_2\_r\_ř** (Obr. 66) se při napínání ve své šíři takřka nezmění. Vzorek se zúží o 5% své plochy. Nejvíce deformace vykazuje pravá krajní řada elementů, která se mění 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%.

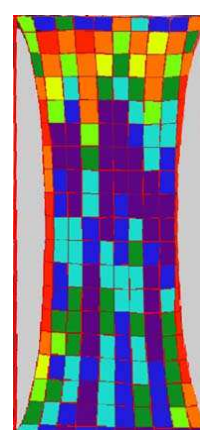
Vzorek **1\_r\_sl** (Obr. 67) se při napínání ve své šíři mění minimálně. Vzorek se zúží o 15% své plochy. Nejvíce deformace vykazuje pravá krajní řada elementů, poté levá krajní řada elementů, které se mění kolem 30% - 40%. Středová zóna vzorku se mění od 0% do 30%.

Vzorek **1\_ž\_ř** (Obr. 68) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 29% své plochy. Nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní 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 **1\_ž\_sl** (Obr. 69) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 43% své plochy. Nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní o víc jak 40%. Krajní řady elementů v důsledku 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.



Obr. 70 - test2\_m\_ř

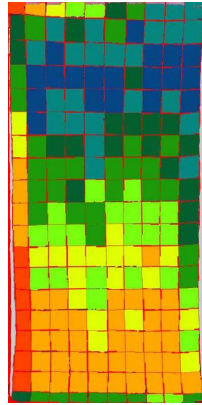


Obr. 71 - test2\_m\_sl

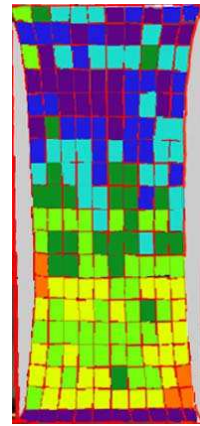
Vzorek **2\_m\_ř** (Obr. 70) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 13% své plochy. Nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní kolem 30%. Střed vzorku je takřka bez deformace v ploše. Deformaci vykazuje vrchní a spodní část vzorku.

Vzorek **2\_m\_sl** (Obr. 71) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 23% své plochy. Nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní 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.





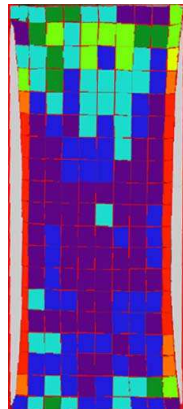
Obr. 72 - test2\_r\_ř



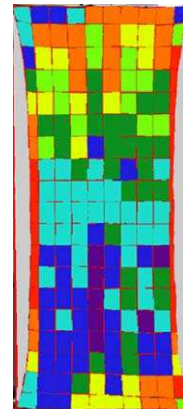
Obr. 73 - test2\_r\_sl

Vzorek **2\_r\_ř** (Obr. 72) se při napínání zužuje minimálně. Vzorek se zúží o 4% své plochy. Nejvíce deformace absorbují levá spodní zóna vzorku, které se plochou změní kolem 30%. Je zřejmá menší deformace v pravé horní zóně vzorku.

Vzorek **2\_r\_sl** (Obr. 73) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 16% své plochy. Nejvíce deformace absorbuje spodní část vzorku, které se plochou změní kolem 25%. Je zřejmá menší deformace v horní zóně vzorku.



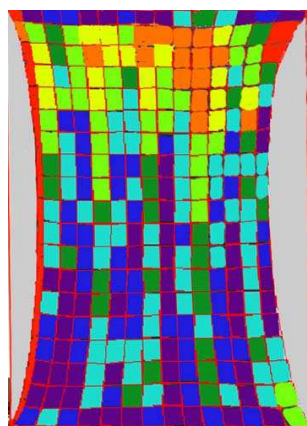
Obr. 74 - test2\_ž\_ř



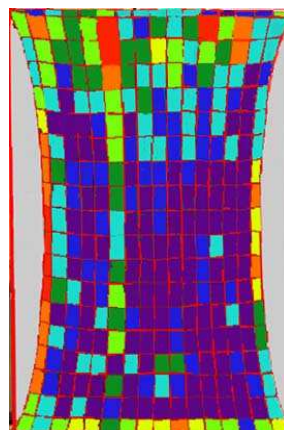
Obr. 75 - test2\_ž\_sl

Vzorek **2\_ž\_ř** (Obr. 74) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 11% své plochy. Nejvíce deformace absorbují boční řady elementů, které se plochou změní 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 **2\_ž\_sl** (Obr. 75) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 15% své plochy. Nejvíce deformace absorbují boční řady elementů, které se plochou změní více než o 40%. Je zřejmá menší deformace v dolní zóně vzorku. Postoupením do horní zóny vzorku se deformace elementů zvyšuje.



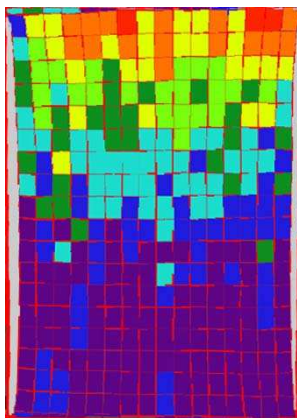
Obr. 76 - test5\_m\_ř



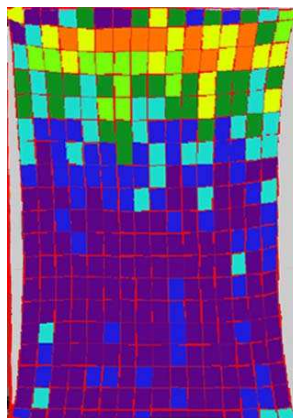
Obr. 77 - test5\_m\_sl

Vzorek **5\_m\_ř** (Obr. 76) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 15% své plochy. Nejvíce deformace absorbují boční řady elementů, které se plochou změní více než o 40%. Je zřejmá menší deformace v dolní zóně vzorku od 0% do 20%. Postoupením do horní zóny vzorku se deformace elementů zvyšuje.

Vzorek **5\_m\_sl** (Obr. 77) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 17% své plochy. Nejvíce deformace absorbují boční řady elementů, které se plochou změní 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.



Obr. 78 - test5\_r\_ř

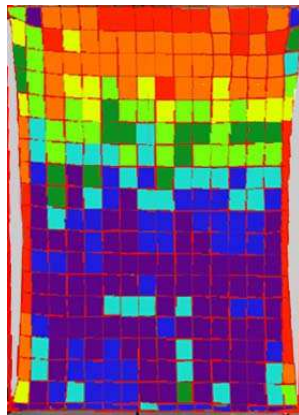


Obr. 79 - test5\_r\_sl

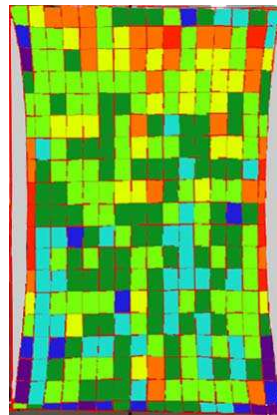
Vzorek **5\_r\_ř** (Obr. 78) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 6% své plochy. Zúžení vzorku je malé oproti ostatním vzorkům jiných materiálů. Nejvíce deformace lze pozorovat v horní zóně vzorku, kdy deformace plochy výjimečně překročí 40%. Je zřejmá minimální deformace v dolní a středové zóně vzorku od 0% do 20%.

Vzorek **5\_r\_sl** (Obr. 79) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 10% své plochy. Zúžení vzorku je menší oproti ostatním vzorkům jiných materiálů. 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%.



Obr. 80 - test5\_ž\_ř



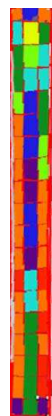
Obr. 81 - test5\_ž\_sl

Vzorek 5\_ž\_ř (Obr. 80) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 6% své plochy. Zúžení vzorku je menší oproti ostatním vzorkům jiných materiálů. Nejvíce deformace lze pozorovat na bocích vzorku a v horní zóně vzorku, kdy deformace plochy překračuje 40%. Je zřejmá minimální deformace v dolní a středové zóně vzorku od 0% do 15%.

Vzorek 5\_ž\_sl (Obr. 81) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 9% své plochy. Zúžení vzorku je menší oproti ostatním vzorkům jiných materiálů. 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. 82 - test6\_m\_š



Obr. 83 - test6\_r\_š

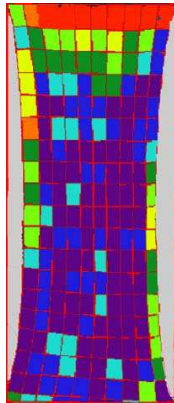


Obr. 84 - test6\_ž\_š

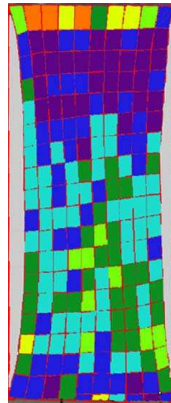
Vzorek 6\_m\_š (Obr. 82) se při napínání zužuje nerovnoměrně ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 23% své plochy. Nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní o víc jak 40%. Zbylá plocha se deformuje v rozmezí 0-30%.

Vzorek **6\_r\_š** (Obr. 83) se při napínání zužuje ke středu vzorku minimálně. Vzorek se zúží o 13% své plochy. Nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní výjimečně o víc jak 40%. Zbylá plocha se deformuje v rozmezí 0-25%.

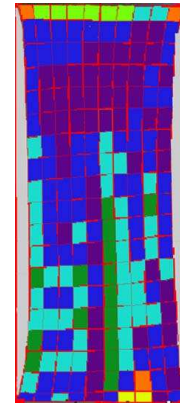
Vzorek **6\_ž\_š** (Obr. 84) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 18% své plochy. Nejvíce deformace absorbují kraje vzorku, které se plochou změní výjimečně o víc jak 40%. Levá strana vzorku se deformuje méně než pravá, a to do 30%. Zbylá plocha se deformuje v rozmezí 11-30%.



Obr. 85 - test7\_m\_š



Obr. 86 - test7\_r\_š

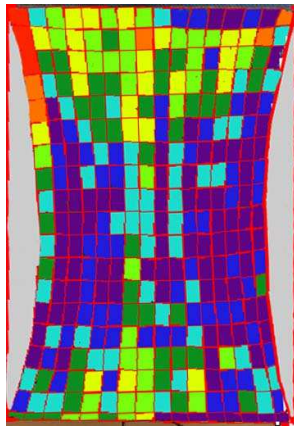


Obr. 87 - test7\_ž\_š

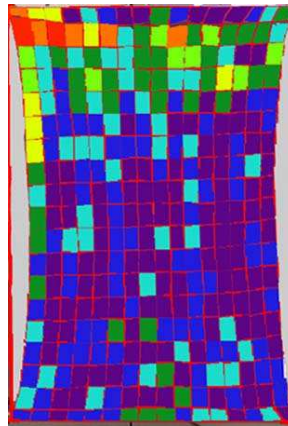
Vzorek **7\_m\_š** (Obr. 85) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 16% své plochy. Nejvíce deformace absorbuje překvapivě horní řada elementů. Dále pak boční strany a horní zóna vzorku, kdy deformace je v rozmezí od 16-30%. Spodní a střední zóna se deformuje minimálně v rozmezí 0-15%.

Vzorek **7\_r\_š** (Obr. 86) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 14% své plochy. 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%.

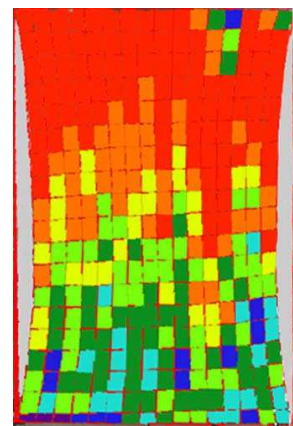
Vzorek **7\_ž\_š** (Obr. 87) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 12% své plochy. Nejvíce deformace absorbuje překvapivě horní řada elementů, kdy ovšem maximální deformace je do 25%. V horní zóně je deformace minimální v rozmezí 0-10%. V dolní a střední části se vzorek deformuje v rozmezí 6-20%. Celkově vzorek vykazuje malé procento deformace v ploše.



Obr. 88 - test8\_m\_š



Obr. 89 - test8\_r\_š



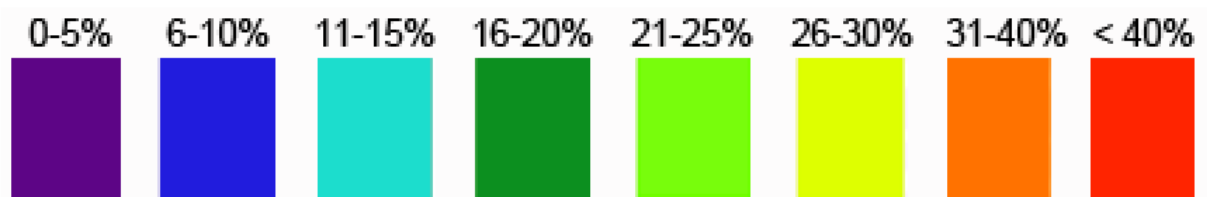
Obr. 90 - test8\_ž\_š

Vzorek **8\_m\_š** (Obr. 88) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 14% své plochy. 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 **8\_r\_š** (Obr. 89) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 11% své plochy. 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 **8\_ž\_š** (Obr. 90) se při napínání zužuje ke středu vzorku. Vzorek se zúží o 9% své plochy. Nejvíce deformace absorbuje horní zóna, kdy maximální deformace více jak 40%. Zbytek vzorku je deformován kolem 16-40%.

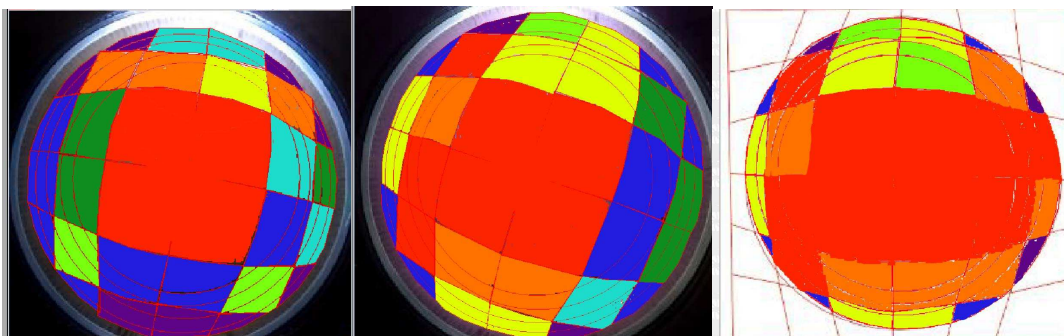
Vzniklo podezření, že tento vzorek byl analyzován chybně v porovnání s ostatními výsledky stejného materiálu.



Obr. 91 - Stupnice deformace elementů

### 2.3.1 Deformace vzorků – polokoule

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



**Obr. 92** – Vzorek žlutý

**Obr. 93** – Vzorek růžový

**Obr. 94** – Vzorek modrý

Na **obr. 92** 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. 93** 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. 94** 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%.

### 3. Aplikace poznatků z experimentů do konstrukce oděvu

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 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 testované prodloužení plně splňuje požadavky komfortu.

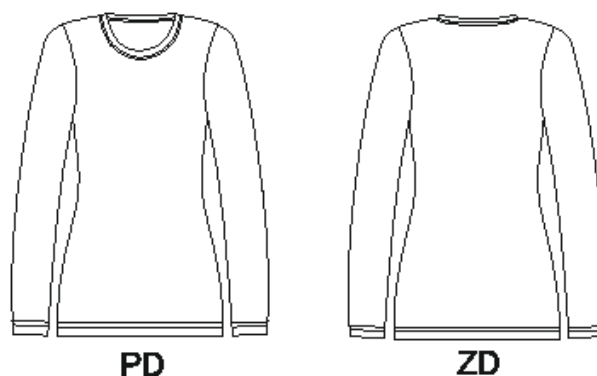
Oděv kopíruje tělesnou schránku bez pocitového svírání. Největší tlak na schránku těla je v oblastech prsou, kyčlí, dle vystouplosti břicha i na bříše, na lopatkách a na bedrech. Na rukávu převážně v horní části rukávové hlavice a poté na loktu (viz obr. 95).



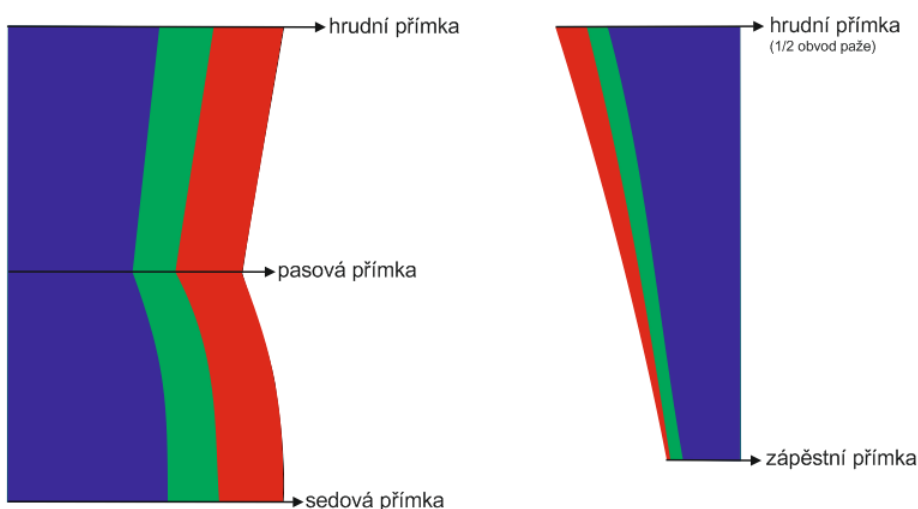
Obr. 95 – Ukázka tlaku oděvu na tělo [14]

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 do jisté míry chybná. V konstrukci je třeba udělat konkrétní úpravy, které neodpovídají jednoduchému snížení velikosti. Je nutno dodržet základní pravidla, která jsou zjištěna z chování vybrané textilie.



**Obr. 96 – Dámské triko – konfekční vzhled (pohled PD a ZD)**



**Obr. 97 – Velikostní rozdíl konstrukce základních obvodových měř trupu a rukávu (vždy polovina dílu)**

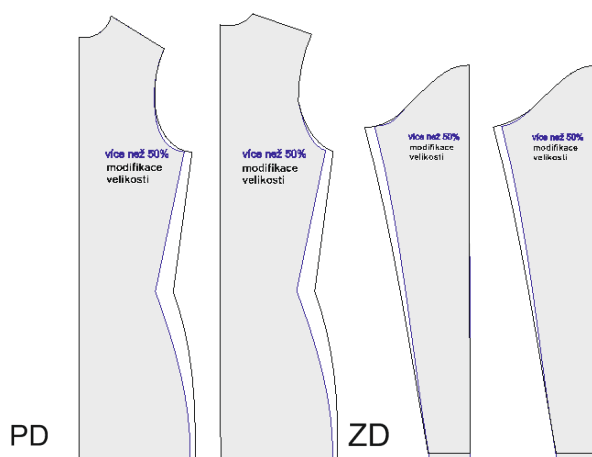
Na obr. 97 (trup a rukáv) je zobrazen výsek základní konstrukce vybrané velikosti dámského trika dle [16] v základní velikosti a grafické zobrazení rozdílné velikosti pro konstrukci z pletenin s rozdílnou pružností. Červený vyplněný stříh je pro pleteninu s roztažností do 9,5%. Zeleně vyplněný je stříh pro pleteninu s roztažností 9,5% až 30%. Modře vyplněný zobrazuje stříh 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 je uveden v tabulce 22.



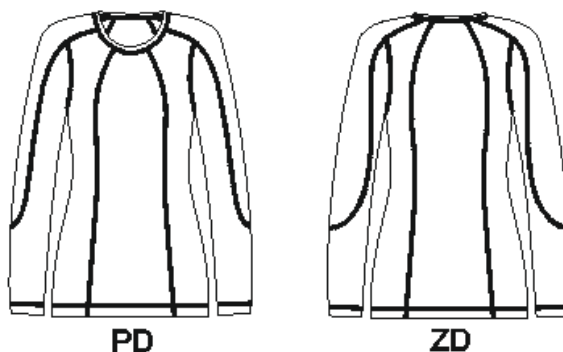
### 3.1 Konstrukce dámského trika

Proběhla základní konstrukce dámského trika dle [16] pro roztažnost 9,5-30%. Po přeměření stříhu pro textilie 9,5-30% roztažnosti autorka uznala, že efekt by byl příliš nepatrný, proto byl vybrán základní stříh pro textilie s více než 50% roztažnosti. Stříh 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 stříhu s roztažností do 9,5%.

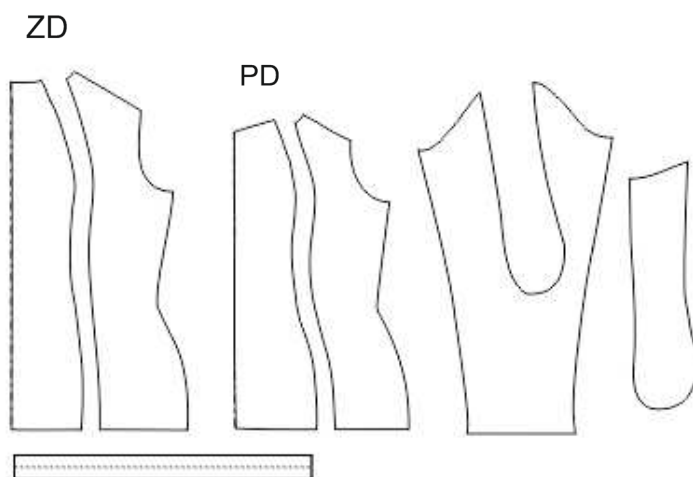


Obr. 98 – Modifikace stříhu (černá linie) dle požadavků ze stříhu textilie s více než 50% roztažnosti (šedé díly)

Z modifikovaného stříhu vycházející ze základního stříhu pro textilie s více než 50% roztažností byl vytvořen stříhovou manipulací vybraný nový model. Podoba tohoto stříhu je součástí již prezentované práce autorky z předmětu *Technický projekt oděvního výrobku* zhotovený na téma *Prádlo pro vybrané skupiny pacientů – revmatismus* [32].

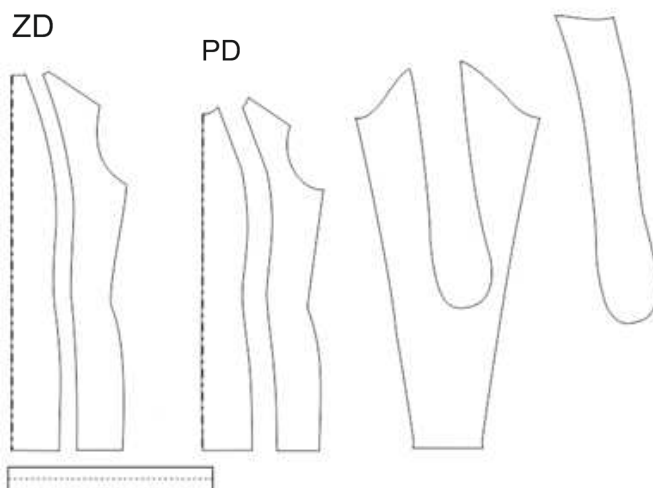


Obr. 99 - Technický náčrt dámského trika po úpravě stříhovou manipulací



Obr. 100 – Původní konstrukce dámského trika po úpravě stříhovou manipulací [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 svíraní, či byl příliš volný.



Obr. 101 – Konstrukce upraveného modelu vycházejícího ze základu (viz. Obr. 100)



Obr. 102 – Zhotovené dámské triko dle modifikovaného střihu – 1. varianta



Obr. 103 – Zhotovené dámské triko dle modifikovaného střihu – 2. varianta

Po následném ušití dámského trika bylo zjištěno, že oděv nemá kompresní vlastnosti, ovšem výrazně obepíná tělo. Triko rýsuje „nedokonalosti“ těla a hrany spodního prádla. Ovšem dle subjektivního hodnocení nošení probanda nebyl zaznamenán pocit nepohody v důsledku oblečeného trika. Předpokládá se, že růžový materiál se po odstranění pnutí znovu vrátí do původního stavu. U žlutého materiálu je předpoklad, že se protáhne do tvaru kopírujícího tělo, ovšem jeho následná relaxace bude déle trvat. Po vyprání by se měl žlutý materiál vrátit 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 prokázalo drobné pochybení v úsudku při konstrukci. Pro lepší aplikaci roztažnosti v konstrukci by bylo třeba větší rozdělení konstrukce pro dané procento 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.

## 4. Výsledky a doporučení

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. Proto nebyly využity konkrétní normy, podle kterých se materiál testuje převážně destruktivně a na malých vzorcích neodpovídajících reálnému použití. Tato možnost je ideální pro testování maximální síly do přerhu, ale běžný oděv se nikdy nepřiblíží během nošení silám destrukce. Dále působení síly na malý vzorek je odlišná od působení síly na velký vzorek testovaného materiálu. Poté měření nutně musí být zkresleno. Proto běžné normy prozatím nevyhovují.

Z cyklického testování vybraných pletenin bylo potvrzeno obecné chování 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, než ve směru řádku. Následně byl potvrzen i fakt, že se pleteniny zužují proti směru namáhání. Vlastnosti jednotlivých vzorků se lišili v závislosti na složení materiálu. Bylo ověřeno, že složení materiálu ovlivňuje vratnou deformaci vzorků.

Dále bylo prokázáno, že komprese materiálu, ač malá, v tomto případě až zanedbatelná, je závislá na ploše testovaného vzorku. Tento fakt by se měl zohlednit při testování kompresních oděvů určených pro trup.

Testovány byly 3 šířky vzorků stejné délky. Pro tento typ měření by autorka doporučovala testování vzorku o šíři 20cm. Šíře vzorku 5cm se často kvůli délce vzorku nechovala zcela změřitelně. V návaznosti na šíři 5cm se nedala dobře určit deformace v ploše pomocí obrazové analýzy, protože vzorek byl moc úzký a vypovídající hodnota deformace v ploše byla neprokazatelná. 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, by autorka doporučila zlepšení instalace vzorku do přípravku a zlepšení instalace nahrávacího zařízení. Dále se dá polemizovat o

zakreslených útvarech na vzorcích, zda by nebyla lépe prokazatelná deformace v ploše, kdyby na vzorku byla zakreslena pouze čtvercová síť bez kružnic.

Při obrazové analýze 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, dále některé vzorky se plošně změnily převážně v horní nebo dolní zóně vzorku. Při měření polokoulí se vzorek nejvíce deformuje od středu ke krajům, v závislosti na hloubce ponoření.

Konstrukce v této práci byla provedena bez využití počítačových systémů a to klasickým způsobem použitím papírového stříhu a stříhové, modelové manipulace. Konstrukce se řídila faktem, že je snadnější udělat z menší velikosti větší, než naopak. Po přeměření základní konstrukce pro pleteniny s roztažností do 30%, která měla plně postačovat, autorka uznala, že tato roztažnost nebude mít požadovaný efekt. Proto zvolila základní stříh pro pleteniny s roztažností 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 pro konstrukci oděvů z pletenin.

Pro dokonalou konstrukci oděvu z daných materiálů by bylo příhodné zhotovit matematický model základního oděvu (viz. obr. 96), který by dokázal určit největší deformaci v ploše pod působením síly na tělo a tyto výsledky by se daly zohlednit v následné konstrukci oděvu.

Triko bylo ušito a následně subjektivně testováno nošením. Proband se cítil naprosto komfortně bez pocitů nepohody. Ovšem na základě subjektivního nošení bylo uznáno, že kdyby triko nebylo na trupu rozděleno členíci švy, pružnost trika by byla lépe využita. Členění by pak nenarušovalo plynulost řádků pletenin. Zhotovený oděv je závislý na procentu materiálu použitém na oděvu. Triko, na kterém je větší procento plochy z růžové pleteniny (obsahuje elastan), se bude chovat k uživateli komfortněji i přes členící švy. Také je zaručeno, že deformace po nošení bude menší.

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.

## 5. Závěr

Chování oděvu ve spojení s lidským tělem je velice složitý systém. Pletenina ve své struktuře je natolik tvárná, že veškeré testování a tvorba matematických modelů je natolik složitá, že nebylo toto téma zcela prozkoumáno. Dalším náročným prvkem v tomto systému je samotné tělo nositele. Každý člověk je jiný, tudíž na každého člověka oděv působí jinak. Souvisí to s měkkými tkáněmi těla, které většinou pro usnadnění měření nejsou příznány.

Mechanické vlastnosti pletenin jsou shrnuty do obecně platných faktů. Pro příklad jsou pružnější, lépe odolávají deformaci, zužují se proti směru namáhání.

V této práci bylo ověřeno, že tyto vlastnosti platí i na testované pleteniny, které byly testované cyklicky. Měřením bylo simulováno oblékání a svlékání oděvu. Je naprosto stěžejní vědět, jak se plošná textilie chová. Jen tak lze zhotovit vhodné a kvalitní výrobky. Bylo ověřeno, že složení pletenin ovlivňuje další mechanické chování textilie. Veškeré testování v této práci mělo vést ke konečnému produktu - dámskému triku. Testování bylo vybráno tak, aby se výsledky daly aplikovat na těleso v podobě válce. Tím byl simulován trup nebo paže. Tyto poznatky byly dále aplikovány a konfrontovány s konstrukční metodikou dámského trika. Dle naměřených hodnot roztažnosti byla sestrojena konstrukce trika. Následně byla ověřena vhodná konstrukce pomocí praktického zhotovení oděvu. Po zhotovení proběhlo subjektivní testování trika. Dámské triko bylo přijato jako komfortní oděv.

Bylo prokázáno, že se musí konstrukce oděvu z pletenin kromě modelových úprav zaměřit i na technologii zpracování. Je třeba zohlednit znalost materiálu, z kterého je oděv zhotoven, aby se předešlo komplikacím jak ve výrobním procesu, tak při padnutí oděvu na lidském těle. Jedině tak se může nositel cítit komfortně.

**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 Lenzing* [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] .....	18
Obr. 2 – Způsoby deformace textilie [17].....	22
Obr. 3 - Laplaceův zákon – mechanické namáhání [23] .....	28
Obr. 4 – Dynamický senzor tlaku [12] .....	30
Obr. 5 – Systém měření tlaku – A-kapsa (detektor), B-pouzdro pro upevnění vody v sáčku, C-upevňovací křídlo, D, E, F- tři zastavovací kohouty, H-snímač tlaku [12].....	31
Obr. 6 – Gumový vzduchový polštář [12] .....	31
Obr. 7 – (a) ilustrace textilního napětí a zakřivení, b) zkušební metoda upnutí závaží o různých hmotnostech na textili na válcovém modelu [12].....	32
Obr. 8 – Zařízení pro měření tlaku metodou kupole [12].....	33
Obr. 9 – Struktura měkké manekýny [12] .....	34
Obr. 10 – Velikost vzorku a princip měření Quad load metody [15] .....	36
Obr. 11 – Návod na určení poměru pružnosti textilie [22].....	38
Obr. 12 – Žlutá – těsné padnutí, oranžová - semifit, fialová – volný střih , zelená – oversize [22] .....	42
Obr. 13 – Průřez vlákna TENCEL® [21] .....	
Obr. 14 – Průřez vlákna bavlny [21] .....	47
Obr. 15 – Ukázka materiálu .....	48
Obr. 16 – Ukázka materiálu .....	48
Obr. 17 - Ukázka materiálu.....	49
Obr. 18 – test1_m_ř .....	
Obr. 19 – test2_m_ř .....	
Obr. 20 – test5_m_ř .....	51
Obr. 21 – test1_m_sl .....	
Obr. 22 – test2_m_sl .....	
Obr. 23 – test5_m_sl .....	53
Obr. 24 – test6_m_š .....	
Obr. 25 – test7_m_š .....	
Obr. 26 – test8_m_š .....	54
Obr. 27 – test1_r_ř .....	
Obr. 28 – test2_r_ř .....	
Obr. 29 – test5_r_ř .....	56
Obr. 30 – test1_r_sl .....	
Obr. 31 – test2_r_sl .....	
Obr. 32 – test5_r_sl .....	57
Obr. 33 – test6_r_š .....	
Obr. 34 – test7_r_š .....	
Obr. 35 – test8_r_š .....	58
Obr. 36 – test1_ž_ř .....	
Obr. 37 – test2_ž_ř .....	
Obr. 38 – test5_ž_ř .....	61
Obr. 39 – test1_ž_sl .....	
Obr. 40 – test2_ž_sl .....	
Obr. 41 – test5_ž_sl .....	62
Obr. 42 – test6_ž_š .....	
Obr. 43 – test7_ž_š .....	
Obr. 44 – test8_ž_š .....	63

Obr. 45 - Přístroj Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem ve tvaru polokoule .....	72
Obr. 46 a Obr. 47– mat_ž_3 - testování; obr. 46 před namáháním, obr.47 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu).....	73
Obr. 48 a Obr. 49– Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací.....	73
Obr. 50 – Porovnání grafického záznamu .....	74
Obr. 51 – Vzorek mat_ž_3 po testu .....	74
Obr. 52 a Obr. 53 – mat_r_1 - testování; obr. 52 před namáháním, obr. 53 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu).....	75
Obr. 54 a Obr. 55 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací.....	75
Obr. 56 – Porovnání grafického záznamu .....	75
Obr. 57 – Vzorek mat_r_1 po testu .....	75
Obr. 58 a Obr. 59 – mat_m_1 - testování; obr. 58 před namáháním, obr. 59 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu).....	77
Obr. 60 a Obr. 61 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací.....	77
Obr. 62 – Porovnání grafického záznamu .....	77
Obr. 63 – Vzorek mat_m_1 po testu .....	77
Obr. 64 - test1_m_ř .....	79
Obr. 65 - test1_m_sl .....	79
Obr. 66 - test1_2_r_ř .....	79
Obr. 67 - test1_r_sl .....	79
Obr. 68 - test1_ž_ř .....	79
Obr. 69 - test1_ž_sl .....	79
Obr. 70 - test2_m_ř .....	80
Obr. 71 - test2_m_sl .....	80
Obr. 72 - test2_r_ř .....	81
Obr. 73 - test2_r_sl .....	81
Obr. 74 - test2_ž_ř .....	81
Obr. 75 - test2_ž_sl .....	81
Obr. 76 - test5_m_ř .....	82
Obr. 77 - test5_m_sl .....	82
Obr. 78 - test5_r_ř .....	82
Obr. 79 - test5_r_sl .....	82
Obr. 80 - test5_ž_ř .....	83
Obr. 81 - test5_ž_sl .....	83
Obr. 82 - test6_m_š .....	83
Obr. 83 - test6_r_š .....	83
Obr. 84 - test6_ž_š .....	83
Obr. 85 - test7_m_š .....	84
Obr. 86 - test7_r_š .....	84
Obr. 87 - test7_ž_š .....	84
Obr. 88 - test8_m_š .....	85
Obr. 89 - test8_r_š .....	85
Obr. 90 - test8_ž_š .....	85
Obr. 91 - Stupnice deformace elementů .....	85
Obr. 92 – Vzorek žlutý .....	86
Obr. 93 – Vzorek růžový .....	86
Obr. 94 – Vzorek modrý .....	86
Obr. 95 – Ukázka tlaku oděvu na tělo [14].....	87
Obr. 96 – Dámské triko – konfekční vzhled (pohled PD a ZD).....	88

Obr. 97 – Velikostní rozdíl konstrukce základních obvodových měř trupu a rukávu (vždy polovina dílu).....	88
Obr. 98 – Modifikace stříhu (černá linie) dle požadavků ze stříhu textilie s více než 50% roztažnosti (šedé díly).....	89
Obr. 99 - Technický nákras dámského trika po úpravě stříhovou manipulací .....	89
Obr. 100 – Původní konstrukce dámského trika po úpravě stříhovou manipulací [32] .....	90
Obr. 101 – Konstrukce upraveného modelu vycházejícího ze základu (viz. Obr. 100) .....	90
Obr. 102 – Zhotovené dámské triko dle modifikovaného stříhu (vlevo PD pohled, vpravo ZD pohled) – 1. varianta .....	91
Obr. 103 – Zhotovené dámské triko dle modifikovaného stříhu (vlevo PD pohled, vpravo ZD pohled) – 2. varianta .....	91

## Seznam grafů

Graf 1 – test1_m_ř - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	52
Graf 2 – test2_m_ř - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	52
Graf 3 – test5_m_ř - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	52
Graf 4 – test1_m_sl - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	53
Graf 5 – test2_m_sl - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	53
Graf 6 – test5_m_sl - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	54
Graf 7 – test6_2_m_š - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	54
Graf 8 – test7_m_š - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	55
Graf 9 – test8_m_š - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	55
Graf 10 – test1_r_ř - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	56
Graf 11 – test2_r_ř - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	56
Graf 12 – test5_r_ř - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	57
Graf 13 – test1_r_sl - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	57
Graf 14 – test2_r_sl - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	58
Graf 15 – test5_r_sl - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	58
Graf 16 – test6_r_š - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	59
Graf 17 – test7_r_š - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	59
Graf 18 – test8_r_š - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	59

Graf 19 – test1_ž_ř - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	61
Graf 20 – test2_ž_ř - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	61
Graf 21 – test5_ž_ř - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	62
Graf 22 – test1_ž_sl - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	62
Graf 23 – test2_ž_sl - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	63
Graf 24 – test5_ž_sl - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	63
Graf 25 – test6_ž_š - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	64
Graf 26 – test7_ž_š - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	64
Graf 27 – test8_ž_š - osa x – prodloužení $\epsilon_p$ [mm], osa y – potřebná síla F [N] na prodloužení .....	64
Graf 28 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro $m_{sl}$ , $m_{ř}$ , $m_{š}$ .....	67
Graf 29 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro $r_{sl}$ , $r_{ř}$ , $r_{š}$ .....	67
Graf 30 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro $ž_{sl}$ , $ž_{ř}$ a $ž_{š}$ .....	68
Graf 31 - Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 2 pro šíři vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky $m_{sl}$ , $m_{ř}$ , $m_{š}$ .....	68
Graf 32 - Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 2 pro šíři vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky $r_{sl}$ , $r_{ř}$ , $r_{š}$ .....	69
Graf 33 - Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 2 pro šíři vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky $ž_{sl}$ , $ž_{ř}$ , $ž_{š}$ .....	69
Graf 34 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky $m_{sl}$ , $m_{ř}$ , $m_{š}$ .....	70
Graf 35 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky $r_{sl}$ , $r_{ř}$ , $r_{š}$ .....	70
Graf 36 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky $ž_{sl}$ , $ž_{ř}$ , $ž_{š}$ .....	71
Graf 37 – Průběh měření mat_ž_3 .....	74
Graf 38 – Průběh měření mat_r_1 .....	76
Graf 39 – Průběh měření mat_m_1 .....	78

## Seznam příloh

- Příloha 1: EXPERIMENT 1 - Testování vzorků – Labtest 2.05
- Příloha 2: Experiment 1 – Tlak
- Příloha 3: Průměrná síla na prodloužení o 20cm a komprese
- Příloha 4: Průměrná teoretická síla potřebná pro prodloužení o 1mm
- Příloha 5: EXPERIMENT 2 - Testování vzorků – Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem
- Příloha 6: Statistická data deformace vzorků polokoulí
- Příloha 7: Aplikace poznatků z experimentů do konstrukce oděvu
- Příloha 8: EXPERIMENT 1 - TESTOVÁNÍ VZORKŮ - TRHAČKA
- Příloha 9: NAMĚŘENÁ DATA - TRHAČKA
- Příloha 10: STATISTICKÁ DATA - TRHAČKA
- Příloha 11: KOMPRESSE A PROCENTO ZKRÁCENÍ
- Příloha 12: PRŮMĚRNÁ SÍLA PRO KONKRÉTNÍ PRODLOUŽENÍ
- Příloha 13: EXPERIMENT 2 - Testování vzorků – Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem
- Příloha 14: STATISTICKÁ DATA - POLOKOULE

# **PŘÍLOHY**

Příloha 1: EXPERIMENT 1 - Testování vzorků – Labtest 2.05

vzorek	délka [cm]	šířka [cm]	šířka [cm]	šířka [cm]
m_sl	75,05	5	20	32
m_ř	75,05	5	20	32
m_š	75,05	5	20	32
r_sl	75,05	5	20	32
r_ř	75,05	5	20	32
r_š	75,05	5	20	32
ž_sl	75,05	5	20	32
ž_ř	75,05	5	20	32
ž_š	75,05	5	20	32

Tab. 1 – Seznam velikosti vzorků pro experiment 1

vzorek	1/2Pv [cm]	1/2Dpm[cm]	Dzm[cm]	1/2Rv[cm]	1/2Dpm-1/2Rv [cm]	1/2Pv-1/2Rv [cm]
test1_m_sl	37,5	38,5	0,58	37,1	0,98	0,4
test1_2m_sl	37,5	38,1	0,61	36,9	1,21	0,6
test1_3m_sl	37,5	38	0,6	37	1,1	0,5
test2_m_sl	37,5	38,5	0,48	36,7	1,28	0,8
test3_m_sl	37,5	38,5	0,54	36,9	1,14	0,6
test4_m_sl	37,5	38	0,55	36,2	1,85	1,3
test5_m_sl	37,5	38,5	0,48	36,4	1,85	1,1
test5_2m_sl	37,5	38,1	0,51	37,2	0,81	0,3
test5_3m_sl	37,5	39	0,52	37,9	0,12	-0,4
test1_m_ř	37,5	38,5	0,54	37,6	0,44	-0,1
test1_2m_ř	37,5	38	0,62	36,7	1,42	0,8
test1_3m_ř	37,5	38,1	0,55	37	1,05	0,5
test2_m_ř	37,5	38,5	0,63	36,7	1,33	0,8
test3_m_ř	37,5	38,5	0,51	37,5	0,51	0
test4_m_ř	37,5	37,5	0,52	37,3	0,72	0,2
test5_m_ř	37,5	38,5	0,47	36,2	1,77	1,3
test5_2m_ř	37,5	37,9	0,48	36,4	1,58	1,1
test5_3m_ř	37,5					
test6_m_š	37,5	38,7	0,24	38,5	-0,26	-1
test6_2m_š	37,5	39	0,38	38,5	0,62	-1
test6_3m_š	37,5	39,5	0,34	39,1	1,26	-1,6
test7_m_š	37,5	38,7	0,42	38,2	-0,28	-0,7
test7_2m_š	37,5	38,9	0,5	38,2	0,2	-0,7
test7_3m_š	37,5	38,7	0,46	38,2	0,24	-0,7
test8_m_š	37,5	38	0,46	37,2	0,76	0,3
test8_2m_š	37,5	38,3	0,5	38	0	-0,5
test8_3m_š	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. 2 – Deformace vzorku před měřením a po měření - modrý



vzorek	1/2Pv	1/2Dpm[cm]	Dzm[cm]	1/2Rv[cm]	1/2Dpm-	1/2Pv-
	[cm]				1/2Rv	1/2Rv
	[cm]				[cm]	[cm]
test1_r_sl	37,5	37,5	0,26	37,5	0,26	0
test1_2r_sl	37,5	37,6	0,27	37,3	0,47	0,2
test1_3r_sl	37,5	37,6	0,28	37,5	0,28	0
test2_r_sl	37,5	37,5	0,22	37,5	0,22	0
test3_r_sl	37,5	38	0,21	37,4	0,31	0,1
test4_r_sl	37,5	38	0,19	37,4	0,29	0,1
test5_r_sl	37,5	37,8	0,21	37,6	0,11	-0,1
test5_2r_sl	37,5	37,7	0,17	37,5	0,17	0
test5_3r_sl	37,5	37,6	0,19	37,5	0,19	0
test1_r_ř	37,5	37,5	0,42	37,6	0,32	-0,1
test1_2r_ř	37,5	37,8	0,48	37,4	0,58	0,1
test1_3r_ř	37,5	37,8	0,47	37,3	0,67	0,2
test2_r_ř	37,5	38	0,3	37,4	0,4	0,1
test3_r_ř	37,5	38	0,3	37,4	0,4	0,1
test4_r_ř	37,5	38	0,3	37,6	0,2	-0,1
test5_r_ř	37,5	37,5	0,27	37,7	0,07	-0,2
test5_2r_ř	37,5	37,8	0,22	37,5	0,22	0
test5_3r_ř	37,5	37,7	0,26	37,6	0,16	-0,1
test6_r_š	37,5	38,3	0,31	38	-0,19	-0,5
test6_2r_š	37,5	38,2	0,35	38,1	0,25	-0,6
test6_3r_š	37,5	38,2	0,34	38	0,16	-0,5
test7_r_š	37,5	38,1	0,27	38	-0,23	-0,5
test7_2r_š	37,5	38	0,21	37,6	0,11	-0,1
test7_3r_š	37,5	38	0,23	38	0,27	-0,5
test8_r_š	37,5	37,7	0,21	37,7	0,01	-0,2
test8_2r_š	37,5	38	0,22	38	0,28	-0,5
test8_3r_š	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. 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]
test1_ž_sl	37,5	3705	0,53	37,3	0,73	0,2
test1_2ž_sl	37,5	38,1	0,51	37,8	0,21	-0,3
test1_3ž_sl	37,5	38,5	0,29	37,7	0,09	-0,2
test2_ž_sl	37,5	38,9	0,43	37,6	0,33	-0,1
test3_ž_sl	37,5	38	0,35	37,8	0,05	-0,3
test4_ž_sl	37,5	38	0,4	37,8	0,1	-0,3
test5_ž_sl	37,5	38,5	0,4	37,8	0,1	-0,3
test5_2ž_sl	37,5	38,6	0,38	37,8	0,08	-0,3
test5_3ž_sl	37,5	38,3	0,36	38	0,14	-0,5
test1_ž_ř	37,5	37,5	0,52	37,5	0,52	0
test1_2ž_ř	37,5	37,8	0,53	37,5	0,53	0
test1_3ž_ř	37,5	38	0,55	37,5	0,55	0
test2_ž_ř	37,5	38	0,44	37,7	0,22	-0,2
test3_ž_ř	37,5	38	0,42	37,7	0,22	-0,2
test4_ž_ř	37,5	37,9	0,42	37,6	0,32	-0,1
test5_ž_ř	37,5	38	0,32	37,7	0,12	-0,2
test5_2ž_ř	37,5	38,1	0,39	37,7	0,19	-0,2
test5_3ž_ř	37,5	38,2	0,37	37,8	0,07	-0,3
test6_ž_š	37,5	38,4	0,49	38	-0,01	-0,5
test6_2ž_š	37,5	39	0,57	38	0,07	-0,5
test6_3ž_š	37,5	38,7	0,52	38	0,02	-0,5
test7_ž_š	37,5	38,5	0,45	37,8	0,15	-0,3
test7_2ž_š	37,5	38,7	0,42	38	0,08	-0,5
test7_3ž_š	37,5	38,6	0,43	38,1	0,17	-0,6
test8_ž_š	37,5	38,3	0,39	38	-0,11	-0,5
test8_2ž_š	37,5	38,5	0,36	38,1	0,24	-0,6
test8_3ž_š	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]

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

## Příloha 2: Experiment 1 – Tlak

vzorek	počet cyklů	T1 [s]	T2 [s]	V $\Delta$ [mm/min]	$\epsilon_p$ [mm]
test1_m_sl	3	15	15	100	100
test1_m_ř	3	15	15	100	100
test1_r_sl	3	15	15	100	100
test1_r_ř	3	15	15	100	100
test1_ž_sl	3	15	15	100	100
test1_ž_ř	3	15	15	100	100
test234m_sl	3	15	15	100	100
test234m_ř	3	15	15	100	100
test234r_sl	3	15	15	100	100
test234r_ř	3	15	15	100	100
test234ž_sl	3	15	15	100	100
test234ž_ř	3	15	15	100	100
test5_m_sl	3	15	15	100	100
test5_m_ř	3	15	15	100	100
test5_r_sl	3	15	15	100	100
test5_r_ř	3	15	15	100	100
test5_ž_sl	3	15	15	100	100
test5_ž_ř	3	15	15	100	100
test6_m_š	3	15	15	100	100
test6_r_š	3	15	15	100	100
test6_ž_š	3	15	15	100	100
test7_m_š	3	15	15	100	100
test7_r_š	3	15	15	100	100
test7_ž_š	3	15	15	100	100
test8_m_š	3	15	15	100	100
test8_r_š	3	15	15	100	100
test8_ž_š	3	15	15	100	100

T1 [s] čas relaxace vzorku po natažení

T2 [s] čas relaxace vzorku před natažením

V  $\Delta$  [mm/min] rychlost protahování

$\epsilon_p$  [mm] prodloužení vzorku

Tab. 5 – Seznam vzorků a testovaných veličin

vzorek	$\Delta\varepsilon$ [mm]	E [%]	Fx [N]	rozdíl Fx5-20 [%]	rozdíl Fx5-32 [%]	Fmin [N]	Fmax [N]	rozah Fmax5-20 [%]	rozah Fmax5-32 [%]	Fx v $\Delta$ [N]	rozdíl Fx v $\Delta$ 5-20 [%]	rozdíl Fx v $\Delta$ 5-32 [%]
test1_m_sl	6,2	94	4,81	0,13	1,34	0,17	14,97	4,44	7,78	12,97	3,46	5,54
test234m_sl	7,8	92	19,91			0,17	66,57			57,87		
test5_m_sl	7,7	92	25,53			0,17	86,88			75,69		
test6_m_š	0,0	0	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0	0
test7_m_š	6,2	94	3,53			0,17	11,84			8,39		
test8_m_š	7,1	93	7,77			0,17	24,20			20,06		
test1_m_ř	3,5	96	1,80	0,09	0,1	0,17	6,09	0,5	0,002	4,16	1,01	2,06
test234m_ř	7,8	92	8,30			0,17	26,29			21,33		
test5_m_ř	7,1	93	12,32			0,17	39,00			32,89		
test6_m_š	0,0	0	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0	0
test7_m_š	6,2	94	3,53			0,17	11,84			8,39		
test8_m_š	7,1	93	7,77			0,17	24,20			20,06		
test1_r_sl	0,9	99	12,32	0,2	10,97	0,17	35,87	14	93,79	32,14	14,41	67,79
test234r_sl	1,8	98	49,67			0,17	152,64			138,93		
test5_r_sl	2,7	97	60,79			0,17	176,38			164,48		
test6_r_š	1,8	98	1,05	0,67	1,24	0,17	5,40	3,06	2,28	3,57	3,39	4,82
test7_r_š	1,2	99	10,58			0,17	31,34			26,89		
test8_r_š	1,3	99	14,99			0,17	40,22			36,16		
test1_r_ř	5,1	95	1,85	0,02	0,03	0,17	5,92	0,97	2,53	3,38	0,38	1,23
test234r_ř	2,4	98	7,11			0,17	18,40			15,95		
test5_r_ř	2,6	97	11,61			0,17	29,25			26,33		
test6_r_š	1,8	98	1,05	0,67	1,24	0,17	5,40	3,06	2,28	3,57	3,39	4,82
test7_r_š	1,2	99	10,58			0,17	31,34			26,89		
test8_r_š	1,3	99	14,99			0,17	40,22			36,16		
test1_ž_sl	4,6	95	4,72	0,32	0,1	0,17	13,76	2,83	0,85	11,46	1,1	3,69
test234ž_sl	3,7	96	17,02			0,17	49,27			43,32		
test5_ž_sl	4,6	95	29,89			0,17	87,06			78,09		
test6_ž_š	3,2	97	2,09	0,14	0,47	0,17	6,09	0,36	1,97	4,62	1,13	4,19
test7_ž_š	5,2	95	9,81			0,17	25,77			23,33		
test8_ž_š	5,1	95	16,28			0,17	43,53			40,05		
test1_ž_ř	2,3	95	2,29	0,05	0,13	0,17	6,62	0,28	0,92	4,88	0,53	1,66
test234ž_ř	5,1	95	9,63			0,17	25,36			21,94		
test5_ž_ř	5,3	95	15,48			0,17	40,05			35,87		
test6_ž_š	3,2	97	2,09	0,14	0,47	0,17	6,09	0,36	1,97	4,62	1,13	4,19
test7_ž_š	5,2	95	9,81			0,17	25,77			23,33		
test8_ž_š	5,1	95	16,28			0,17	43,53			40,05		

$\Delta\varepsilon$  [mm] zbytkové protažení po 3.cyklu měření  
E [%] elasticita  $E = \varepsilon_p - \Delta\varepsilon/\varepsilon_p * 100$   
Fx [N] průměrná síla z celkového měření  
Fmin [N] minimální dosažená síla dosažená při 3 cyklech  
Fmax [N] maximální dosažená síla při 3 cyklech

Fx v Δl [N] průměrná síla v bodě dosažení prodloužení v 1.cyklu

rozdíl Fx5-20 [%] rozdíl Fx při srovnání šíře 20 cm a síly šíře 5cm přepočtené na 20cm  
 rozdíl Fx5-32 [%] rozdíl Fx při srovnání šíře 32 cm a síly šíře 5cm přepočtené na 32cm  
 rozdíl Fmax5-20 [%] rozdíl Fmax při srovnání šíře 20 cm a síly šíře 5cm přepočtené na 20cm  
 rozdíl Fmax5-32 [%] rozdíl Fmax při srovnání šíře 32 cm a síly šíře 5cm přepočtené na 32cm  
 rozdíl Fx v Δl 5-20 [%] rozdíl Fx v Δl při srovnání šíře 20 cm a síly šíře 5cm přepočtené na 20cm  
 rozdíl Fx v Δl 5-32 [%] rozdíl Fx v Δl při srovnání šíře 32 cm a síly šíře 5cm přepočtené na 32cm

Tab. 6 – Testované veličiny a porovnání velikostí vzorků

### Příloha 3: Průměrná síla na prodloužení o 20cm a komprese

VZOREC 1			$P_i[kPa] = 20 \cdot \pi \cdot F_i[N/cm] / U_i[cm]$											
vzorek	Fx [N]	Fi [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
test1_m_sl	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
test1_m_ř	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
test1_r_sl	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
test1_r_ř	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
test1_ž_sl	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
test1_ž_ř	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
test234m_sl	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
test234m_ř	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
test234r_sl	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
test234r_ř	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
test234ž_sl	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
test234ž_ř	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
test5_m_sl	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
test5_m_ř	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
test5_r_sl	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
test5_r_ř	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
test5_ž_sl	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
test5_ž_ř	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
test6_m_š	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
test6_r_š	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
test6_ž_š	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
test7_m_š	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
test7_r_š	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
test7_ž_š	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
test8_m_š	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
test8_r_š	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
test8_ž_š	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:

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

Fi [N/cm]

síla

Fs [N]

průměrná síla (Fx)

s [cm]

šíře vzorku

Komprese:

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

Pi [kPa]

komprese

Fi [N/cm]

síla

Ui [cm]

obvod

Tab. 7 – Průměrná síla na prodloužení o 20cm dle vzorce 1 - P [kPa]

VZOREC 2		P [Pa]=(2*π*F[N])/S[m <sup>2</sup> ]										
vzorek												
[%]		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
test1_m_sl		0,76	0,81	0,85	0,90	0,96	1,02	1,09	1,18	1,27	1,39	1,53
test1_m_ř		0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,44	0,48	0,52	0,57
test1_r_sl		1,96	2,06	2,18	2,30	2,45	2,61	2,80	3,01	3,26	3,56	3,92
test1_r_ř		0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,42	0,45	0,49	0,54	0,59
test1_ž_sl		0,75	0,79	0,83	0,88	0,94	1,00	1,07	1,15	1,25	1,36	1,50
test1_ž_ř		0,36	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,52	0,56	0,61	0,66	0,73
test234m_sl		0,79	0,83	0,88	0,93	0,99	1,06	1,13	1,22	1,32	1,44	1,58
test234m_ř		0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,44	0,47	0,51	0,55	0,60	0,66
test234r_sl		1,97	2,08	2,19	2,32	2,47	2,63	2,82	3,04	3,29	3,59	3,95
test234r_ř		0,28	0,30	0,31	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,47	0,51	0,57
test234ž_sl		0,68	0,71	0,75	0,80	0,85	0,90	0,97	1,04	1,13	1,23	1,35
test234ž_ř		0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,55	0,59	0,64	0,70	0,77
test5_m_sl		0,63	0,67	0,70	0,75	0,79	0,85	0,91	0,98	1,06	1,15	1,27
test5_m_ř		0,31	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,44	0,47	0,51	0,56	0,61
test5_r_sl		1,51	1,59	1,68	1,78	1,89	2,01	2,16	2,32	2,52	2,75	3,02
test5_r_ř		0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,44	0,48	0,52	0,58
test5_ž_sl		0,74	0,78	0,82	0,87	0,93	0,99	1,06	1,14	1,24	1,35	1,48
test5_ž_ř		0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,55	0,59	0,64	0,70	0,77
test6_m_š		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
test6_r_š		0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,34
test6_ž_š		0,33	0,35	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,51	0,55	0,60	0,66
test7_m_š		0,14	0,16	0,16	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,28
test7_r_š		0,42	0,44	0,47	0,49	0,53	0,56	0,60	0,65	0,70	0,76	0,84
test7_ž_š		0,39	0,41	0,43	0,46	0,49	0,52	0,56	0,60	0,65	0,71	0,78
test8_m_š		0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,35	0,39
test8_r_š		0,37	0,39	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,57	0,62	0,68	0,74
test8_ž_š		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>]

Tab. 8 – Kompresie dle vzorce 2 – P [kPa]

#### Příloha 4: Průměrná teoretická síla potřebná pro prodloužení o 1mm

vzorek	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>xpr</sub> [N]	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
test1_m_sl	4,81	<b>0,02</b>	0,00	0,95	1,90	2,85	3,80	4,75	5,70	6,65	7,60	8,55	9,50
test1_m_ř	1,80	<b>0,01</b>	0,00	0,36	0,71	1,07	1,42	1,78	2,13	2,49	2,85	3,20	3,56
test1_r_sl	12,32	<b>0,06</b>	0,00	2,43	4,87	7,30	9,73	12,16	14,60	17,03	19,46	21,90	24,33
test1_r_ř	1,85	<b>0,01</b>	0,00	0,37	0,73	1,10	1,46	1,83	2,19	2,56	2,93	3,29	3,66
test1_ž_sl	4,72	<b>0,02</b>	0,00	0,93	1,86	2,80	3,73	4,66	5,59	6,52	7,46	8,39	9,32
test1_ž_ř	2,29	<b>0,01</b>	0,00	0,45	0,90	1,36	1,81	2,26	2,71	3,16	3,61	4,07	4,52
test234m_sl	19,91	<b>0,10</b>	0,00	3,93	7,87	11,80	15,73	19,66	23,60	27,53	31,46	35,40	39,33
test234m_ř	8,30	<b>0,04</b>	0,00	1,64	3,28	4,92	6,56	8,20	9,84	11,48	13,12	14,75	16,39
test234r_sl	49,67	<b>0,25</b>	0,00	9,81	19,62	29,43	39,24	49,05	58,86	68,67	78,48	88,29	98,10
test234r_ř	7,11	<b>0,04</b>	0,00	1,40	2,81	4,21	5,62	7,02	8,43	9,83	11,24	12,64	14,05
test234ž_sl	17,02	<b>0,09</b>	0,00	3,36	6,72	10,08	13,44	16,80	20,16	23,53	26,89	30,25	33,61
test234ž_ř	9,63	<b>0,05</b>	0,00	1,90	3,80	5,71	7,61	9,51	11,41	13,31	15,22	17,12	19,02
test5_m_sl	25,53	<b>0,13</b>	0,00	5,04	10,09	15,13	20,17	25,21	30,26	35,30	40,34	45,38	50,43
test5_m_ř	12,32	<b>0,06</b>	0,00	2,43	4,87	7,30	9,74	12,17	14,60	17,04	19,47	21,90	24,34
test5_r_sl	60,79	<b>0,30</b>	0,00	12,01	24,01	36,02	48,03	60,03	72,04	84,04	96,05	108,06	120,06
test5_r_ř	11,61	<b>0,06</b>	0,00	2,29	4,59	6,88	9,17	11,46	13,76	16,05	18,34	20,63	22,93
test5_ž_sl	29,89	<b>0,15</b>	0,00	5,90	11,81	17,71	23,61	29,51	35,42	41,32	47,22	53,12	59,03
test5_ž_ř	15,48	<b>0,08</b>	0,00	3,06	6,11	9,17	12,23	15,29	18,34	21,40	24,46	27,51	30,57
test6_m_š	0,00	<b>0,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
test6_r_š	1,05	<b>0,01</b>	0,00	0,21	0,42	0,62	0,83	1,04	1,25	1,46	1,67	1,87	2,08
test6_ž_š	2,09	<b>0,01</b>	0,00	0,41	0,83	1,24	1,65	2,06	2,48	2,89	3,30	3,72	4,13
test7_m_š	3,53	<b>0,02</b>	0,00	0,70	1,39	2,09	2,79	3,48	4,18	4,88	5,57	6,27	6,97
test7_r_š	10,58	<b>0,05</b>	0,00	2,09	4,18	6,27	8,36	10,45	12,54	14,63	16,72	18,81	20,89
test7_ž_š	9,81	<b>0,05</b>	0,00	1,94	3,88	5,81	7,75	9,69	11,63	13,56	15,50	17,44	19,38
test8_m_š	7,77	<b>0,04</b>	0,00	1,53	3,07	4,60	6,14	7,67	9,21	10,74	12,28	13,81	15,34
test8_r_š	14,99	<b>0,07</b>	0,00	2,96	5,92	8,88	11,84	14,80	17,76	20,72	23,68	26,64	29,60
test8_ž_š	16,28	<b>0,08</b>	0,00	3,21	6,43	9,64	12,86	16,07	19,29	22,50	25,72	28,93	32,14

**průměrná síla potřebná pro prodloužení o 1 mm:**

$$F_{xpr} [N] = F_x [N] / 200 [mm]$$

**stanovení potřebné průměrné síly pro konkrétní prodloužení:**

$$F_{xpr} [N] * \text{rozdíl} [mm]$$

**Tab. 9 – Průměrná teoretická síla potřebná pro prodloužení o 1mm**

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

	velikost vzorku[mm]	plocha testu [m <sup>2</sup> ]	počet cyklů	εp [mm]	V Δl [mm/min]
mat_m_1	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_m_2	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_m_3	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_m_4	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_m_5	250 x 250	0,015	3	30	100

mat_r_1	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_r_2	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_r_3	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_r_4	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_r_5	250 x 250	0,015	3	30	100

mat_ž_3	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_ž_4	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_ž_5	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_ž_6	250 x 250	0,015	3	30	100
mat_ž_7	250 x 250	0,015	3	30	100

V Δl [mm/min] rychlost protahování

εp [mm] prodloužení vzorku

Tab. 10 - Testované vzorky polokoulí

**1. mat\_ž**

	velikost vzorku [mm]	plocha testu [m <sup>2</sup> ]	počet cyklů	εp [mm]	V Δl [mm/min]	Δε [mm]	Fx [N]	Fmax [N]	Fmin [N]	Fx v Δl [N]	E [%]
mat_ž_3	250 x 250	0,015	3	30	100	10	2,27	12,17	0,00	3,42	67
mat_ž_4	250 x 250	0,015	3	30	100	10	2,30	12,40	0,00	3,40	67
mat_ž_5	250 x 250	0,015	3	30	100	10	2,25	12,21	0,00	3,26	67
mat_ž_6	250 x 250	0,015	3	30	100	11	1,97	10,45	0,00	2,93	64
mat_ž_7	250 x 250	0,015	3	30	100	8	2,14	11,41	0,00	2,91	75

V Δl [mm/min] rychlost protahování

εp [mm] prodloužení vzorku

Δε [mm] zbytkové protažení po 3.cyklu měření

Fx [N] průměrná síla z celkového měření

Fmin [N] minimální dosažená síla dosažená při 3 cyklech

Fmax [N] maximální dosažená síla při 3 cyklech

Fx v Δl [N] průměrná síla v bodě dosažení prodloužení v 1.cyklu

E [%] elasticita ( $E = \frac{\epsilon_p - \Delta\epsilon}{\epsilon_p} \cdot 100$ )

Tab. 11 – Výsledky měření mat\_ž\_



	PFx v Δl [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax [Pa]	PFx v Δl [kPa]	PFx [kPa]	PFmin [kPa]	PFmax [kPa]
mat_ž_3	1393,96	924,34	0,00	4963,55	1,39	0,92	0,00	4,96
mat_ž_4	1387,85	937,91	0,00	5057,37	1,39	0,94	0,00	5,06
mat_ž_5	1329,94	915,53	0,00	4982,19	1,33	0,92	0,00	4,98
mat_ž_6	1194,50	802,53	0,00	4263,11	1,19	0,80	0,00	4,26
mat_ž_7	1184,95	874,21	0,00	4654,69	1,19	0,87	0,00	4,66

PFx v Δl [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu

PFx [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu

PFmin [Pa] minimální tlak

PFmax [Pa] maximální tlak

$$P=(2*\pi*F)/S$$

P - tlak [Pa]

F - síla [N]

S - plocha vzorku [m<sup>2</sup>]

Tab. 12 – Výsledky výpočtů komprese dle vzorce 2

	Def mk [%]	Def vk [%]
mat_ž_3	18,3	4,8
mat_ž_4	17,2	5,8
mat_ž_5	17,7	3,8
mat_ž_6	15,6	4,9
mat_ž_7	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

Tab. 13 – Deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokouli

## 2. mat\_r

	velikost vzorku [mm]	plocha testu [m <sup>2</sup> ]	počet cyklů	εp [mm]	V Δl [mm/min]	Δε [mm]	Fx [N]	Fmax [N]	Fmin [N]	Fx v Δl [N]	E [%]
mat_r_1	250 x 250	0,015	3	30	100	6	2,69	21,34	0	3,69	81
mat_r_2	250 x 250	0,015	3	30	100	8	2,47	19,46	0	3,15	74
mat_r_3	250 x 250	0,015	3	30	100	6	2,32	17,96	0	2,97	79
mat_r_4	250 x 250	0,015	3	30	100	8	2,25	17,52	0	2,88	73
mat_r_5	250 x 250	0,015	3	30	100	7	2,09	15,49	0	2,83	78

V Δl [mm/min] rychlost protahování

εp [mm] prodloužení vzorku

Δε [mm] zbytkové protažení po 3.cyklu měření

Fx [N] průměrná síla z celkového měření

Fmin [N] minimální dosažená síla dosažená při 3 cyklech

Fmax [N] maximální dosažená síla při 3 cyklech

Fx v Δl [N] průměrná síla v bodě dosažení prodloužení v 1.cyklu

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

Tab. 14 – Výsledky měření mat\_r\_

	PFx v Δl [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax [Pa]	PFx v Δl [kPa]	PFx [kPa]	PFmin [kPa]	PFmax [kPa]
mat_r_1	1504,12	1097,62	0	8704,55	1,50	1,10	0	8,71
mat_r_2	1283,03	1008,77	0	7938,88	1,28	1,01	0	7,94
mat_r_3	1212,86	947,92	0	7327,61	1,21	0,95	0	7,33
mat_r_4	1173,30	916,08	0	7145,19	1,17	0,92	0	7,15
mat_r_5	1155,31	852,21	0	6318,91	1,16	0,85	0	6,32

PFx v Δl [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu

PFx [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu

PFmin [Pa] minimální tlak

PFmax[Pa] maximální tlak

$$P=(2*\pi*F)/S$$

P - tlak [Pa]

F - síla [N]

S - plocha vzorku [m<sup>2</sup>]

Tab. 15 – Výsledky výpočtů komprese dle vzorce 2

	Def mk [%]	Def vk [%]
mat_r_1	18,3	5,8
mat_r_2	19,2	5,8
mat_r_3	17,9	4,8
mat_r_4	19,0	3,8
mat_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

Tab. 16 – Deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokouli

### 3. mat\_m

	velikost vzorku [mm]	plocha testu [m <sup>2</sup> ]	počet cyklů	εp [mm]	V Δl [mm/min]	Δε [mm]	Fx [N]	Fmax [N]	Fmin [N]	Fx v Δl [N]	E [%]
mat_m_1	250 x 250	0,015	3	30	100	8	0,59	5,48	0	0,90	72
mat_m_2	250 x 250	0,015	3	30	100	10	0,64	5,88	0	0,10	67
mat_m_3	250 x 250	0,015	3	30	100	9	0,48	4,46	0	0,77	69
mat_m_4	250 x 250	0,015	3	30	100	10	0,70	6,55	0	1,08	67
mat_m_5	250 x 250	0,015	3	30	100	13	0,87	8,34	0	1,34	58

V Δl [mm/min] rychlost protahování

εp [mm] prodloužení vzorku

Δε [mm] zbytkové protažení po 3.cyklu měření

Fx [N] průměrná síla z celkového měření

Fmin [N] minimální dosažená síla dosažená při 3 cyklech

Fmax [N] maximální dosažená síla při 3 cyklech

Fx v Δl [N] průměrná síla v bodě dosažení prodloužení v 1.cyklu

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

Tab. 17 – Výsledky měření mat\_m

	PFx v Δl [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax [Pa]	PFx v Δl [kPa]	PFx [kPa]	PFmin [kPa]	PFmax [kPa]
mat_m_1	367,57	239,43	0	2234,10	0,37	0,24	0	2,23
mat_m_2	406,27	259,00	0	2399,62	0,41	0,26	0	2,40
mat_m_3	313,09	196,29	0	1820,41	0,31	0,20	0	1,82
mat_m_4	442,33	285,83	0	2672,92	0,44	0,29	0	2,67
mat_m_5	544,90	353,82	0	3403,05	0,55	0,35	0	3,40

PFx v Δl [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu

PFx [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu

PFmin [Pa] minimální tlak

PFmax[Pa] maximální tlak

$$P=(2*\pi*F)/S$$

P - tlak [Pa]

F - síla [N]

S - plocha vzorku [m<sup>2</sup>]

Tab. 18 – Výsledky výpočtů komprese dle vzorce 2

	Def mk [%]	Def vk [%]
mat_m_1	12,3	0,9
mat_m_2	14,9	7,7
mat_m_3	15,8	5,8
mat_m_4	14,2	3,8
mat_m_5	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

Tab. 19 – Deformace vnitřního kruhu a vnějšího kruhu při deformaci polokouli

## Příloha 6: Statistická data deformace vzorků polokouli

	mat_ž		mat_r		mat_m	
	Def mk [%]	Def vk [%]	Def mk [%]	Def vk [%]	Def mk [%]	Def vk [%]
průměr	17,5	4,8	19,3	5,0	14,8	5,4
medián	17,7	4,9	19,0	4,8	14,9	5,8
modus	17,7	4,9	18,3	4,8	12,3	0,9
sm. odch.	1,0	0,6	1,4	0,7	1,5	2,8
IS	0,9	0,5	1,2	0,6	1,3	2,5
IS min	16,5	4,3	18,0	4,4	13,5	3,0
IS max	18,4	5,4	20,5	5,7	16,1	7,9
var. Koef.	1,1	0,4	1,9	0,5	2,3	7,9

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

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

Tab. 20 – Statistická data deformace vzorků mat\_ž, mat\_r a mat\_m

**Polokoule - průměr**

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	Fx[N]	Fmax[N]	Fmin[N]	Fx v $\Delta l$ [N]	E [%]
mat_m	10	0,654	6,144	0	1,017	67
mat_r	7	2,365	18,355	0	3,103	77
mat_ž	10	2,184	11,729	0	3,183	68

**Trhačka - směr šikmo**

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	Fx[N]	Fmax[N]	Fmin[N]	Fx v $\Delta l$ [N]	E [%]
test6_m_š	24	0,00	0,17	0,00	0,00	76
test7_m_š	42	3,53	0,17	11,84	8,39	58
test8_m_š	46	7,77	0,17	24,20	20,06	54
test6_r_š	31	1,05	0,17	5,40	3,57	69
test7_r_š	27	10,58	0,17	31,34	26,89	73
test8_r_š	21	14,99	0,17	40,22	36,16	79
test6_ž_š	49	2,09	0,17	6,09	4,62	51
test7_ž_š	45	9,81	0,17	25,77	23,33	55
test8_ž_š	39	16,28	0,17	43,53	40,05	61

Tab. 21 – Porovnání dat z měření polokoule (průměr) a měření trhačky ve směru šikmo (všechny šíře vzorku - průměr)

**Příloha 7: 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 přídaveků odpovídají roztažnosti materiálu (do 9,5%), (9,5% - 30%), (více než 50%).*

## ZADNÍ A PŘEDNÍ DÍL

P.č.	Rozměr	Konstr. úsečka	Vzorec
1.	zad.středová přímka a krční přímka	$1 \perp k$	
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	$l, h, p, d \perp 1$	
7.	nadpažková přímka	$n \perp 1$	0,2 K1L1
8.	šířka průkrčníku (šprk)	K1K2	0,17 ok (-0,5cm), (-1,5cm)
9.		$K2K21 \perp k$	1,3 cm
10.	zadní šířka	H1(H7) H3 (H5)	0,5 šz(-2,5cm),(-2,5cm),(-6cm)
11.	zadní průramková	$H3N3 \perp h$	
12.	ramenní bod	N3N4	1,0 cm
13.	šířka náramenice	K21N4	
14.	hrudní šíře	H1H4	0,25oh(-1,5cm),(-3cm),(-8cm)
15.	boční přímka	$H4D4 \perp h$	
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	

Tab. 22 – Postup základní konstrukce dámského trika

## Příloha 8: EXPERIMENT 1 - TESTOVÁNÍ VZORKŮ - TRHAČKA



Obr. 1 - test1\_2\_m\_ř



Obr. 2 - test1\_3\_m\_ř



Obr. 3 - test3\_m\_ř



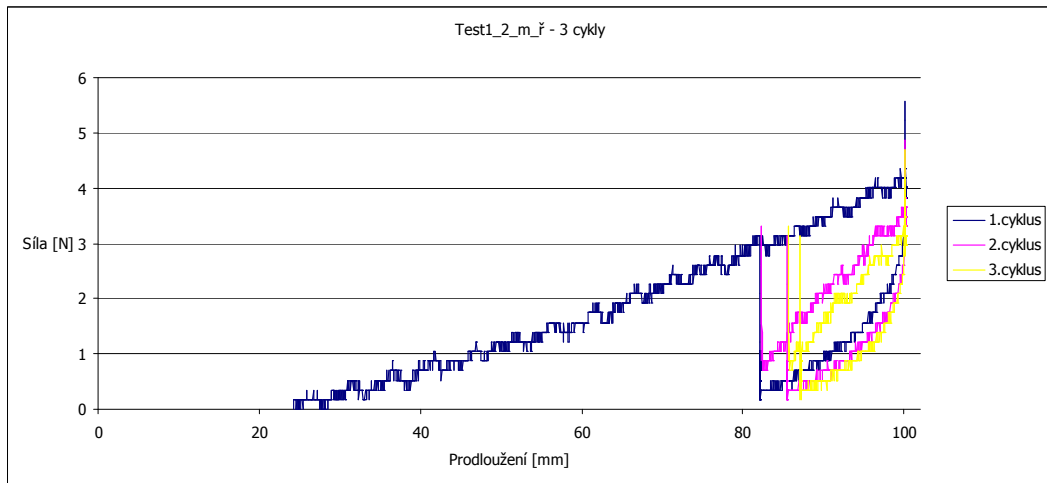
Obr. 4 - test4\_m\_ř



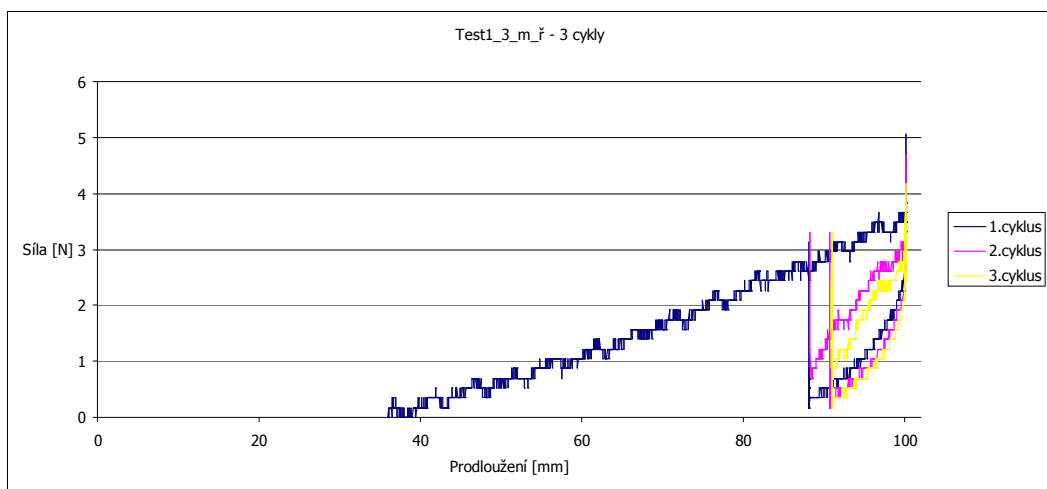
Obr. 5 - test5\_2\_m\_ř



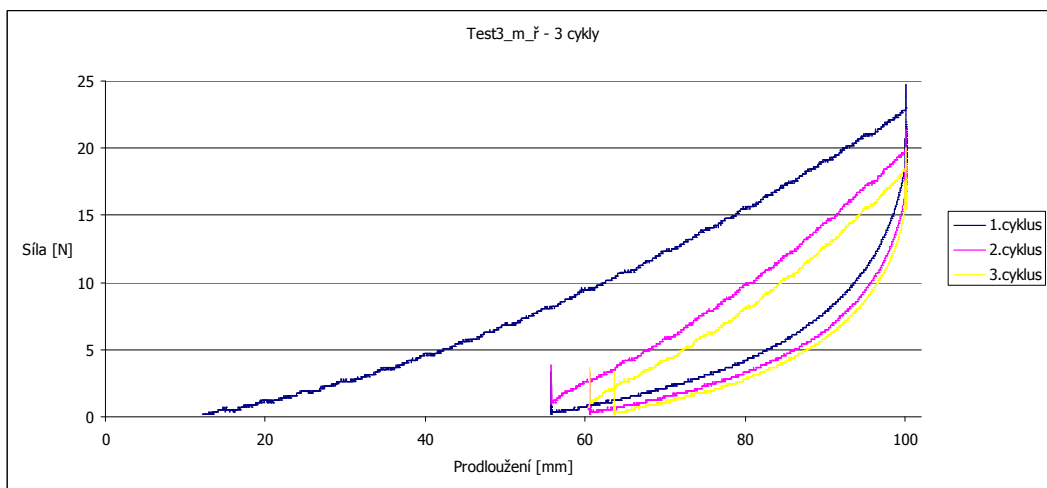
Obr. 6 - test1\_2\_m\_sl



Graf 1 – test1\_2\_m\_ř



Graf 2 – test1\_3\_m\_ř



Graf 3 – test3\_m\_ř



Obr. 7 - test1\_3\_m\_sl



Obr. 8 - test3\_m\_sl



Obr. 9 - test4\_m\_sl



Obr. 10 - test5\_2\_m\_sl

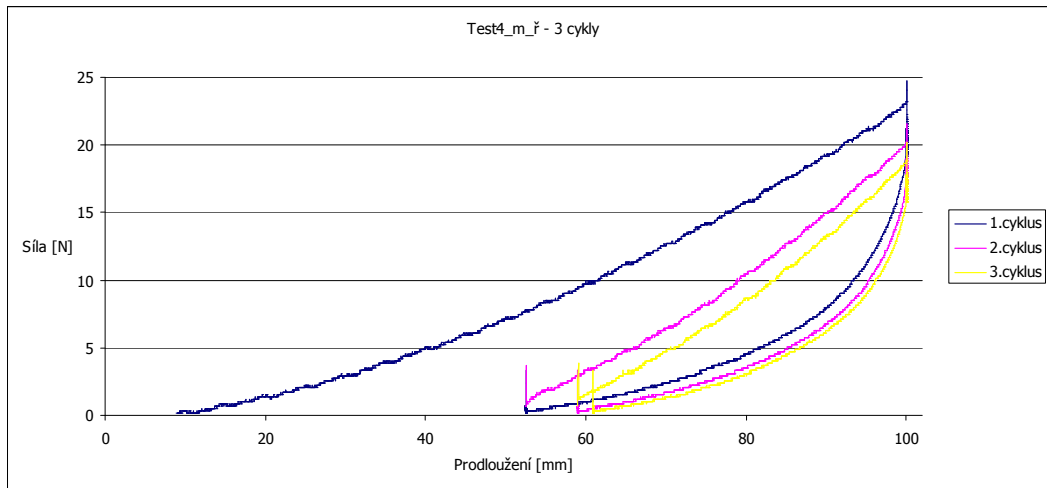


Obr. 11 - test5\_3\_m\_sl

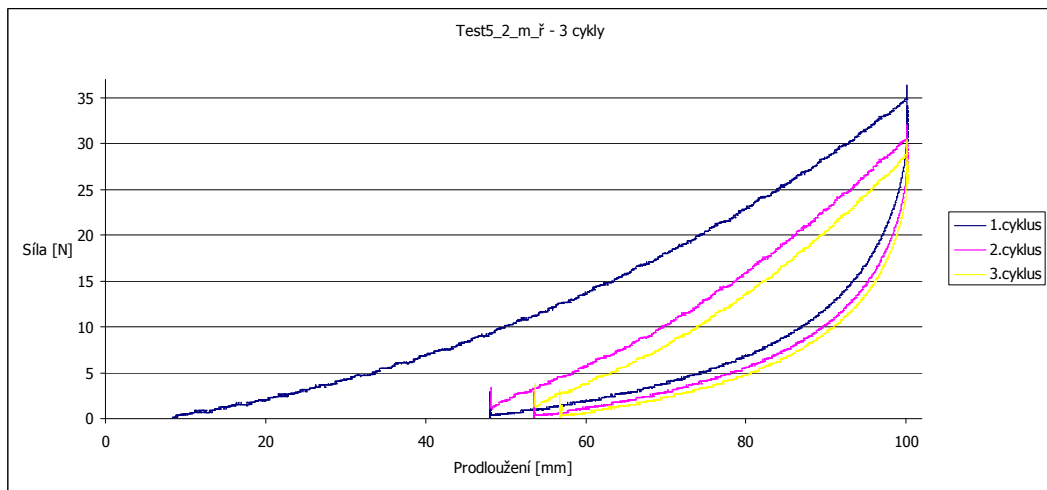


Obr. 12 - test6\_2\_m\_š

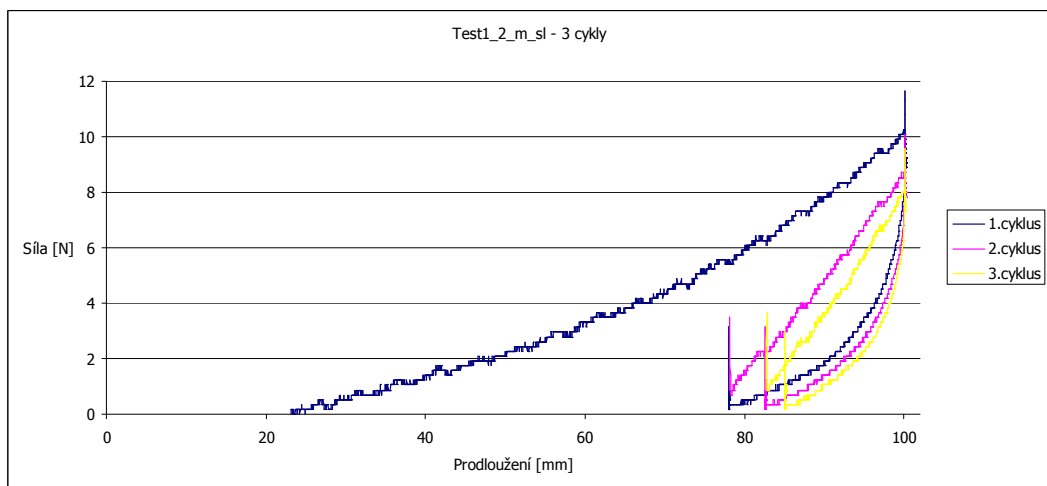




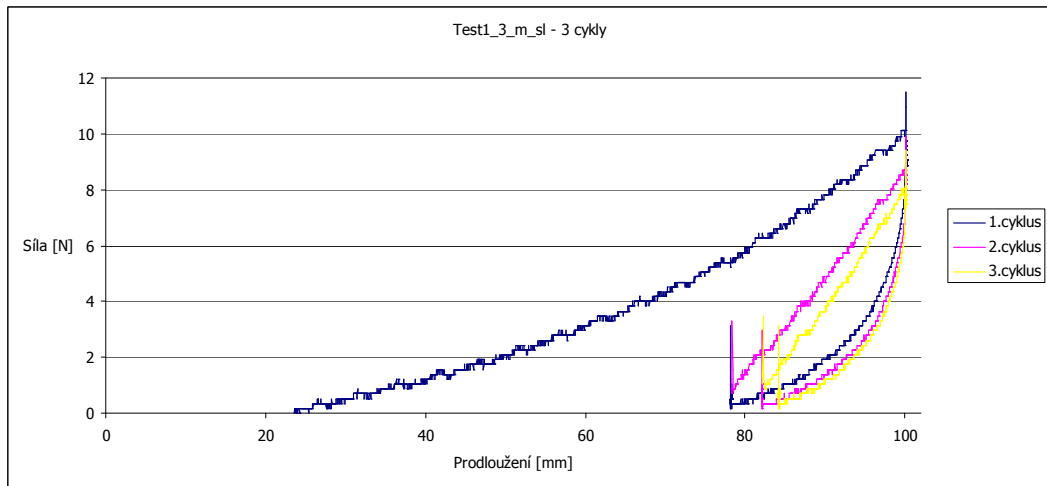
**Graf 4 – test4\_m\_ř**



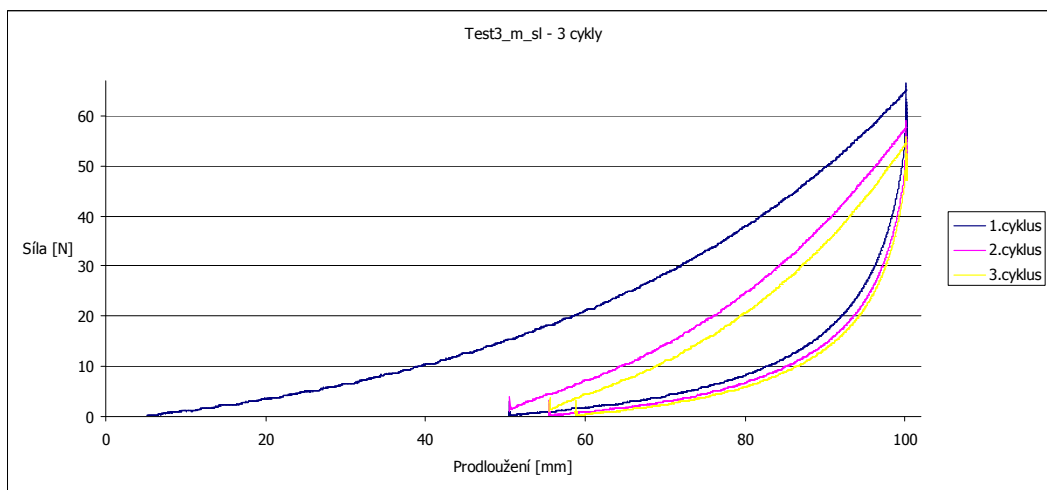
**Graf 5 – test5\_2\_m\_ř**



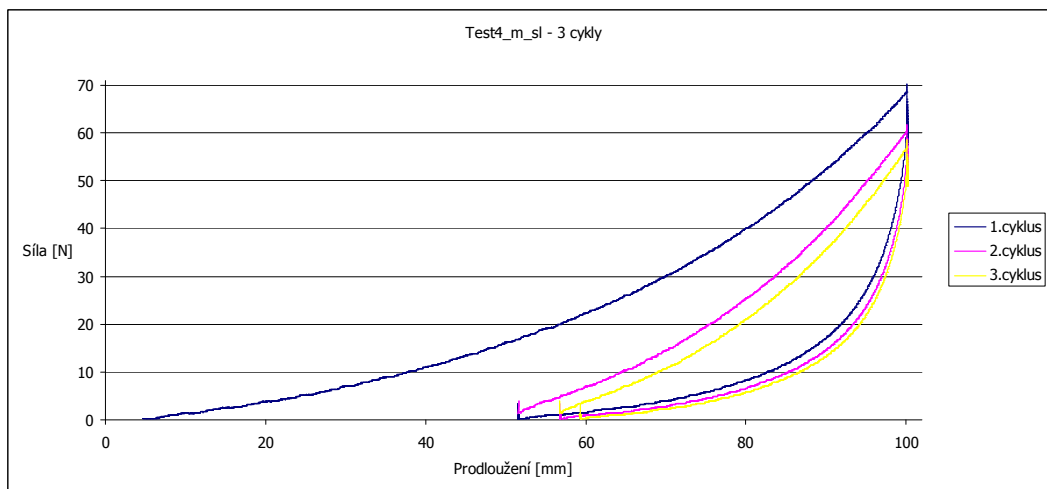
**Graf 6 – test1\_2\_m\_sl**



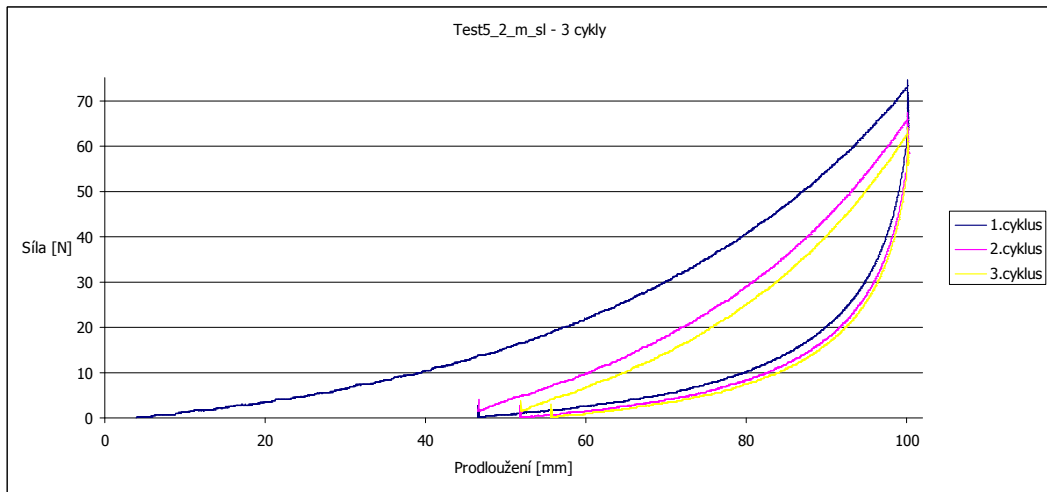
**Graf 7 – test1\_3\_m\_sl**



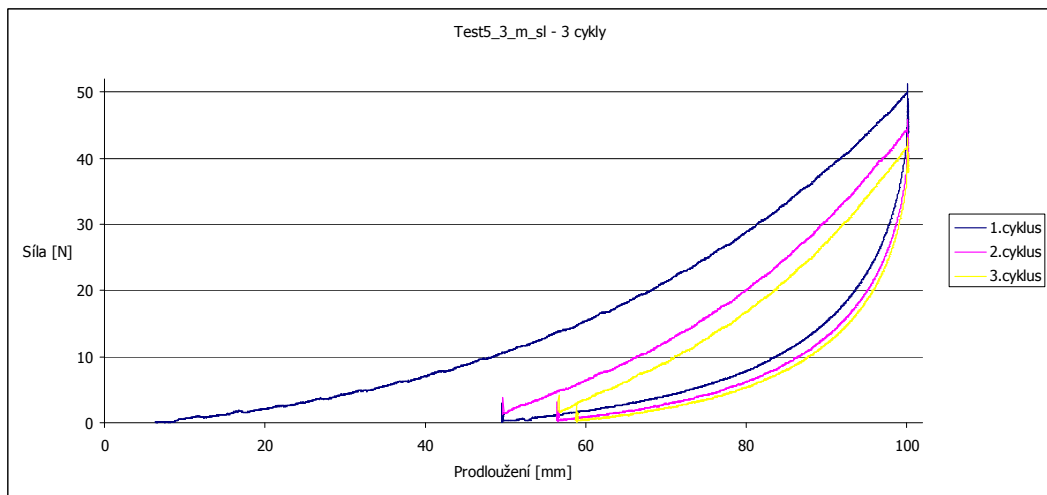
**Graf 8 – test3\_m\_sl**



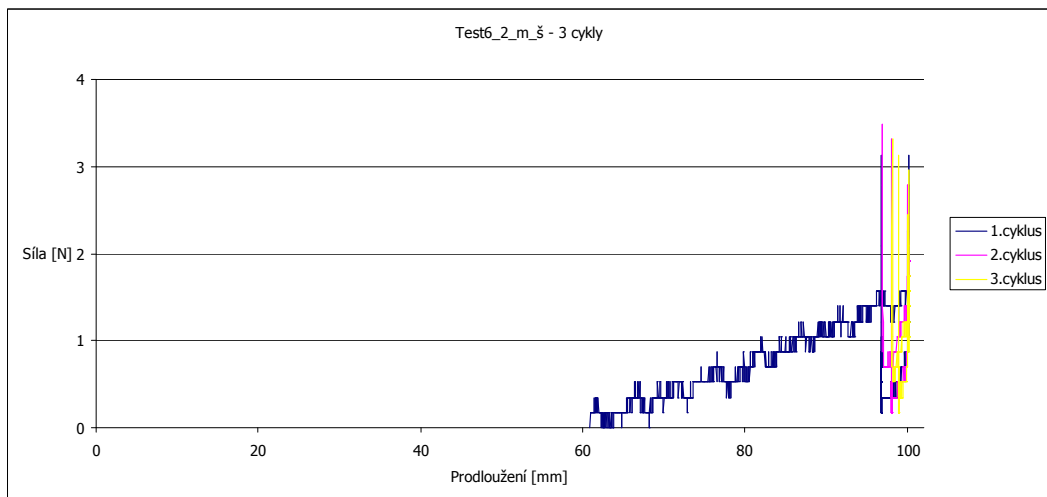
**Graf 9 – test4\_m\_sl**



**Graf 10 – test5\_2\_m\_sl**



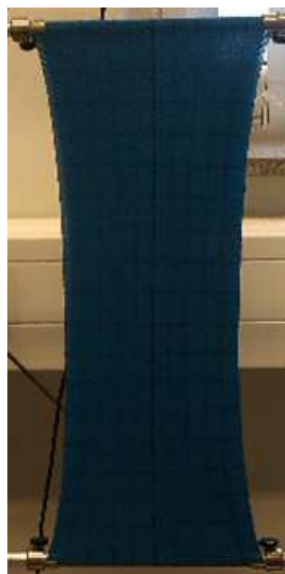
**Graf 11 – test5\_3\_m\_sl**



**Graf 12 – test6\_2\_m\_s**



Obr. 13 - test6\_3\_m\_š



Obr. 14 - test7\_2\_m\_š



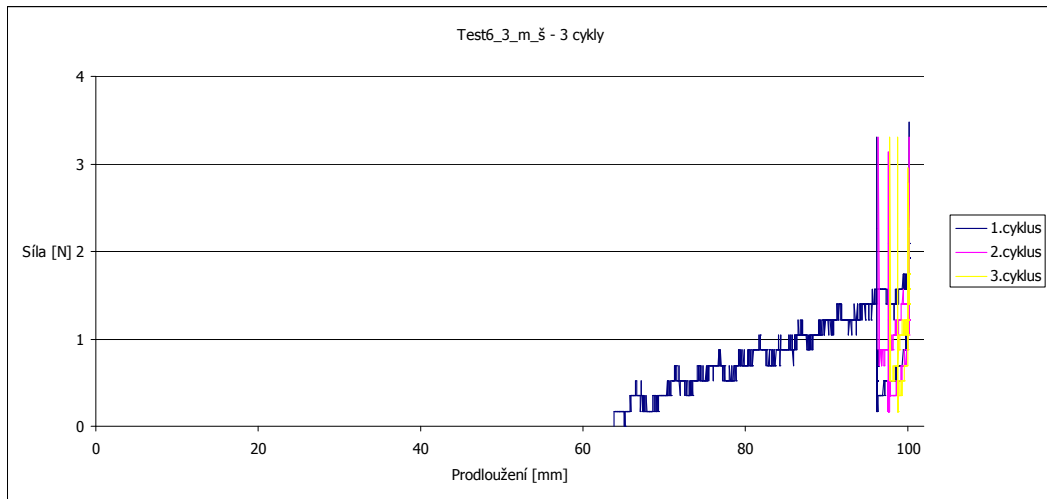
Obr. 15 - test7\_3\_m\_š



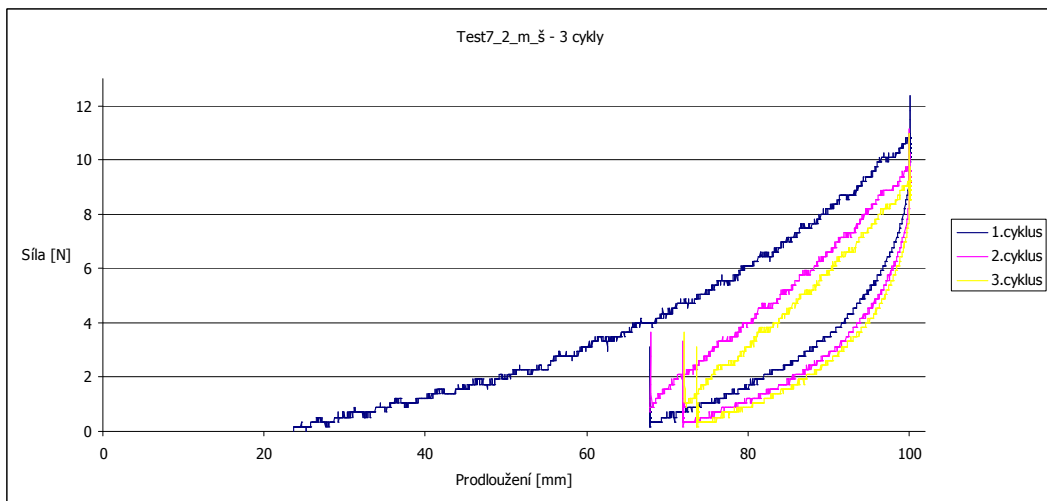
Obr. 16 - test8\_2\_m\_š



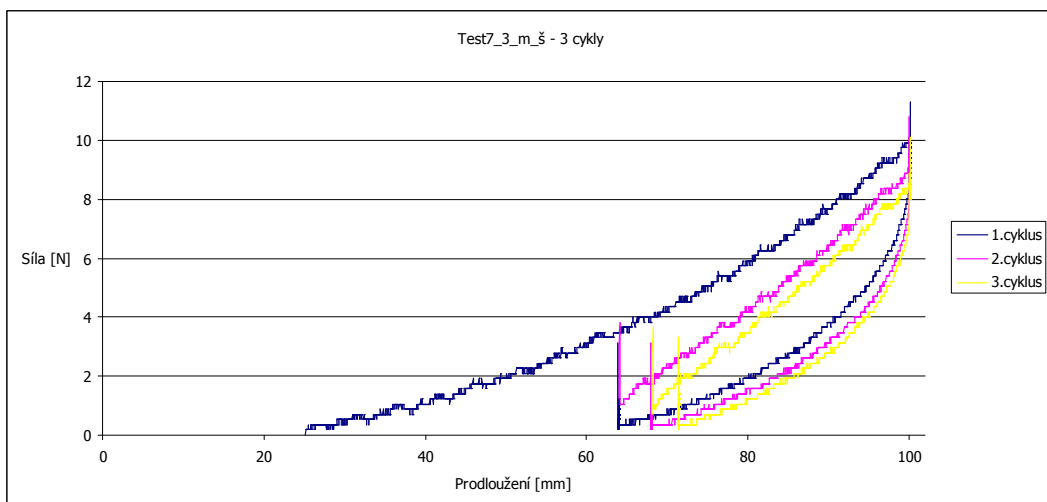
Obr. 17 - test8\_3\_m\_š



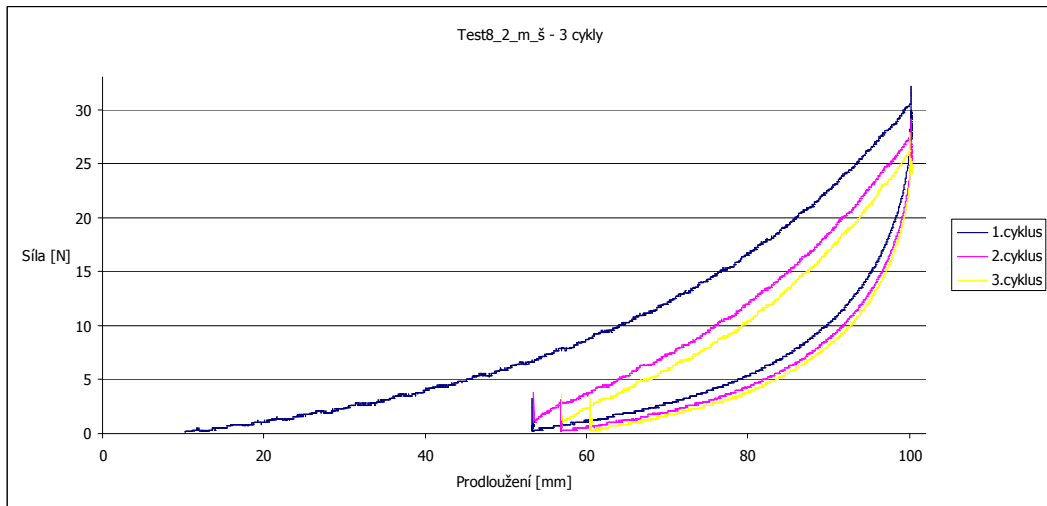
**Graf 13 – test6\_3\_m\_š**



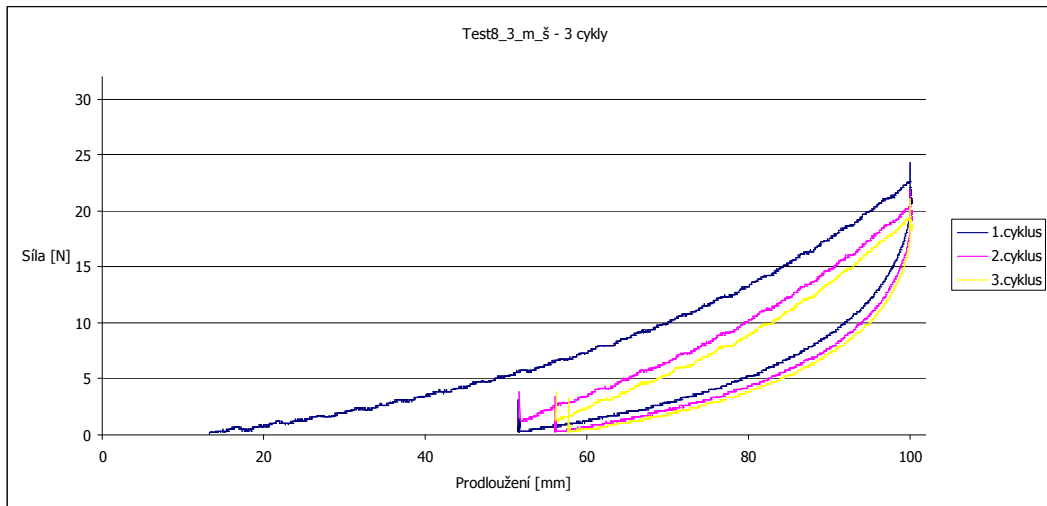
**Graf 14 – test7\_2\_m\_š**



**Graf 15 – test7\_3\_m\_š**



**Graf 16 – test8\_2\_m\_š**



**Graf 17 – test8\_3\_m\_š**



Obr. 18 - test1\_2\_r\_ř



Obr. 19 - test1\_3\_r\_ř



Obr. 20 - test3\_r\_ř



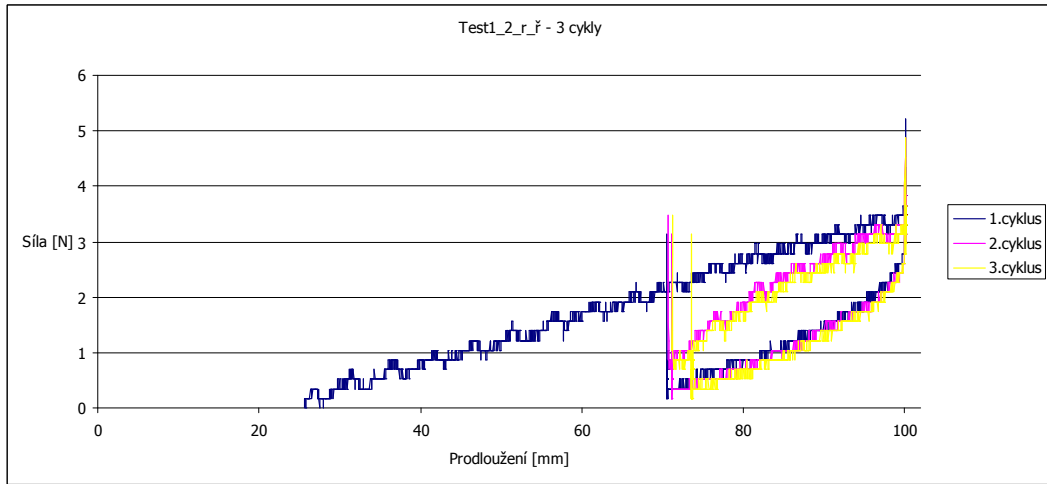
Obr. 21 - test5\_2\_r\_ř



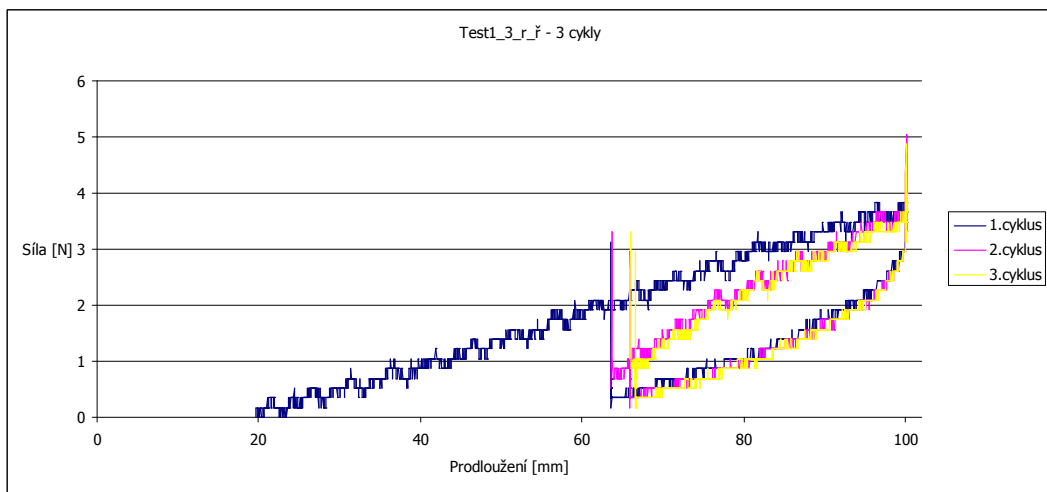
Obr. 22 - test5\_3\_r\_ř



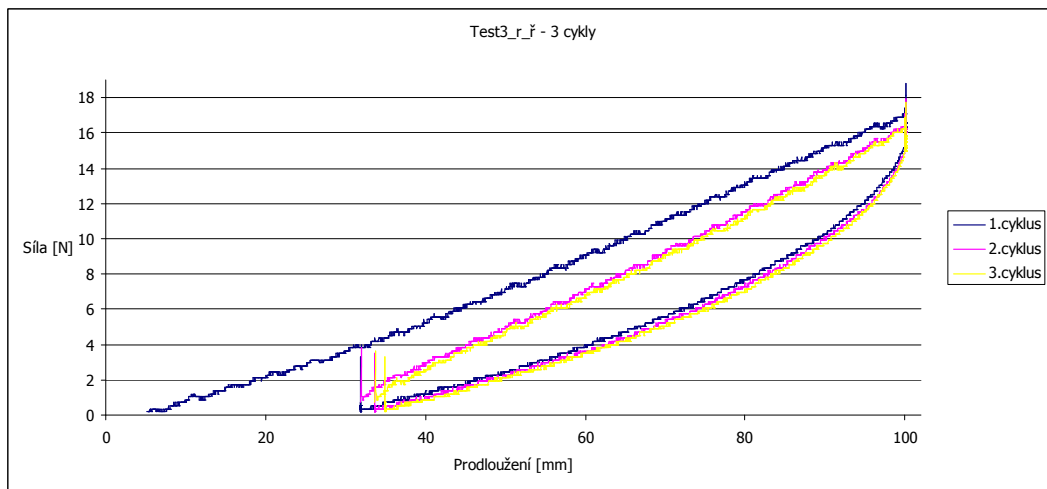
Obr. 23 - test1\_2\_r\_sl



Graf 18 – test1\_2\_r\_ř



Graf 19 – test1\_3\_r\_ř



Graf 20 – test3\_r\_ř





Obr. 24 - test1\_3\_r\_sl



Obr. 25 - test3\_r\_sl



Obr. 26 - test4\_r\_sl



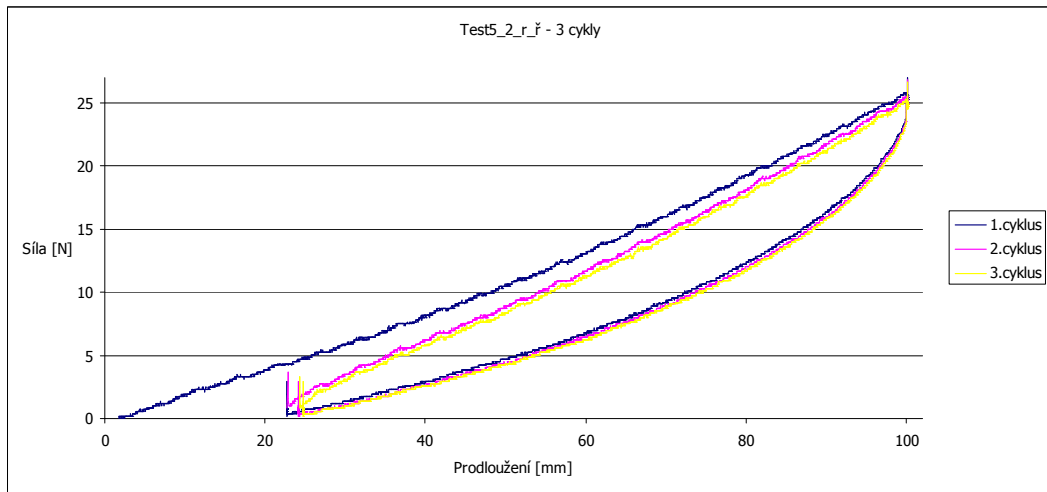
Obr. 27 - test5\_2\_r\_sl



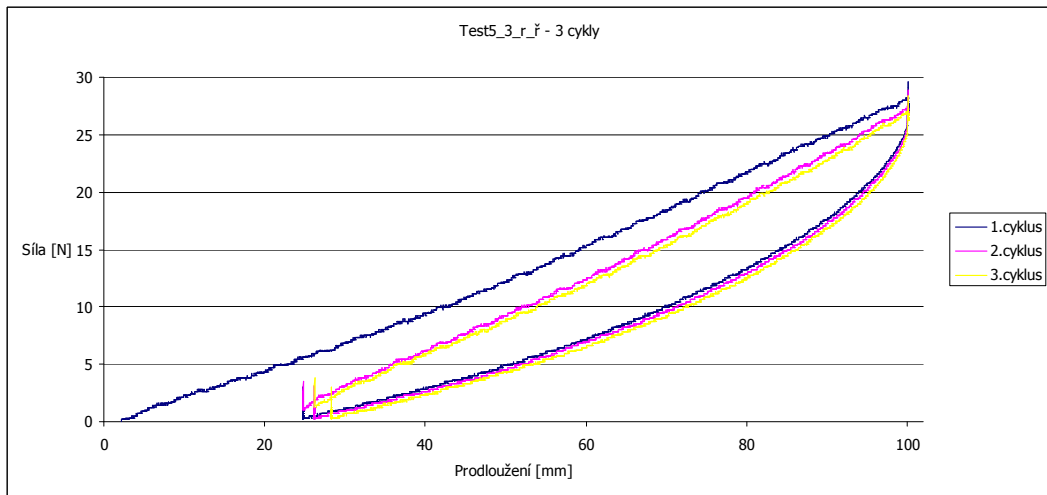
Obr. 28 - test5\_3\_r\_sl



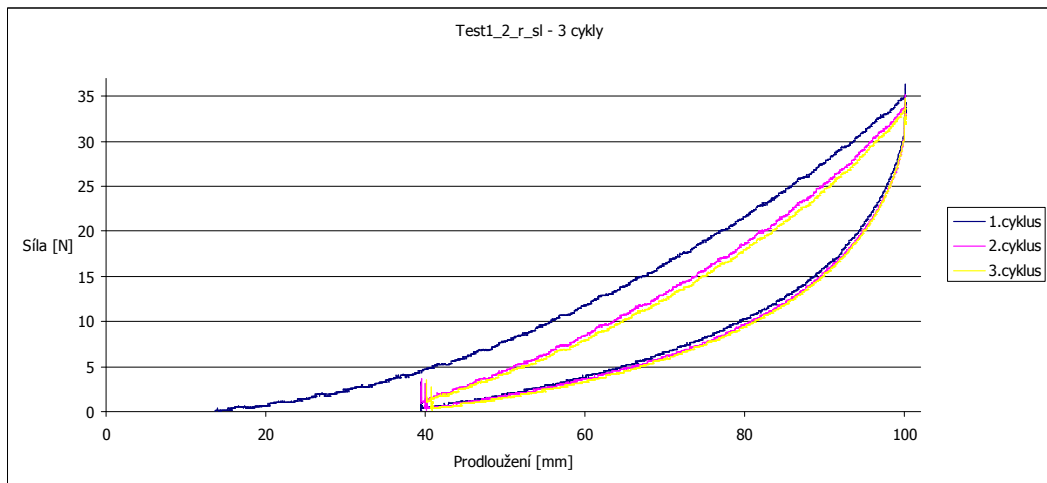
Obr. 29 - test6\_2\_r\_š



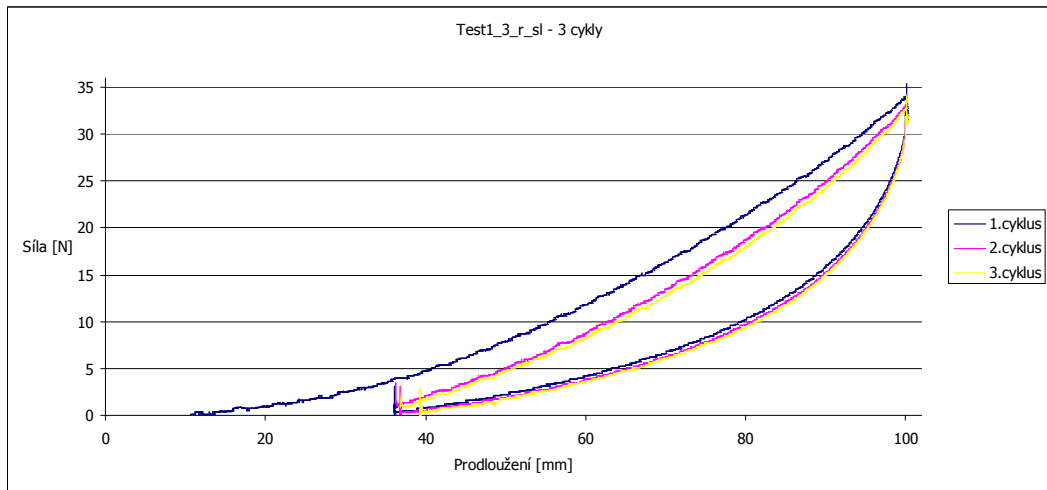
Graf 21 – test5\_2\_r\_ř



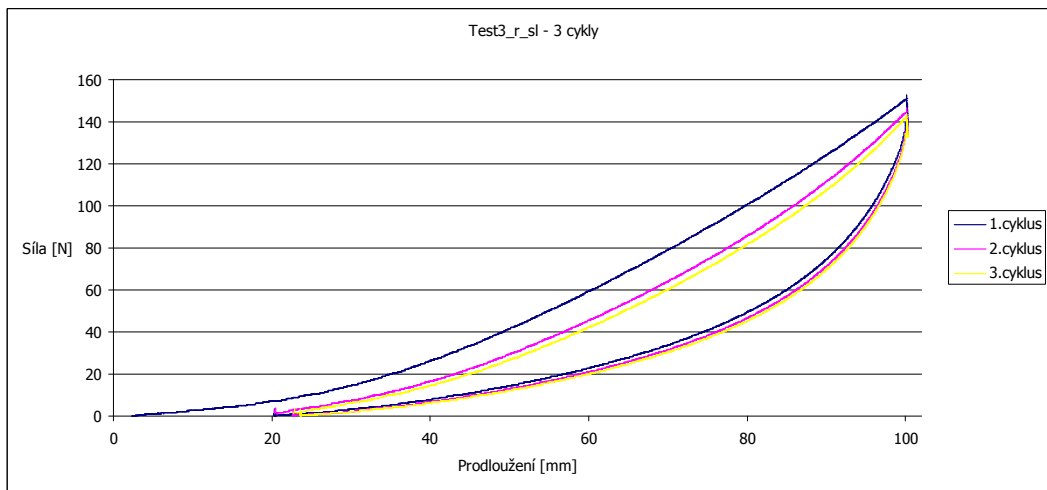
Graf 22 – test5\_3\_r\_ř



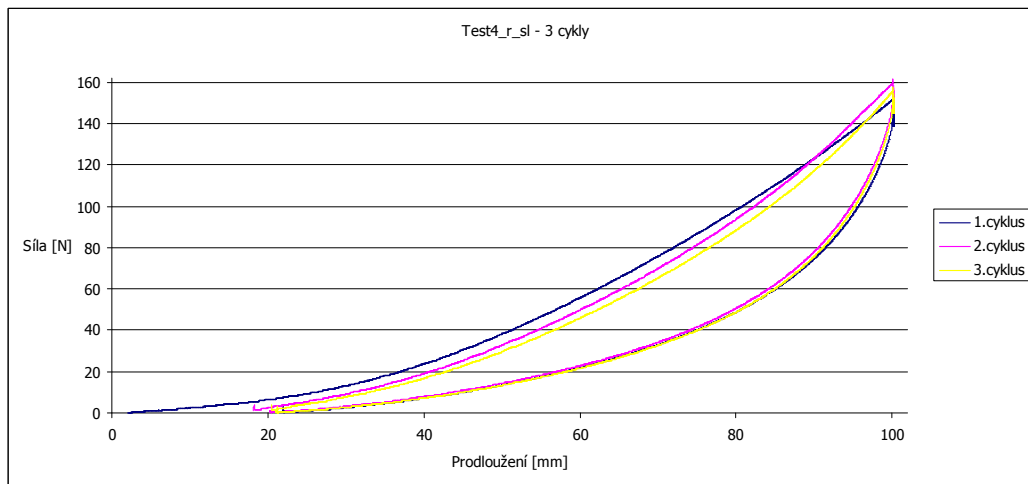
Graf 23 – test1\_2\_r\_sl



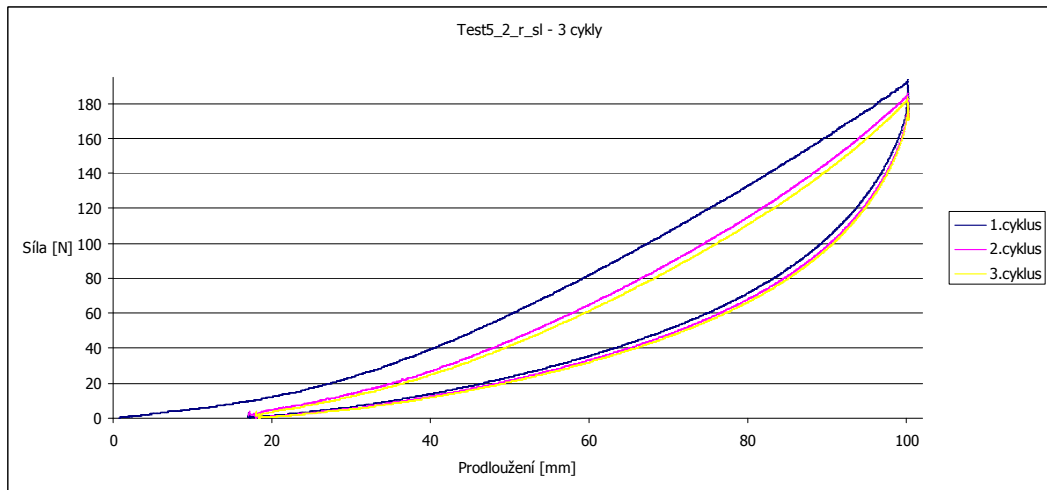
**Graf 24 – test1\_3\_r\_sl**



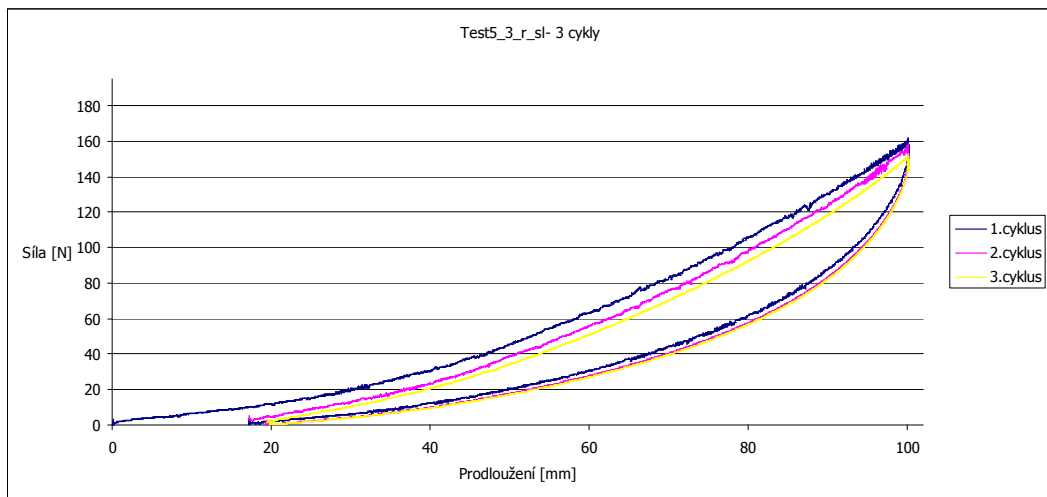
**Graf 25 – test3\_r\_sl**



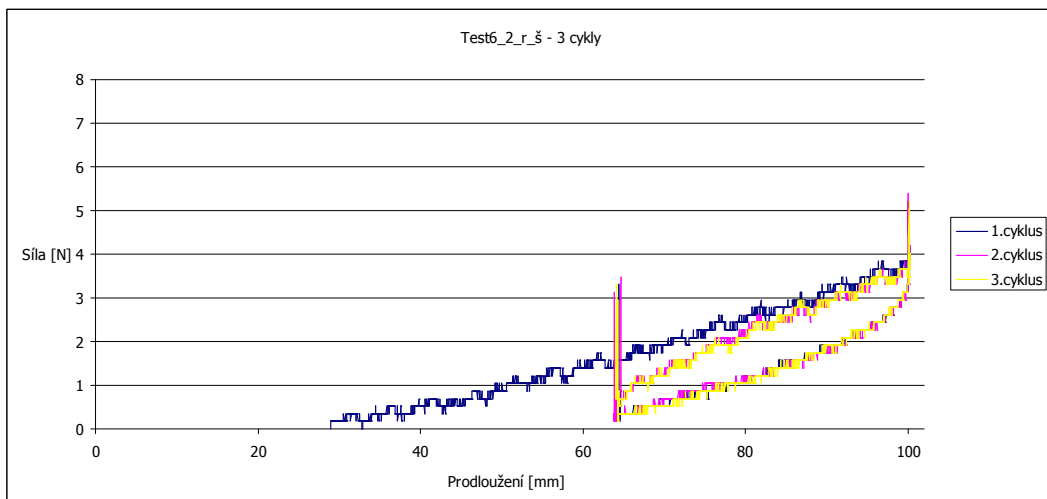
**Graf 26 – test4\_r\_sl**



Graf 27 – test5\_2\_r\_sl



Graf 28 – test5\_3\_r\_sl



Graf 29 – test6\_2\_r\_š



Obr. 30 - test6\_3\_r\_š



Obr. 31 - test7\_2\_r\_š



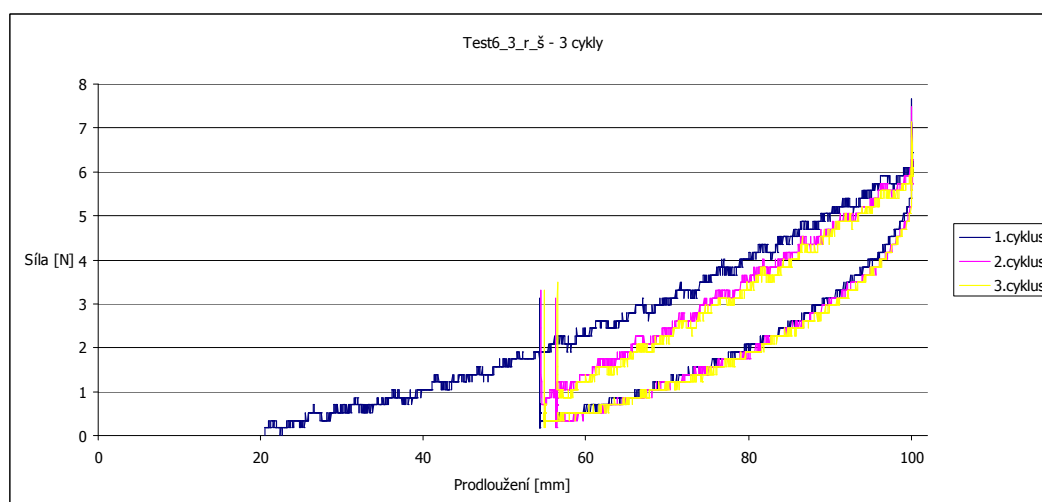
Obr. 32 - test7\_3\_r\_š



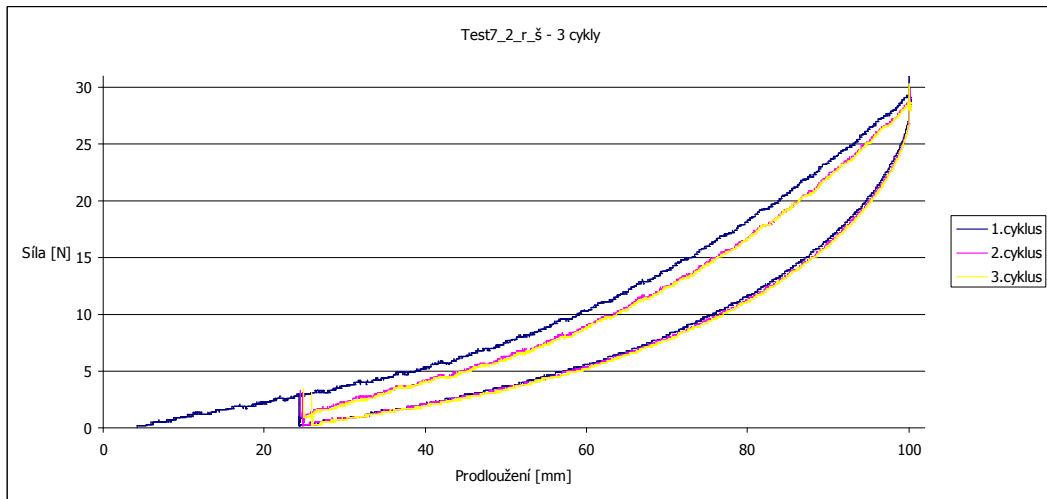
Obr. 33 - test8\_2\_r\_š



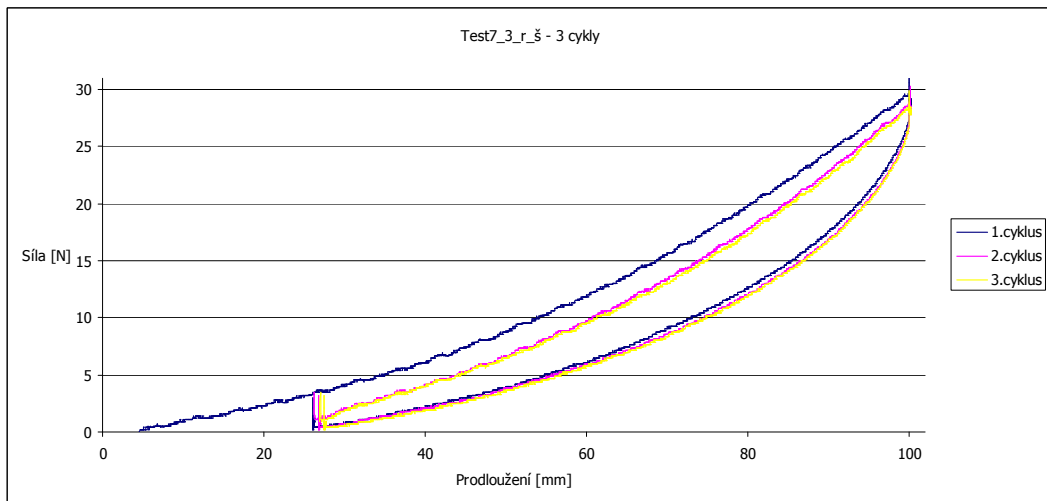
Obr. 34 - test8\_3\_r\_š



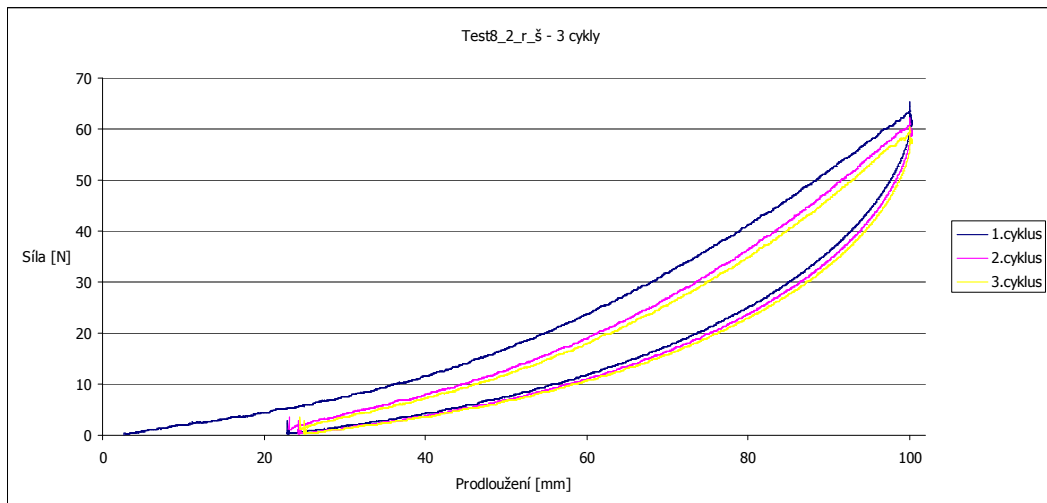
Graf 30 - test6\_3\_r\_š



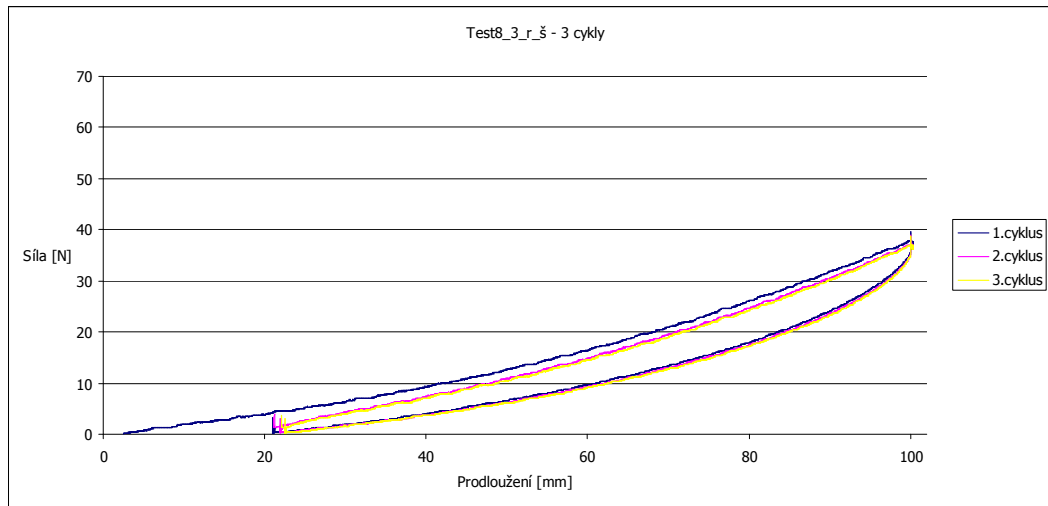
Graf 31 – test7\_2\_r\_š



Graf 32 – test7\_3\_r\_š



Graf 33 – test8\_2\_r\_š



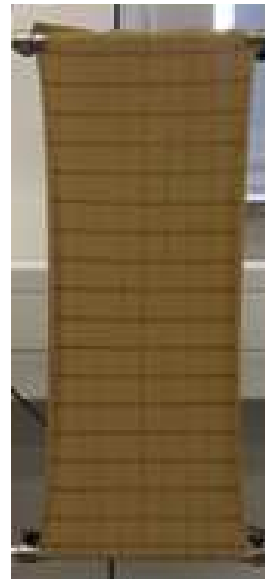
Graf 34 – test8\_3\_r\_š



Obr. 35 - test1\_2\_ž\_ř



Obr. 36 - test1\_3\_ž\_ř



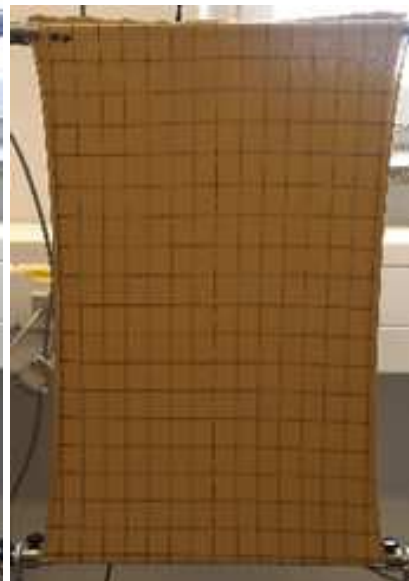
Obr. 37 – test3\_ž\_ř



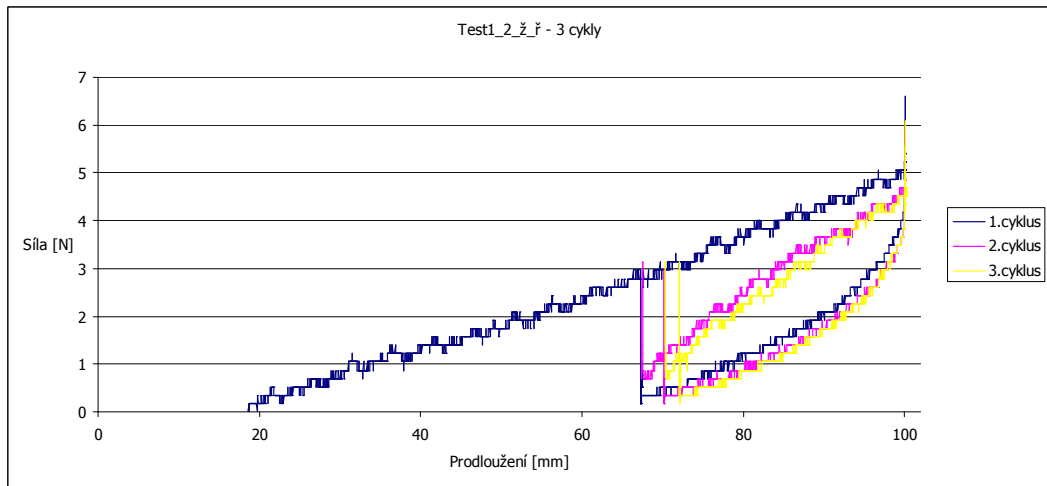
Obr. 38 – test4\_ž\_ř



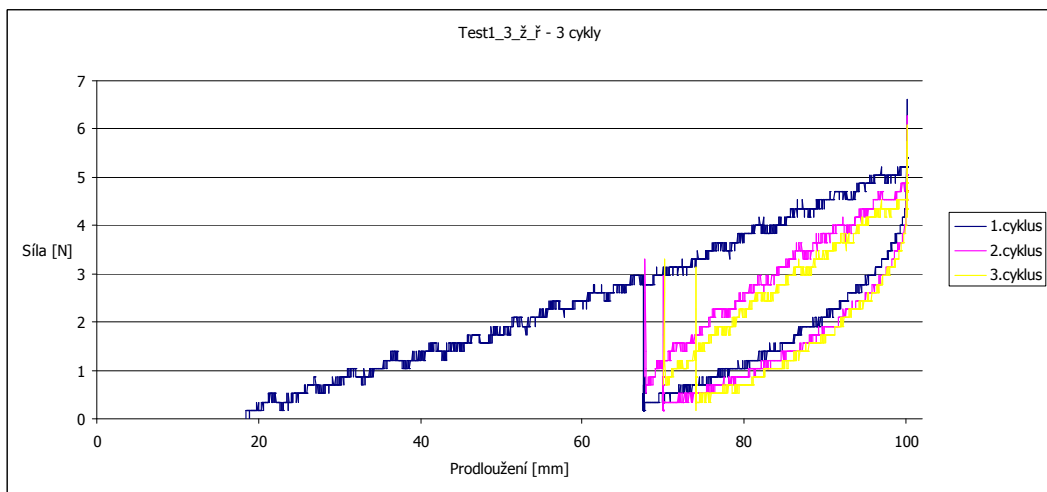
Obr. 39 - test5\_2\_ž\_ř



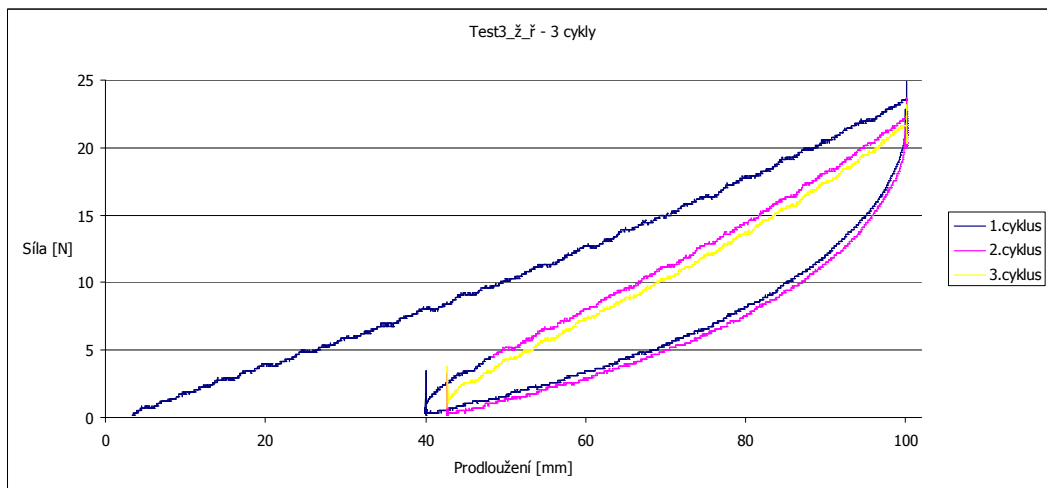
Obr. 40 - test5\_3\_ž\_ř



**Graf 35 – test1\_2\_ž\_ř**



**Graf 36 – test1\_3\_ž\_ř**



**Graf 37 – test3\_ž\_ř**





Obr. 41 - test1\_2\_ž\_sl



Obr. 42 - test1\_3\_ž\_sl



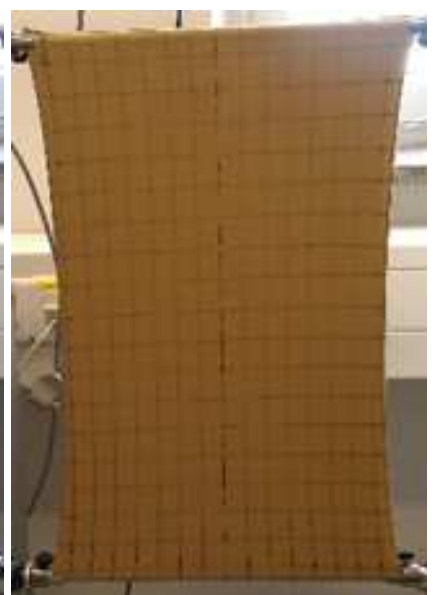
Obr. 43 - test3\_ž\_sl



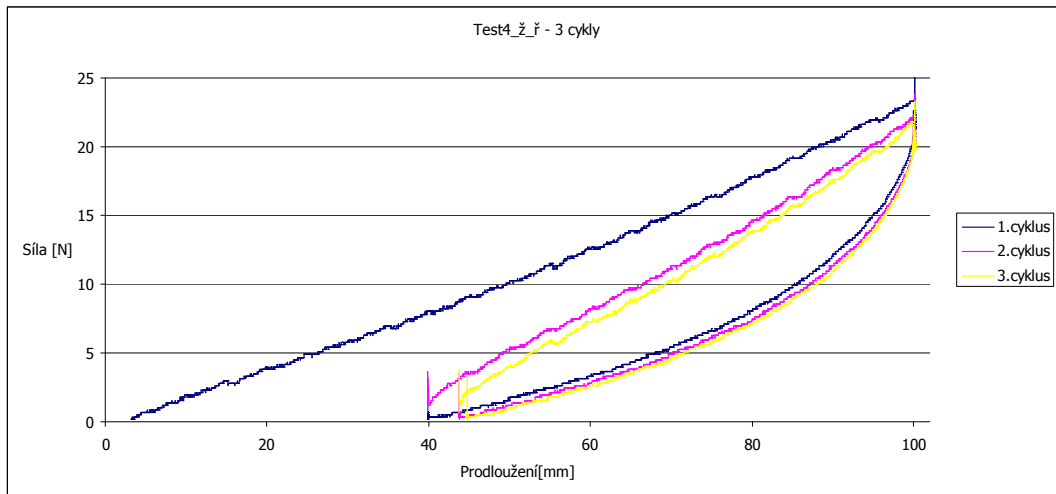
Obr. 44 - test4\_ž\_sl



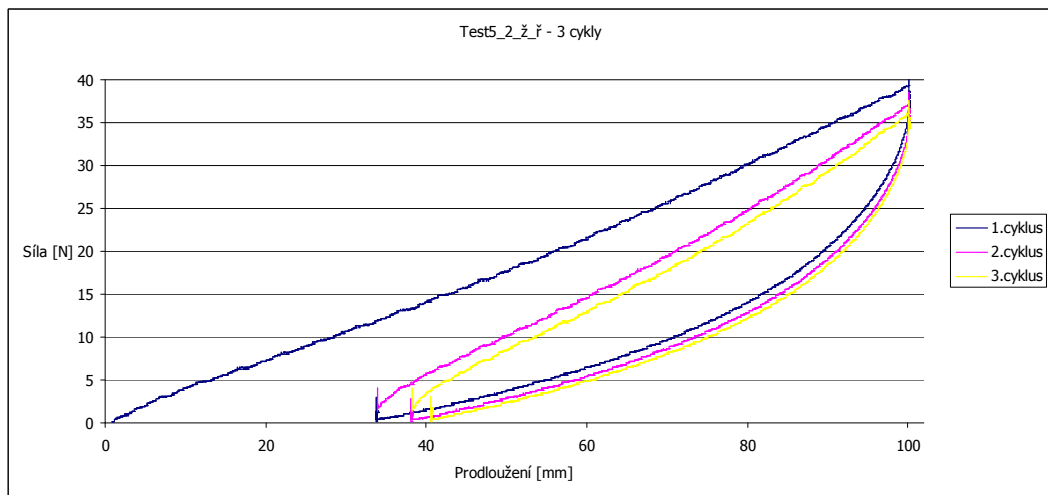
Obr. 45 - test5\_2\_ž\_sl



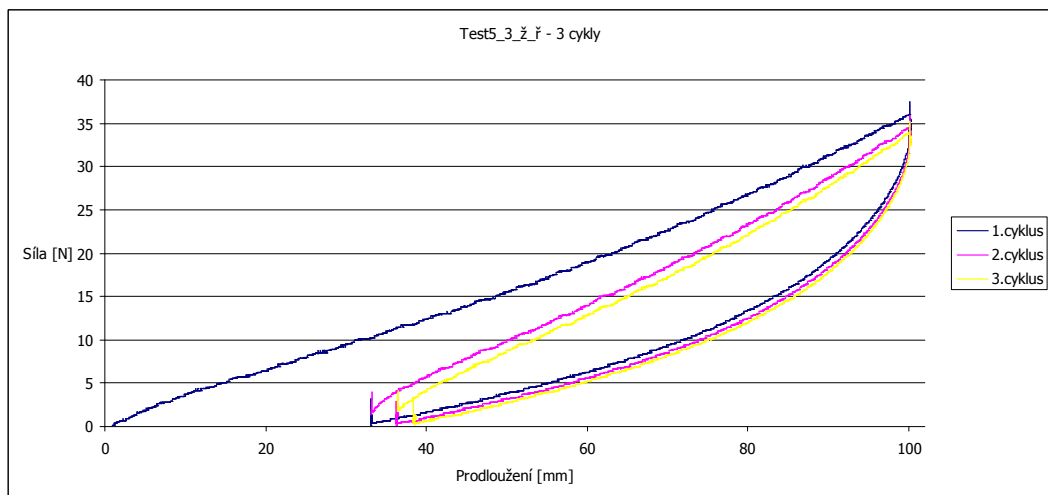
Obr. 46 - test5\_3\_ž\_sl



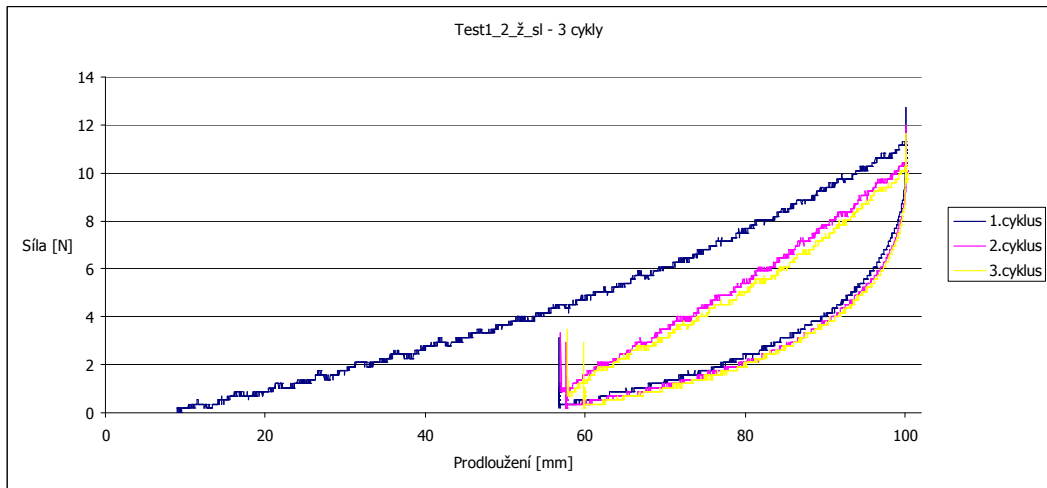
**Graf 38 – test4\_ž\_ř**



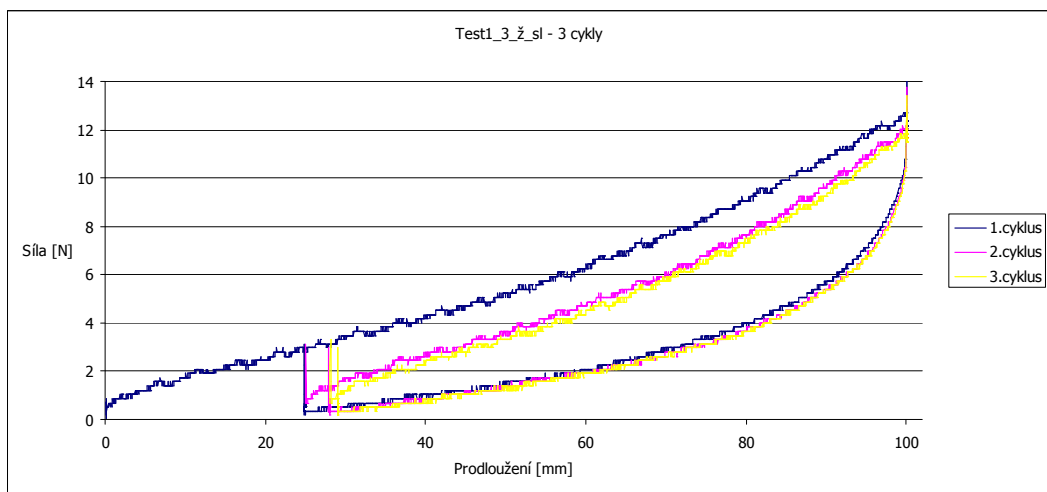
**Graf 39 – test5\_2\_ž\_ř**



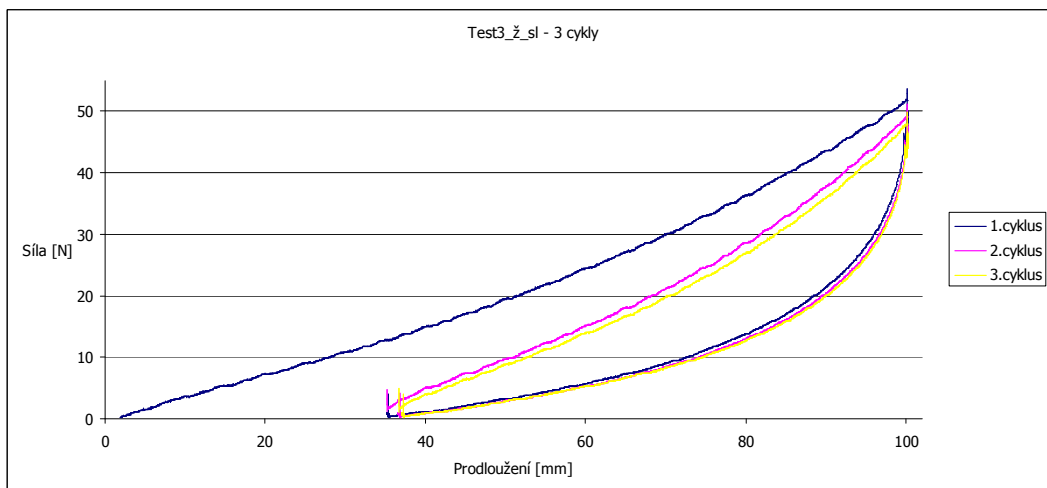
**Graf 40 – test5\_3\_ž\_ř**



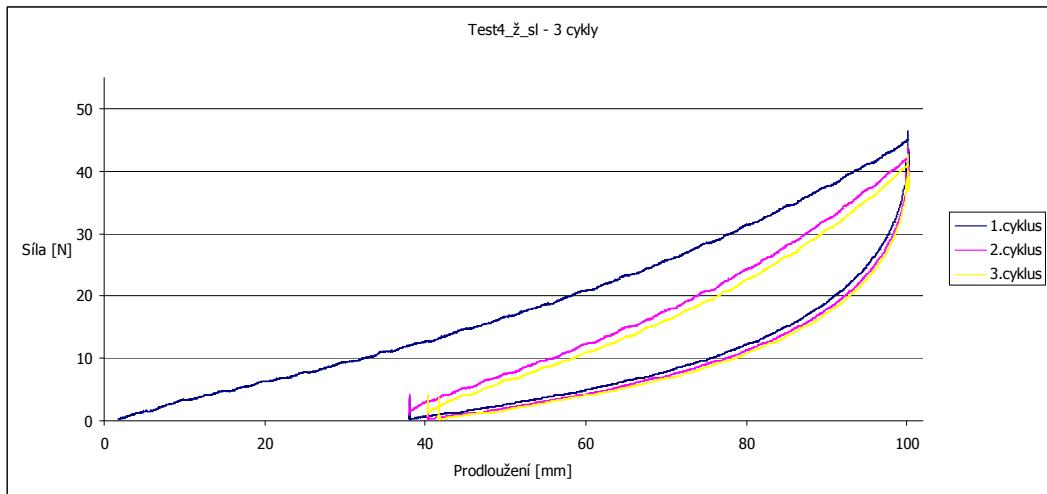
**Graf 41 – test1\_2\_ž\_sl**



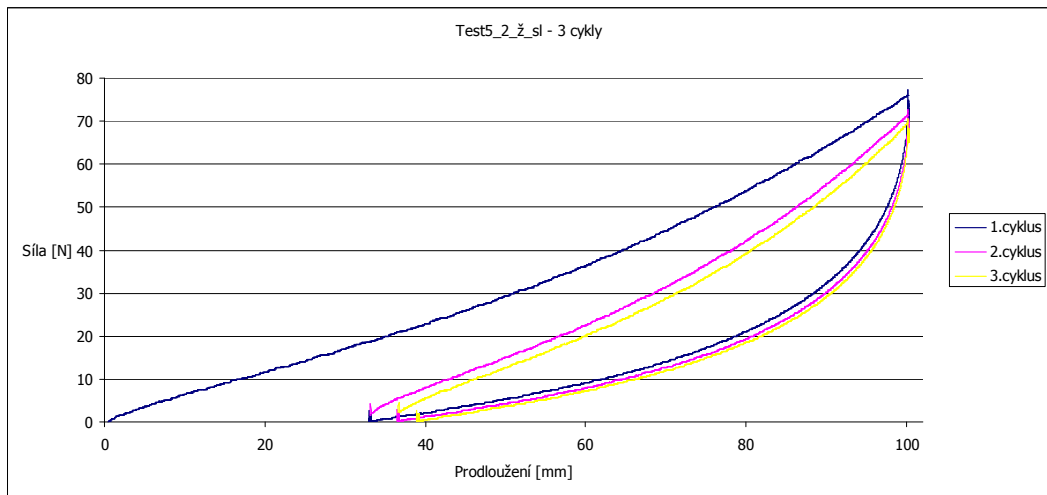
**Graf 42 – test1\_3\_ž\_sl**



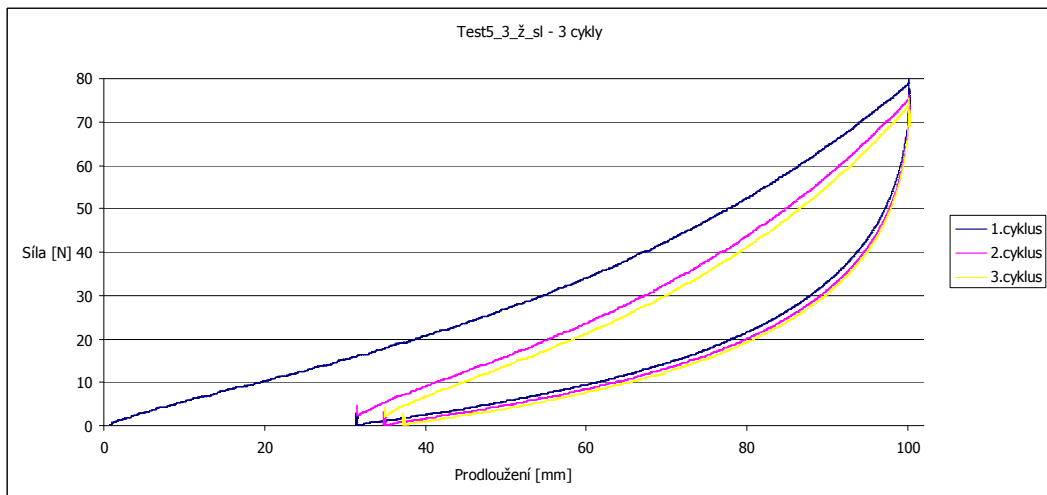
**Graf 43 – test3\_ž\_sl**



**Graf 44 – test4\_ž\_sl**



**Graf 45 – test5\_2\_ž\_sl**



**Graf 46 – test5\_3\_ž\_sl**



Obr. 47 - test6\_2\_ž\_š



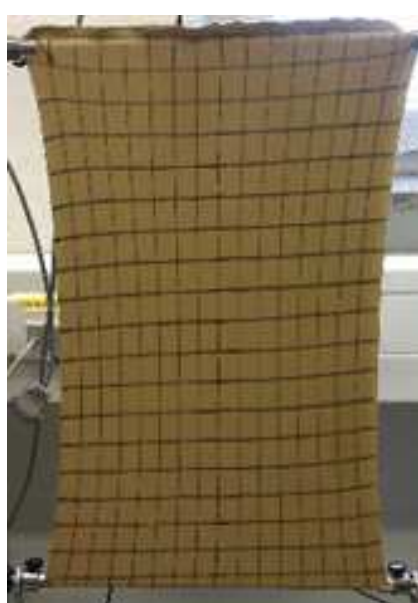
Obr. 48 - test6\_3\_ž\_š



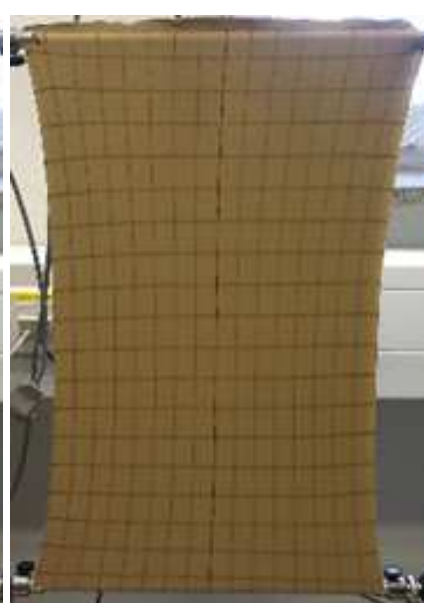
Obr. 49 - test7\_2\_ž\_š



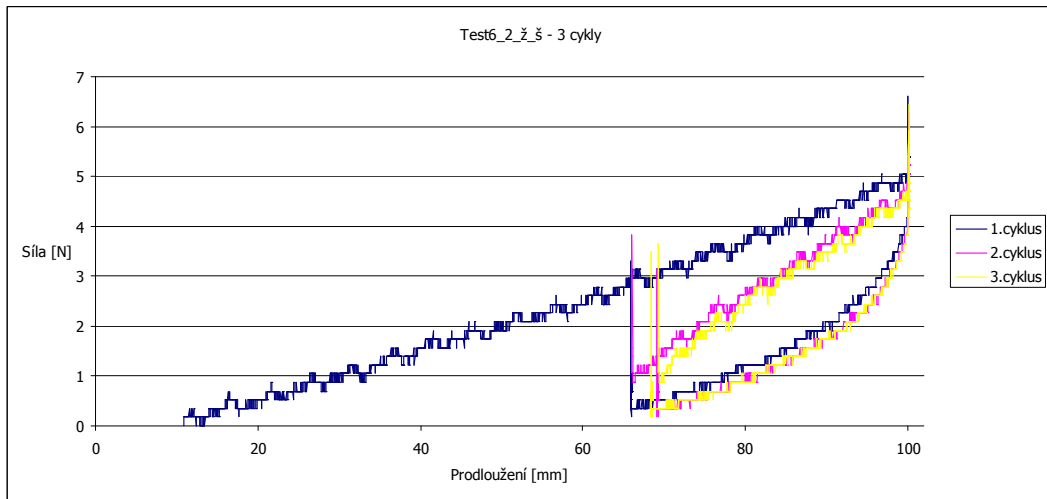
Obr. 50 - test7\_3\_ž\_š



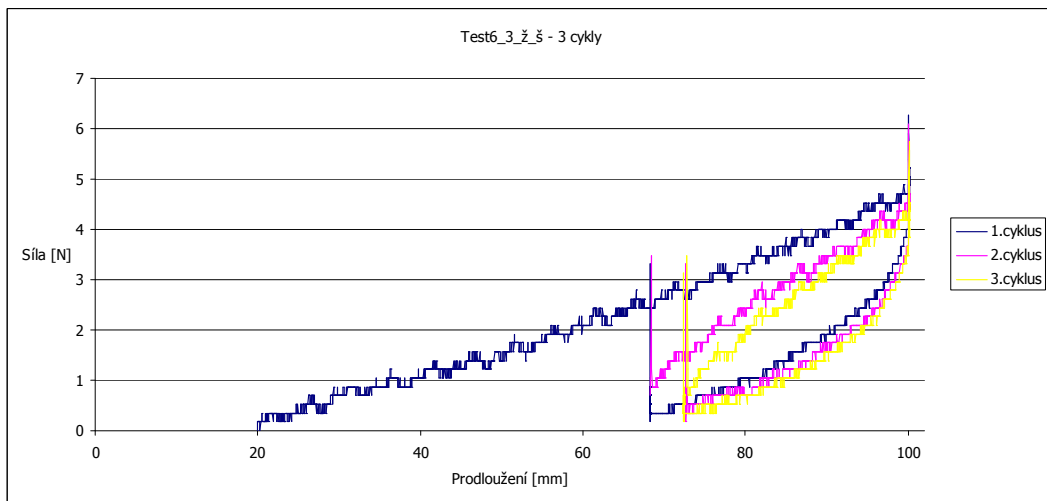
Obr. 51- test8\_2\_ž\_š



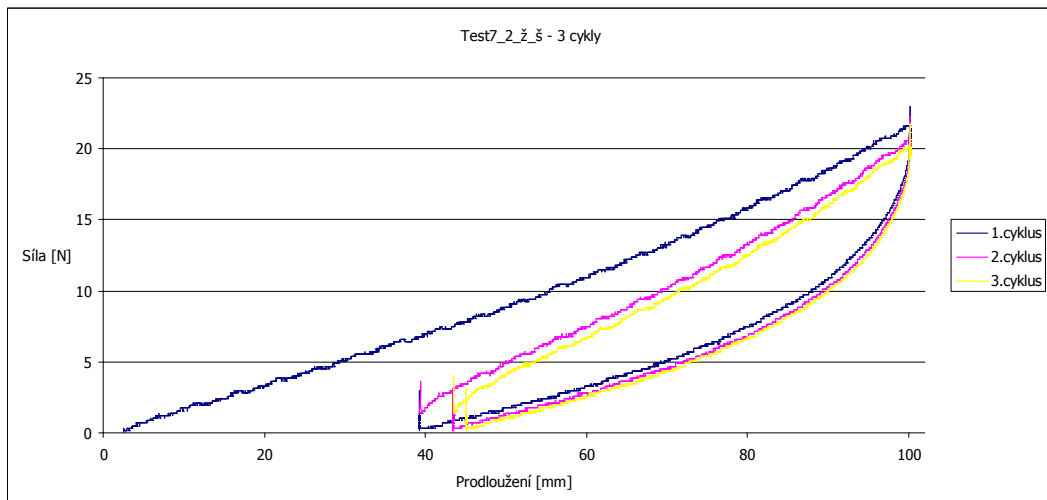
Obr. 52 - test8\_3\_ž\_š



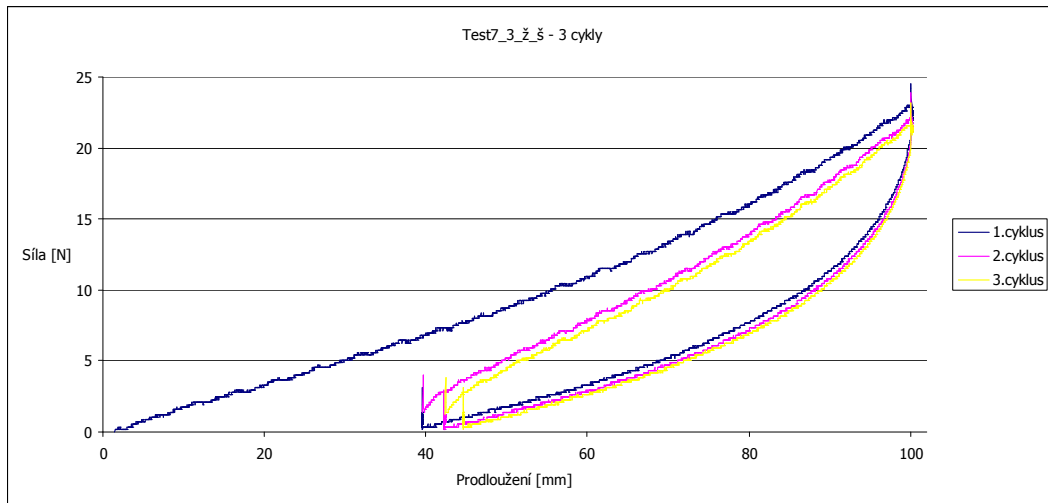
Graf 47 – test6\_2\_ž\_š



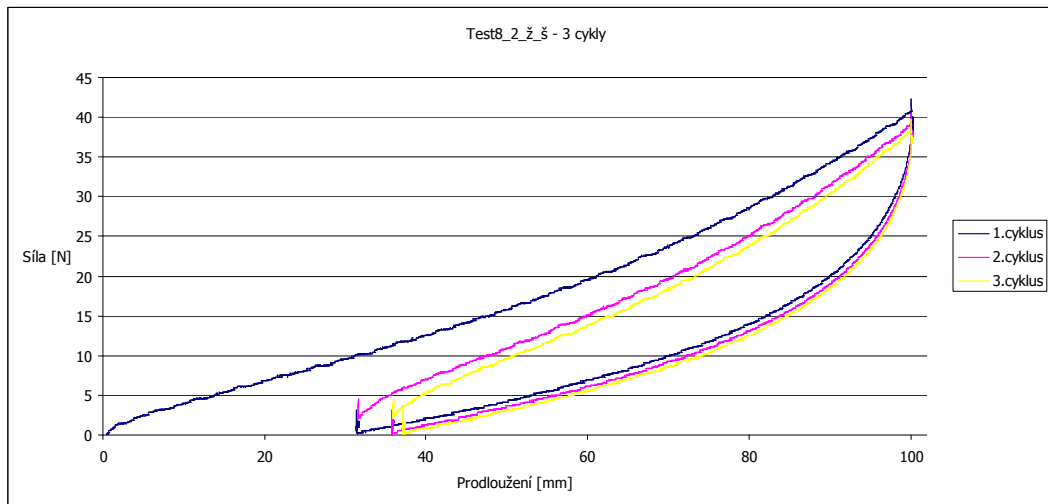
Graf 48 – test6\_3\_ž\_š



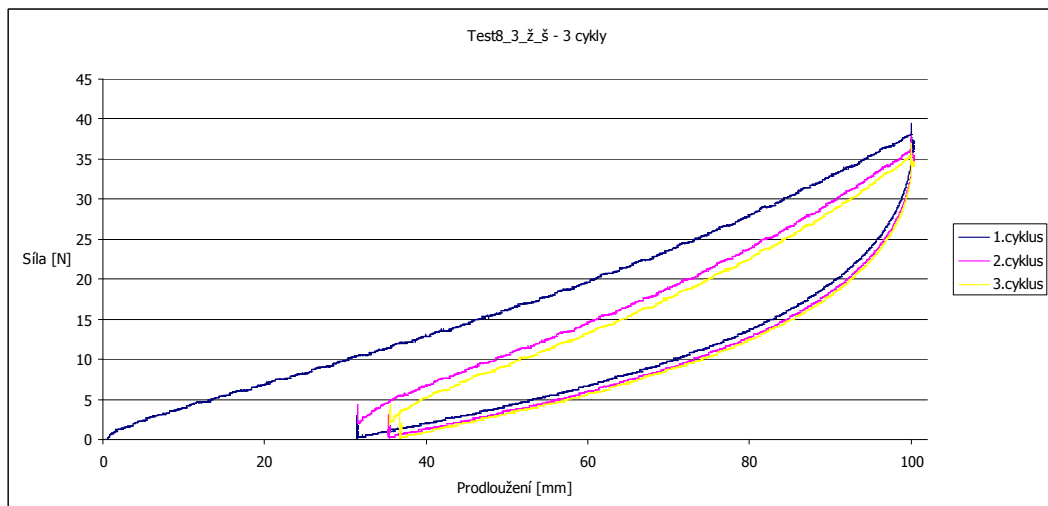
Graf 49 – test7\_2\_ž\_š



**Graf 50 – test7\_3\_ž\_š**



**Graf 51 – test8\_2\_ž\_š**



**Graf 52 – test8\_3\_ž\_š**

## Příloha 9: NAMĚŘENÁ DATA - TRHAČKA

vzorek	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	Fx [N]	Fmin [N]	Fmax [N]	Fx v $\Delta l$ [N]	E [%]	PFx v $\Delta l$ [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax [Pa]
test1_m_sl	58	6	4,81	0,17	14,97	12,97	42	2170,85	805,02	29,14	2505,94
test1_m_ř	54	4	1,80	0,17	6,09	4,16	46	696,08	301,38	29,14	1019,85
test1_r_sl	26	1	12,32	0,17	35,87	32,14	74	5378,76	2061,60	29,14	6002,59
test1_r_ř	42	5	1,85	0,17	5,92	3,38	58	566,41	309,94	29,14	990,71
test1_ž_sl	53	5	4,72	0,17	13,76	11,46	47	1918,48	789,85	29,14	2301,97
test1_ž_ř	52	2	2,29	0,17	6,62	4,88	48	817,07	382,80	29,14	1107,27
test1_2_m_sl	62	7	3,72	0,17	11,67	4,34	38	725,99	623,05	29,12	1952,30
test1_2_m_ř	37	5	1,77	0,17	5,57	1,95	37	326,51	296,22	29,12	932,44
test1_2_r_sl	27	1	12,40	0,17	36,39	15,52	73	2596,55	2075,65	29,12	6090,02
test1_2_r_ř	48	3	1,73	0,17	5,22	1,82	52	304,77	290,10	29,12	874,17
test1_2_ž_sl	51	3	4,39	0,17	12,71	5,57	49	932,48	734,13	29,12	2127,13
test1_2_ž_ř	54	5	2,29	0,17	6,62	2,63	46	439,66	383,06	29,12	1107,27
test1_3_m_sl	61	6	3,70	0,17	11,49	4,27	39	714,77	619,98	29,12	1923,16
test1_3_m_ř	55	3	1,55	0,17	5,05	1,56	45	260,52	259,45	29,12	845,03
test1_3_r_sl	29	3	12,04	0,17	35,35	15,28	71	2556,72	2014,58	29,12	5915,18
test1_3_r_ř	47	3	1,85	0,17	5,05	1,98	53	332,15	310,15	29,12	845,03
test1_3_ž_sl	29	4	4,80	0,17	14,10	7,05	71	1180,60	802,68	29,12	2360,24
test1_3_ž_ř	56	6	2,35	0,17	6,62	2,68	44	448,94	393,02	29,12	1107,27
test2_m_sl	48	7	19,19	0,17	63,03	56,13	52	2348,58	802,79	7,28	2637,06
test2_m_ř	53	7	9,29	0,17	29,43	24,15	47	1010,24	388,77	7,28	1231,11
test2_r_sl	22	3	47,73	0,17	143,99	134,22	78	5615,45	1997,15	7,28	6024,45
test2_r_ř	30	2	6,93	0,17	18,11	15,57	70	651,35	289,89	7,28	757,61
test2_ž_sl	43	5	16,79	0,17	47,71	43,04	57	1800,88	702,39	7,28	1996,01
test2_ž_ř	44	5	9,98	0,17	26,12	23,13	56	967,56	417,37	7,28	1092,71
test3_m_sl	54	8	19,80	0,17	66,51	57,26	46	2395,88	828,51	7,28	2782,76
test3_m_ř	51	8	7,76	0,17	24,72	19,80	49	828,59	324,86	7,28	1034,43
test3_r_sl	21	3	49,59	0,17	152,70	140,84	79	5892,50	2074,73	7,28	6388,70
test3_r_ř	30	3	7,23	0,17	18,80	16,32	70	682,62	302,33	7,28	786,75
test3_ž_sl	35	2	18,25	0,17	53,63	46,32	65	1938,13	763,58	7,28	2243,69
test3_ž_ř	42	5	9,46	0,17	24,90	21,39	58	894,79	396,00	7,28	1041,71
test4_m_sl	55	8	20,75	0,17	70,17	60,21	45	2519,09	868,11	7,28	2935,74
test4_m_ř	52	8	7,85	0,17	24,72	20,04	48	838,40	328,27	7,28	1034,43
test4_r_sl	19	-1	51,68	0,17	161,23	141,75	81	5930,58	2162,40	7,28	6745,62
test4_r_ř	30	2	7,18	0,17	18,28	15,96	70	667,69	300,55	7,28	764,90
test4_ž_sl	40	4	16,01	0,17	46,49	40,58	60	1697,99	669,91	7,28	1945,02
test4_ž_ř	42	5	9,45	0,17	25,07	21,31	58	891,61	395,48	7,28	1049,00
test5_m_sl	48	8	25,53	0,17	86,88	75,69	52	1979,36	667,66	4,55	2271,92
test5_m_ř	47	7	12,32	0,17	39,00	32,89	53	860,17	322,25	4,55	1019,86
test5_r_sl	21	3	60,79	0,17	176,38	164,48	79	4300,93	1589,66	4,55	4612,12
test5_r_ř	27	3	11,61	0,17	29,25	26,33	73	688,38	303,56	4,55	764,89
test5_ž_sl	40	5	29,89	0,17	87,06	78,09	60	2042,03	781,52	4,55	2276,47
test5_ž_ř	32	5	15,48	0,17	40,05	35,87	68	937,96	404,75	4,55	1047,18
test5_2_m_sl	52	9	22,16	0,17	74,52	30,85	48	806,77	579,52	4,55	1948,66
test5_2_m_ř	48	9	11,65	0,17	36,39	16,29	52	425,97	304,58	4,55	951,57
test5_2_r_sl	18	1	62,78	0,17	193,96	93,43	82	2443,15	1641,61	4,55	5071,98
test5_2_r_ř	23	2	10,92	0,17	26,99	14,20	77	371,28	285,59	4,55	705,71
test5_2_ž_sl	39	6	27,27	0,17	77,31	40,33	61	1054,51	712,99	4,55	2021,51
test5_2_ž_ř	40	7	15,84	0,17	40,92	22,37	60	584,93	414,10	4,55	1069,94
test5_3_m_sl	53	9	15,86	0,17	51,36	21,42	47	560,21	414,71	4,55	1343,12
test5_3_m_ř	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00



test5_3_r_sl	20	3	55,07	0,17	162,10	76,86	80	2009,76	1440,05	4,55	4238,79
test5_3_r_ř	26	4	11,92	0,17	29,60	15,85	74	414,59	311,70	4,55	774,00
test5_3_ž_sl	37	6	27,72	0,17	79,92	39,86	63	1042,26	724,76	4,55	2089,80
test5_3_ž_ř	38	5	14,72	0,17	37,43	20,19	62	527,91	384,80	4,55	978,88
test6_m_š	24	8	0,00	0,17	0,00	0,00	76	0,00	0,00	0,00	0,00
test6_r_š	31	2	1,05	0,17	5,40	3,57	69	597,35	176,40	29,14	903,30
test6_ž_š	49	7	2,09	0,17	6,09	4,62	51	773,93	349,90	29,14	1019,86
test6_2_m_š	38	2	0,77	0,17	3,48	0,59	62	98,50	128,73	29,14	582,78
test6_2_r_š	35	0	1,81	0,17	5,40	1,80	65	300,48	303,00	29,14	903,30
test6_2_ž_š	58	3	2,35	0,17	6,62	2,74	42	459,23	392,90	29,14	1107,28
test6_3_m_š	35	2	0,78	0,17	3,48	0,62	65	104,13	129,85	29,14	582,78
test6_3_r_š	35	1	2,68	0,17	7,66	2,91	65	486,31	447,98	29,14	1282,11
test6_3_ž_š	53	4	2,17	0,17	6,27	2,43	47	406,59	363,30	29,14	1049,00
test7_m_š	42	6	3,53	0,17	11,84	8,39	58	351,09	147,62	7,28	495,36
test7_r_š	27	1	10,58	0,17	31,34	26,89	73	1125,10	442,63	7,28	1311,25
test7_ž_š	45	5	9,81	0,17	25,77	23,33	55	976,08	410,48	7,28	1078,14
test7_2_m_š	50	6	4,06	0,17	12,36	4,57	50	191,21	169,73	7,28	517,22
test7_2_r_š	22	2	10,71	0,17	30,99	13,78	78	576,72	448,08	7,28	1296,68
test7_2_ž_š	43	6	8,91	0,17	22,98	11,85	57	495,73	372,98	7,28	961,58
test7_3_m_š	46	7	3,81	0,17	11,32	4,27	54	178,60	159,53	7,28	473,51
test7_3_r_š	23	1	11,24	0,17	30,99	14,52	77	607,45	470,46	7,28	1296,68
test7_3_ž_š	43	5	9,33	0,17	24,55	12,22	57	511,30	390,30	7,28	1027,14
test8_m_š	46	7	7,77	0,17	24,20	20,06	54	524,48	203,16	4,55	632,86
test8_r_š	21	1	14,99	0,17	40,22	36,16	79	945,66	391,90	4,55	1051,73
test8_ž_š	39	5	16,28	0,17	43,53	40,05	61	1047,36	425,59	4,55	1138,23
test8_2_m_š	50	7	10,06	0,17	32,21	12,80	50	334,62	263,12	4,55	842,30
test8_2_r_š	22	2	22,37	0,17	65,29	30,22	78	790,11	584,92	4,55	1707,35
test8_2_ž_š	37	6	15,98	0,17	42,31	21,91	63	572,98	417,93	4,55	1106,37
test8_3_m_š	45	6	7,96	0,17	24,38	9,97	55	260,61	208,02	4,55	637,41
test8_3_r_š	20	1	15,08	0,17	39,70	19,40	80	507,32	394,40	4,55	1038,07
test8_3_ž_š	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 při dosažení prodloužení v 1.cyklu

$PF_{min}$  [Pa] minimální tlak

$PF_{max}$ [Pa] maximální tlak

Tab. 23 – Naměřené data – všechny vzorky – trhačka

## Příloha 10: STATISTICKÁ DATA - TRHAČKA

vzorek	$\Delta\varepsilon$ [mm]	Fx [N]	Fmin [N]	Fmax [N]	Fx v $\Delta l$ [N]	E [%]
test123_m_sl	60	4,08	0,17	12,71	7,19	40
test123_m_ř	49	1,71	0,17	5,57	2,56	43
test123_r_sl	27	12,25	0,17	35,87	20,98	73
test123_r_ř	46	1,81	0,17	5,40	2,40	54
test123_ž_sl	45	4,63	0,17	13,52	8,03	55
test123_ž_ř	54	2,31	0,17	6,62	3,40	46
test234m_sl	8	19,91	0,17	66,57	57,87	48
test234m_ř	52	8,30	0,17	26,29	21,33	48
test234r_sl	21	49,67	0,17	152,64	138,93	79
test234r_ř	30	7,11	0,17	18,40	15,95	70
test234ž_sl	39	17,02	0,17	49,27	43,32	61
test234ž_ř	42	9,63	0,17	25,36	21,94	58
test523_m_sl	51	21,18	0,17	70,92	42,66	49
test523_m_ř	48	11,99	0,17	37,70	24,59	52
test523_r_sl	20	59,55	0,17	177,48	111,59	80
test523_r_ř	25	11,48	0,17	28,61	18,79	75
test523_ž_sl	38	28,29	0,17	81,43	52,76	62
test523_ž_ř	37	15,34	0,17	39,47	26,14	63
test623_m_š	32	0,52	0,17	2,32	0,40	68
test623_r_š	34	1,85	0,17	6,15	2,76	66
test623_ž_š	53	2,20	0,17	6,33	3,27	47
test723_m_š	46	3,80	0,17	11,84	5,74	54
test723_r_š	24	10,84	0,17	31,11	18,40	76
test723_ž_š	43	9,35	0,17	24,43	15,80	57
test823_m_š	47	8,60	0,17	26,93	14,27	53
test823_r_š	21	17,48	0,17	48,40	28,59	79
test823_ž_š	37	15,83	0,17	41,79	27,74	63

$\Delta\varepsilon$  [mm] zbytkové protažení po 3.cyklu měření (protažení 0- konec3.cyklu)

$\varepsilon$  [mm] protažení mezi 1. a 3. cyklem

Fx [N] průměrná síla z celkového měření

Fmin [N] minimální dosažená síla dosažená při 3 cyklech

Fmax [N] maximální dosažená síla při 3 cyklech

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

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

Tab. 24 – Statistika dat všech vzorků – trhačka

vzorek	PFx v ΔI [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax[Pa]	PFx v ΔI [kPa]	PFx [kPa]	PFmin [kPa]	PFmax [kPa]
test123_m_sl	1203,87	682,68	29,12	2127,13	1,20	0,68	0,03	2,13
test123_m_ř	427,70	285,68	29,12	932,44	0,43	0,29	0,03	0,93
test123_r_sl	3510,68	2050,61	29,12	6002,60	3,51	2,05	0,03	6,00
test123_r_ř	401,11	303,40	29,12	903,30	0,40	0,30	0,03	0,90
test123_ž_sl	1343,85	775,55	29,12	2263,12	1,34	0,78	0,03	2,26
test123_ž_ř	568,56	386,29	29,12	1107,27	0,57	0,39	0,03	1,11
test234m_sl	2422,79	833,14	7,28	2785,19	2,42	0,83	0,01	2,79
test234m_ř	893,01	347,30	7,28	1099,99	0,89	0,35	0,01	1,10
test234r_sl	5816,72	2079,48	7,28	6386,26	5,82	2,08	0,01	6,39
test234r_ř	667,66	297,79	7,28	769,75	0,67	0,30	0,01	0,77
test234ž_sl	1813,54	712,43	7,28	2061,57	1,81	0,71	0,01	2,06
test234ž_ř	918,60	403,22	7,28	1061,14	0,92	0,40	0,01	1,06
test523_m_sl	1115,45	553,96	4,55	1854,57	1,12	0,55	0,00	1,85
test523_m_ř	643,07	313,41	4,55	985,71	0,64	0,31	0,00	0,99
test523_r_sl	2917,95	1557,10	4,55	4640,97	2,92	1,56	0,00	4,64
test523_r_ř	491,42	300,28	4,55	748,20	0,49	0,30	0,00	0,75
test523_ž_sl	1379,60	739,76	4,55	2129,26	1,38	0,74	0,00	2,13
test523_ž_ř	683,60	401,22	4,55	1032,00	0,68	0,40	0,00	1,03
test623_m_š	67,54	86,19	29,14	388,52	0,07	0,09	0,03	0,39
test623_r_š	461,38	309,12	29,14	1029,57	0,46	0,31	0,03	1,03
test623_ž_š	546,58	368,70	29,14	1058,71	0,55	0,37	0,03	1,06
test723_m_š	240,30	158,96	7,28	495,36	0,24	0,16	0,01	0,50
test723_r_š	769,76	453,72	7,28	1301,54	0,77	0,45	0,01	1,30
test723_ž_š	661,04	391,25	7,28	1022,29	0,66	0,39	0,01	1,02
test823_m_š	373,24	224,77	4,55	704,19	0,37	0,22	0,00	0,70
test823_r_š	747,70	457,07	4,55	1265,72	0,75	0,46	0,00	1,27
test823_ž_š	725,47	413,99	4,55	1092,71	0,73	0,41	0,00	1,09

PFx v ΔI [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu

PFx [Pa] průměrný tlak při dosažení prodloužení v 1.cyklu

PFmin [Pa] minimální tlak

PFmax[Pa] maximální tlak

PFx v ΔI [kPa]  $P=(2*\pi*F)/S$

PFx [kPa] P-tlak [Pa]

PFmin [kPa] F-síla [N]

PFmax[kPa] S-plocha vzorku [m<sup>2</sup>]

Tab. 25 – Statistika dat všech vzorků – trhačka

	Δε [mm]	ε [mm]	Fx[N]	Fmax[N]	Fmin[N]	Fx v ΔI [N]	E [%]	PFx v ΔI [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax [Pa]
<b>m_ř</b>											
průměr	49	4	1,71	0,17	5,57	2,56	43	427,70	285,68	29,12	932,44
medián	54	4	1,77	0,17	5,57	1,95	45	326,51	296,22	29,12	932,44
modus	37	5	1,77	0,17	5,57	1,95	37	326,51	296,22	29,12	932,44
sm. odchylka	8	1	0,11	0,00	0,43	1,15	4	191,67	18,67	0,01	71,37
int. spol.	9	1	0,13	0,00	0,48	1,30	5	216,90	21,13	0,01	80,76
IS min	39	3	1,58	0,17	5,09	1,26	38	210,81	264,56	29,11	851,68
IS max	58	5	1,83	0,17	6,05	3,85	47	644,60	306,81	29,13	1013,20

var. koef.	68	1	0,01	0,00	0,18	1,31	16	36738,74	348,63	0,00	5093,62
<b>m_sl</b>											
průměr	60	6	4,08	0,17	12,71	7,19	40	1203,87	682,68	29,12	2127,13
medián	61	6	3,72	0,17	11,67	4,34	39	725,99	623,05	29,12	1952,30
modus	62	7	3,72	0,17	11,67	4,34	38	725,99	623,05	29,12	1952,30
sm. odchylka	2	0	0,52	0,00	1,60	4,09	2	683,77	86,51	0,01	268,12
int. spol.	2	1	0,58	0,00	1,81	4,62	2	773,75	97,90	0,01	303,40
IS min	58	6	3,49	0,17	10,90	2,57	38	430,12	584,78	29,11	1823,73
IS max	62	7	4,66	0,17	14,52	11,82	42	1977,62	780,58	29,13	2430,54
var. koef.	3	0	0,27	0,00	2,57	16,69	3	467543,70	7484,69	0,00	71889,34
<b>r_ř</b>											
průměr	46	4	1,81	0,17	5,40	2,40	54	401,11	303,40	29,12	903,30
medián	47	3	1,85	0,17	5,22	1,98	53	332,15	309,94	29,12	874,17
modus	48	3	1,73	0,17	5,22	1,82	52	304,77	290,10	29,12	874,17
sm. odchylka	3	1	0,06	0,00	0,38	0,70	3	117,42	9,40	0,01	62,94
int. spol.	3	1	0,06	0,00	0,43	0,79	3	132,87	10,64	0,01	71,22
IS min	43	3	1,75	0,17	4,97	1,60	51	268,24	292,76	29,11	832,08
IS max	49	5	1,88	0,17	5,82	3,19	57	533,98	314,03	29,13	974,52
var. koef.	7	1	0,00	0,00	0,14	0,49	7	13786,63	88,37	0,00	3961,64
<b>r_sl</b>											
průměr	27	2	12,25	0,17	35,87	20,98	73	3510,68	2050,61	29,12	6002,60
medián	27	1	12,32	0,17	35,87	15,52	73	2596,55	2061,60	29,12	6002,59
modus	27	1	12,40	0,17	36,39	15,52	73	2596,55	2075,65	29,12	6090,02
sm. odchylka	1	1	0,16	0,00	0,43	7,89	1	1321,04	26,11	0,01	71,38
int. spol.	1	1	0,18	0,00	0,48	8,93	1	1494,86	29,55	0,01	80,77
IS min	26	1	12,08	0,17	35,38	12,05	71	2015,81	2021,06	29,11	5921,83
IS max	29	3	12,43	0,17	36,35	29,91	74	5005,54	2080,16	29,13	6083,37
var. koef.	1	1	0,02	0,00	0,18	62,31	1	1745134,64	681,86	0,00	5094,60
<b>ž_ř</b>											
průměr	54	5	2,31	0,17	6,62	3,40	46	568,56	386,29	29,12	1107,27
medián	54	5	2,29	0,17	6,62	2,68	46	448,94	383,06	29,12	1107,27
modus	54	5	2,29	0,17	6,62	2,63	46	439,66	383,06	29,12	1107,27
sm. odchylka	1	2	0,03	0,00	0,00	1,05	1	175,77	4,76	0,01	0,00
int. spol.	2	2	0,03	0,00	0,00	1,19	2	198,89	5,38	0,01	0,00
IS min	52	3	2,28	0,17	6,62	2,21	45	369,66	380,91	29,11	1107,27
IS max	55	6	2,34	0,17	6,62	4,59	48	767,45	391,68	29,13	1107,27
var. koef.	2	3	0,00	0,00	0,00	1,10	2	30893,35	22,62	0,00	0,00
<b>ž_sl</b>											
průměr	45	4	4,63	0,17	13,52	8,03	55	1343,85	775,55	29,12	2263,12
medián	51	4	4,72	0,17	13,76	7,05	49	1180,60	789,85	29,12	2301,97
modus	51	3	4,39	0,17	12,71	5,57	49	932,48	734,13	29,12	2127,13
sm. odchylka	11	1	0,18	0,00	0,59	2,50	11	418,76	29,75	0,01	99,05
int. spol.	12	1	0,20	0,00	0,67	2,83	12	473,86	33,67	0,01	112,09
IS min	32	3	4,43	0,17	12,85	5,20	43	869,99	741,89	29,11	2151,03
IS max	57	5	4,84	0,17	14,19	10,86	68	1817,71	809,22	29,13	2375,20

var. koef. | 120 | 0 | 0,03 | 0,00 | 0,35 | 6,26 | 120 | 175357,20 | 885,26 | 0,00 | 9811,45 |

Tab. 26 – Statistika dat pro vzorek 1 (šíře 5 cm)

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_x v \Delta I$ [N]	$E$ [%]	$P F_x v \Delta I$ [Pa]	$P F_x$ [Pa]	$P F_{min}$ [Pa]	$P F_{max}$ [Pa]
<b>m_ř</b>											
průměr	52	8	8,30	0,17	26,29	21,33	48	893,01	347,30	7,28	1099,99
medián	52	8	7,85	0,17	24,72	20,04	48	838,40	328,27	7,28	1034,43
modus	53	7	9,29	0,17	24,72	24,15	47	1010,24	388,77	7,28	1034,43
sm. odchylka	0	0	0,70	0,00	2,22	1,99	0	83,42	29,36	0,00	92,72
int. spol.	1	1	0,79	0,00	2,51	2,26	1	94,39	33,22	0,00	104,92
IS min	51	7	7,51	0,17	23,78	19,07	47	798,61	314,08	7,28	995,07
IS max	53	8	9,09	0,17	28,80	23,59	49	987,40	380,52	7,28	1204,91
var. koef.	0	0	0,49	0,00	4,91	3,98	0	6958,36	861,82	0,00	8596,58
<b>m_sl</b>											
průměr	8	8	19,91	0,17	66,57	57,87	48	2422,79	833,14	7,28	2785,19
medián	54	8	19,80	0,17	66,51	57,26	46	2395,88	828,51	7,28	2782,76
modus	48	7	19,19	0,17	63,03	56,13	52	2348,58	802,79	7,28	2637,06
sm. odchylka	3	0	0,64	0,00	2,91	1,72	3	71,87	26,87	0,00	121,95
int. spol.	3	0	0,73	0,00	3,30	1,94	3	81,33	30,40	0,00	137,99
IS min	5	7	19,19	0,17	63,27	55,93	45	2341,46	802,74	7,28	2647,20
IS max	11	8	20,64	0,17	69,87	59,81	51	2504,12	863,54	7,28	2923,18
var. koef.	8	0	0,41	0,00	8,50	2,95	8	5165,75	721,82	0,00	14870,69
<b>r_ř</b>											
průměr	30	2	7,11	0,17	18,40	15,95	70	667,66	297,79	7,28	769,75
medián	30	2	7,18	0,17	18,28	15,96	70	667,69	300,55	7,28	764,90
modus	30	3	7,23	0,17	18,80	16,32	70	682,62	302,33	7,28	786,75
sm. odchylka	0	1	0,13	0,00	0,30	0,31	0	12,77	5,49	0,00	12,38
int. spol.	0	1	0,15	0,00	0,33	0,35	0	14,45	6,21	0,00	14,01
IS min	30	2	6,96	0,17	18,06	15,60	70	653,21	291,58	7,28	755,74
IS max	30	3	7,26	0,17	18,73	16,29	70	682,12	304,00	7,28	783,76
var. koef.	0	0	0,02	0,00	0,09	0,09	0	163,12	30,14	0,00	153,31
<b>r_sl</b>											
průměr	21	2	49,67	0,17	152,64	138,93	79	5816,72	2079,48	7,28	6386,26
medián	21	3	49,59	0,17	152,70	140,84	79	5892,50	2074,73	7,28	6388,70
modus	21	3	49,59	0,17	152,70	140,84	79	5892,50	2074,73	7,28	6388,70
sm. odchylka	1	2	1,61	0,00	7,04	3,36	1	140,44	67,51	0,00	294,42
int. spol.	1	2	1,83	0,00	7,96	3,80	1	158,92	76,39	0,00	333,17
IS min	19	0	47,84	0,17	144,68	135,14	78	5657,80	2003,09	7,28	6053,09
IS max	22	4	51,49	0,17	160,60	142,73	81	5975,64	2155,87	7,28	6719,42
var. koef.	1	4	2,60	0,00	49,52	11,27	1	19723,61	4557,08	0,00	86685,20
<b>ž_ř</b>											
průměr	42	5	9,63	0,17	25,36	21,94	58	918,60	403,22	7,28	1061,14
medián	42	5	9,46	0,17	25,07	21,39	58	894,79	396,00	7,28	1049,00

modus	42	5	9,46	0,17	24,90	21,39	58	894,79	396,00	7,28	1041,71
sm. odchylka	1	0	0,24	0,00	0,54	0,84	1	35,08	10,20	0,00	22,52
int. spol.	1	0	0,28	0,00	0,61	0,95	1	39,69	11,54	0,00	25,48
IS min	41	5	9,36	0,17	24,75	20,99	56	878,91	391,68	7,28	1035,66
IS max	44	5	9,91	0,17	25,97	22,89	59	958,29	414,76	7,28	1086,62
var. koef.	1	0	0,06	0,00	0,29	0,70	1	1230,46	104,04	0,00	507,09
<b>ž_sl</b>											
průměr	39	4	17,02	0,17	49,27	43,32	61	1813,54	712,43	7,28	2061,57
medián	40	4	16,79	0,17	47,71	43,04	60	1800,88	702,39	7,28	1996,01
modus	35	2	18,25	0,17	53,63	46,32	65	1938,13	763,58	7,28	2243,69
sm. odchylka	3	1	0,93	0,00	3,12	2,35	3	98,37	38,83	0,00	130,45
int. spol.	3	2	1,05	0,00	3,53	2,66	3	111,32	43,94	0,00	147,61
IS min	36	2	15,97	0,17	45,75	40,66	57	1702,22	668,48	7,28	1913,96
IS max	43	5	18,07	0,17	52,80	45,98	64	1924,86	756,37	7,28	2209,19
var. koef.	9	2	0,86	0,00	9,72	5,53	9	9677,46	1508,13	0,00	17016,98

Tab. 27 – Statistika dat pro vzorek 2 (šíře 20 cm)

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_x$ v $\Delta I$ [N]	E [%]	PFx v $\Delta I$ [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax [Pa]
<b>m_ř</b>											
průměr	48	8	11,99	0,17	37,70	24,59	52	643,07	313,41	4,55	985,71
medián	47	7	11,65	0,17	36,39	16,29	52	425,97	304,58	4,55	951,57
modus	48	9	11,65	0,17	36,39	16,29	52	425,97	304,58	4,55	951,57
sm. odchylka	23	4	5,66	0,00	17,80	13,43	25	351,17	147,92	0,00	465,50
int. spol.	26	4	6,40	0,00	20,14	15,20	28	397,38	167,38	0,00	526,76
IS min	22	4	5,58	0,17	17,55	9,40	24	245,70	146,03	4,55	458,95
IS max	73	12	18,39	0,17	57,84	39,79	80	1040,45	480,80	4,55	1512,47
var. koef.	509	15	32,00	0,00	316,91	180,35	605	123318,30	21880,49	0,00	216694,87
<b>m_sl</b>											
průměr	51	9	21,18	0,17	70,92	42,66	49	1115,45	553,96	4,55	1854,57
medián	52	9	22,16	0,17	74,52	30,85	48	806,77	579,52	4,55	1948,66
modus	52	9	22,16	0,17	74,52	30,85	48	806,77	579,52	4,55	1948,66
sm. odchylka	2	1	4,01	0,00	14,72	23,68	2	619,12	104,83	0,00	384,97
int. spol.	2	1	4,54	0,00	16,66	26,79	2	700,58	118,63	0,00	435,63
IS min	48	8	16,65	0,17	54,26	15,87	47	414,87	435,34	4,55	1418,93
IS max	53	9	25,72	0,17	87,58	69,45	52	1816,03	672,59	4,55	2290,20
var. koef.	5	0	16,07	0,00	216,74	560,57	5	383305,38	10989,99	0,00	148205,01
<b>r_ř</b>											
průměr	25	3	11,48	0,17	28,61	18,79	75	491,42	300,28	4,55	748,20
medián	26	3	11,61	0,17	29,25	15,85	74	414,59	303,56	4,55	764,89
modus	23	2	10,92	0,17	26,99	14,20	77	371,28	285,59	4,55	705,71
sm. odchylka	2	1	0,42	0,00	1,16	5,37	2	140,39	10,91	0,00	30,28
int. spol.	2	1	0,47	0,00	1,31	6,08	2	158,86	12,34	0,00	34,26
IS min	23	2	11,01	0,17	27,30	12,72	73	332,55	287,94	4,55	713,94
IS max	27	4	11,96	0,17	29,92	24,87	77	650,28	312,63	4,55	782,46

var. koef.	3	0	0,17	0,00	1,34	28,82	3	19709,69	118,99	0,00	916,70
<b>r_sl</b>											
průměr	20	2	59,55	0,17	177,48	111,59	80	2917,95	1557,10	4,55	4640,97
medián	20	3	60,79	0,17	176,38	93,43	80	2443,15	1589,66	4,55	4612,12
modus	18	1	62,78	0,17	193,96	93,43	82	2443,15	1641,61	4,55	5071,98
sm. odchylka	1	1	3,27	0,00	13,03	38,00	1	993,79	85,45	0,00	340,76
int. spol.	2	1	3,70	0,00	14,75	43,01	2	1124,56	96,69	0,00	385,60
IS min	18	1	55,85	0,17	162,73	68,58	79	1793,39	1460,41	4,55	4255,37
IS max	21	3	63,24	0,17	192,23	154,59	82	4042,51	1653,79	4,55	5026,57
var. koef.	2	0	10,68	0,00	169,82	1444,35	2	987622,57	7301,07	0,00	116117,72
<b>ž_ř</b>											
průměr	37	6	15,34	0,17	39,47	26,14	63	683,60	401,22	4,55	1032,00
medián	38	5	15,48	0,17	40,05	22,37	62	584,93	404,75	4,55	1047,18
modus	40	7	15,84	0,17	40,92	22,37	60	584,93	414,10	4,55	1069,94
sm. odchylka	3	1	0,47	0,00	1,48	6,94	3	181,36	12,22	0,00	38,69
int. spol.	3	1	0,53	0,00	1,67	7,85	3	205,23	13,83	0,00	43,78
IS min	33	5	14,81	0,17	37,79	18,29	60	478,37	387,39	4,55	988,22
IS max	40	7	15,87	0,17	41,14	33,99	67	888,82	415,05	4,55	1075,78
var. koef.	9	0	0,22	0,00	2,19	48,10	9	32892,03	149,34	0,00	1497,06
<b>ž_sl</b>											
průměr	38	6	28,29	0,17	81,43	52,76	62	1379,60	739,76	4,55	2129,26
medián	39	6	27,72	0,17	79,92	40,33	61	1054,51	724,76	4,55	2089,80
modus	39	6	27,27	0,17	77,31	40,33	61	1054,51	712,99	4,55	2021,51
sm. odchylka	1	1	1,14	0,00	4,12	17,91	1	468,44	29,92	0,00	107,76
int. spol.	2	1	1,29	0,00	4,66	20,27	2	530,08	33,86	0,00	121,94
IS min	37	5	27,00	0,17	76,76	32,49	60	849,52	705,90	4,55	2007,31
IS max	40	6	29,58	0,17	86,09	73,03	63	1909,68	773,62	4,55	2251,20
var. koef.	2	0	1,31	0,00	16,98	320,91	2	219433,20	895,27	0,00	11613,08

Tab. 28 – Statistika dat pro vzorek 5 (šíře 32 cm)

	$\Delta \varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	Fx [N]	Fmax [N]	Fmin [N]	Fx v $\Delta$ [N]	E [%]	PFx v $\Delta$ [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax [Pa]
<b>m_š</b>											
průměr	32	4	0,52	0,17	2,32	0,40	68	67,54	86,19	29,14	388,52
medián	35	2	0,77	0,17	3,48	0,59	65	98,50	128,73	29,14	582,78
modus	38	2	0,77	0,17	3,48	0,59	62	98,50	128,73	29,14	582,78
sm. odchylka	6	3	0,36	0,00	1,64	0,29	6	47,81	60,95	13,74	274,72
int. spol.	7	3	0,41	0,00	1,86	0,32	7	54,11	68,97	15,54	310,87
IS min	25	1	0,10	0,17	0,46	0,08	61	13,44	17,22	13,59	77,64
IS max	39	8	0,93	0,17	4,18	0,73	75	121,65	155,16	44,68	699,39
var. koef.	37	8	0,13	0,00	2,69	0,08	37	2286,21	3714,85	188,65	75473,20
<b>r_š</b>											
průměr	34	1	1,85	0,17	6,15	2,76	66	461,38	309,12	29,14	1029,57
medián	35	1	1,81	0,17	5,40	2,91	65	486,31	303,00	29,14	903,30

modus	35	0	1,81	0,17	5,40	1,80	65	300,48	303,00	29,14	903,30
sm. odchylka	2	1	0,66	0,00	1,07	0,73	2	122,47	110,96	0,00	178,57
int. spol.	2	1	0,75	0,00	1,21	0,83	2	138,59	125,56	0,00	202,07
IS min	31	0	1,10	0,17	4,94	1,93	64	322,79	183,57	29,14	827,50
IS max	36	2	2,60	0,17	7,36	3,58	69	599,96	434,68	29,14	1231,64
var. koef.	4	1	0,44	0,00	1,14	0,54	4	14999,20	12311,44	0,00	31887,37
<b>ž_š</b>											
průměr	53	5	2,20	0,17	6,33	3,27	47	546,58	368,70	29,14	1058,71
medián	53	4	2,17	0,17	6,27	2,74	47	459,23	363,30	29,14	1049,00
modus	58	3	2,35	0,17	6,62	2,74	42	459,23	392,90	29,14	1107,28
sm. odchylka	3	2	0,11	0,00	0,22	0,97	3	162,19	17,97	0,00	36,34
int. spol.	4	2	0,12	0,00	0,25	1,10	4	183,53	20,33	0,00	41,13
IS min	49	2	2,08	0,17	6,08	2,17	43	363,05	348,37	29,14	1017,59
IS max	57	7	2,32	0,17	6,57	4,36	51	730,11	389,03	29,14	1099,84
var. koef.	12	4	0,01	0,00	0,05	0,94	12	26304,46	322,78	0,00	1320,82

Tab. 29 – Statistika dat pro vzorek 6 – šikmo (šíře 5cm)

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_x$ v $\Delta I$ [N]	$E$ [%]	$PF_x$ v $\Delta I$ [Pa]	$PF_x$ [Pa]	$PF_{min}$ [Pa]	$PF_{max}$ [Pa]
<b>m_š</b>											
průměr	32	7	3,80	0,17	11,84	5,74	54	240,30	158,96	7,28	495,36
medián	46	6	3,81	0,17	11,84	4,57	54	191,21	159,53	7,28	495,36
modus	50	6	4,06	0,17	12,36	4,57	50	191,21	169,73	7,28	517,22
sm. odchylka	3	1	0,22	0,00	0,43	1,88	3	78,51	9,03	0,00	17,84
int. spol.	4	1	0,24	0,00	0,48	2,12	4	88,84	10,22	0,00	20,19
IS min	28	6	3,56	0,17	11,36	3,62	50	151,45	148,74	7,28	475,17
IS max	36	7	4,04	0,17	12,32	7,87	58	329,14	169,18	7,28	515,55
var. koef.	12	0	0,05	0,00	0,18	3,52	12	6164,29	81,61	0,00	318,41
<b>r_š</b>											
průměr	34	1	10,84	0,17	31,11	18,40	76	769,76	453,72	7,28	1301,54
medián	23	1	10,71	0,17	30,99	14,52	77	607,45	448,08	7,28	1296,68
modus	22	2	10,71	0,17	30,99	13,78	78	576,72	448,08	7,28	1296,68
sm. odchylka	2	0	0,29	0,00	0,16	6,01	2	251,58	12,04	0,00	6,87
int. spol.	3	0	0,33	0,00	0,19	6,80	3	284,68	13,62	0,00	7,77
IS min	31	1	10,52	0,17	30,92	11,59	73	485,08	440,10	7,28	1293,76
IS max	36	2	11,17	0,17	31,29	25,20	79	1054,44	467,35	7,28	1309,31
var. koef.	6	0	0,08	0,00	0,03	36,16	6	63292,25	144,94	0,00	47,16
<b>ž_š</b>											
průměr	53	5	9,35	0,17	24,43	15,80	57	661,04	391,25	7,28	1022,29
medián	43	5	9,33	0,17	24,55	12,22	57	511,30	390,30	7,28	1027,14
modus	43	6	8,91	0,17	22,98	11,85	57	495,73	372,98	7,28	961,58
sm. odchylka	1	0	0,37	0,00	1,14	5,33	1	222,86	15,32	0,00	47,71
int. spol.	1	0	0,41	0,00	1,29	6,03	1	252,19	17,34	0,00	53,98
IS min	52	5	8,94	0,17	23,14	9,77	56	408,85	373,92	7,28	968,30
IS max	54	6	9,77	0,17	25,72	21,83	57	913,22	408,59	7,28	1076,27



var. koef. | 1 | 0 | 0,13 | 0,00 | 1,30 | 28,37 | 1 | 49667,17 | 234,74 | 0,00 | 2275,95 |

Tab. 30 – Statistika dat pro vzorek 7 – šikmo (šíře 20cm)

	$\Delta\varepsilon$ [mm]	$\varepsilon$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_{max}$ [N]	$F_{min}$ [N]	$F_x v \Delta I$ [N]	$E$ [%]	$P F_x v \Delta I$ [Pa]	$P F_x$ [Pa]	$P F_{min}$ [Pa]	$P F_{max}$ [Pa]
<b>m_š</b>											
průměr	47	7	8,60	0,17	26,93	14,27	53	373,24	224,77	4,55	704,19
medián	46	7	7,96	0,17	24,38	12,80	54	334,62	208,02	4,55	637,41
modus	50	7	10,06	0,17	32,21	12,80	50	334,62	263,12	4,55	842,30
sm. odchylka	3	0	1,04	0,00	3,74	4,25	3	111,13	27,19	0,00	97,67
int. spol.	3	1	1,18	0,00	4,23	4,81	3	125,75	30,77	0,00	110,53
IS min	44	6	7,42	0,17	22,70	9,46	50	247,48	194,00	4,55	593,66
IS max	50	7	9,77	0,17	31,16	19,08	56	498,99	255,54	4,55	814,72
var. koef.	6	0	1,08	0,00	13,95	18,06	6	12350,19	739,46	0,00	9540,25
<b>r_š</b>											
průměr	21	2	17,48	0,17	48,40	28,59	79	747,70	457,07	4,55	1265,72
medián	21	1	15,08	0,17	40,22	30,22	79	790,11	394,40	4,55	1051,73
modus	21	1	14,99	0,17	40,22	36,16	79	945,66	391,90	4,55	1051,73
sm. odchylka	1	0	3,46	0,00	11,94	6,94	1	181,45	90,41	0,00	312,33
int. spol.	1	0	3,91	0,00	13,52	7,85	1	205,33	102,31	0,00	353,43
IS min	20	1	13,57	0,17	34,89	20,74	78	542,37	354,77	4,55	912,29
IS max	22	2	21,39	0,17	61,92	36,45	80	953,02	559,38	4,55	1619,15
var. koef.	1	0	11,95	0,00	142,67	48,15	1	32923,71	8173,96	0,00	97552,35
<b>ž_š</b>											
průměr	37	5	15,83	0,17	41,79	27,74	63	725,47	413,99	4,55	1092,71
medián	37	5	15,98	0,17	42,31	21,91	63	572,98	417,93	4,55	1106,37
modus	37	6	15,98	0,17	42,31	21,91	63	572,98	417,93	4,55	1106,37
sm. odchylka	1	0	0,44	0,00	1,68	8,71	1	227,72	11,42	0,00	43,83
int. spol.	1	0	0,49	0,00	1,90	9,85	1	257,68	12,92	0,00	49,60
IS min	36	5	15,34	0,17	39,89	17,89	61	467,79	401,07	4,55	1043,11
IS max	39	6	16,33	0,17	43,68	37,60	64	983,15	426,91	4,55	1142,30
var. koef.	1	0	0,19	0,00	2,81	75,83	1	51854,20	130,38	0,00	1920,92

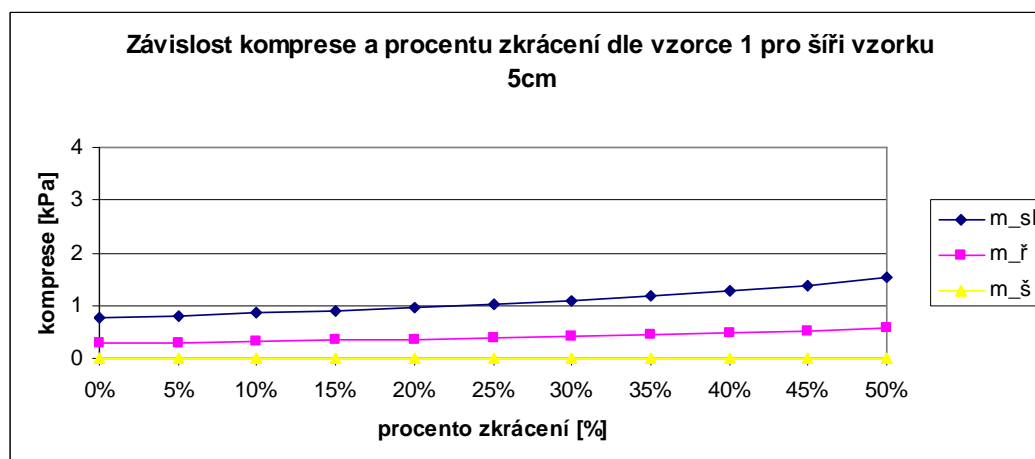
Tab. 31 – Statistika dat pro vzorek 8 – šikmo (šíře 32cm)

## Příloha 11: KOMPRESE A PROCENTO ZKRÁCENÍ

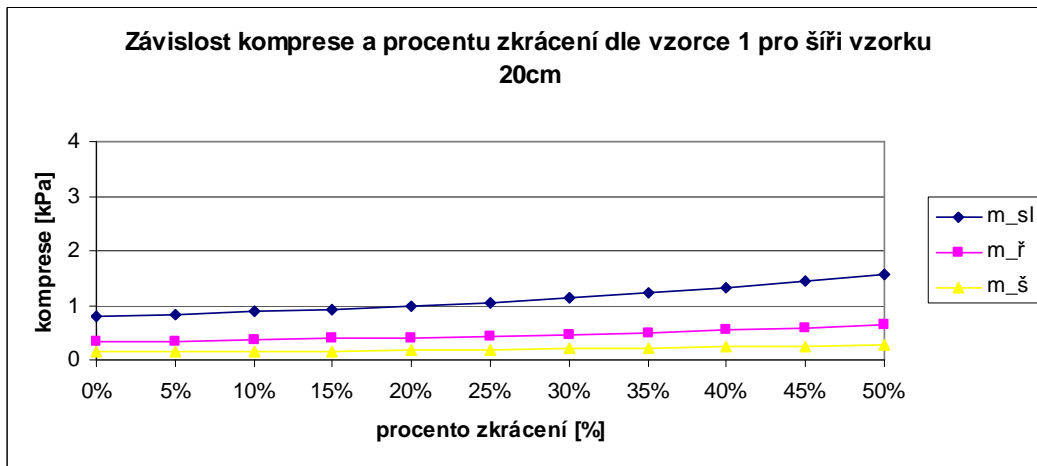
Plocha - S[m<sup>2</sup>]

vzorek	rozměr b[m]	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
rozměr a[m]		0,790	0,751	0,711	0,672	0,632	0,593	0,553	0,514	0,474	0,435	0,395
test1_m_sl	0,05	0,040	0,038	0,036	0,034	0,032	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022	0,020
test1_m_ř	0,05	0,040	0,038	0,036	0,034	0,032	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022	0,020
test1_r_sl	0,05	0,040	0,038	0,036	0,034	0,032	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022	0,020
test1_r_ř	0,05	0,040	0,038	0,036	0,034	0,032	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022	0,020
test1_ž_sl	0,05	0,040	0,038	0,036	0,034	0,032	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022	0,020
test1_ž_ř	0,05	0,040	0,038	0,036	0,034	0,032	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022	0,020
test234m_sl	0,2	0,158	0,150	0,142	0,134	0,126	0,119	0,111	0,103	0,095	0,087	0,079
test234m_ř	0,2	0,158	0,150	0,142	0,134	0,126	0,119	0,111	0,103	0,095	0,087	0,079
test234r_sl	0,2	0,158	0,150	0,142	0,134	0,126	0,119	0,111	0,103	0,095	0,087	0,079
test234r_ř	0,2	0,158	0,150	0,142	0,134	0,126	0,119	0,111	0,103	0,095	0,087	0,079
test234ž_sl	0,2	0,158	0,150	0,142	0,134	0,126	0,119	0,111	0,103	0,095	0,087	0,079
test234ž_ř	0,2	0,158	0,150	0,142	0,134	0,126	0,119	0,111	0,103	0,095	0,087	0,079
test5_m_sl	0,32	0,253	0,240	0,228	0,215	0,202	0,190	0,177	0,164	0,152	0,139	0,126
test5_m_ř	0,32	0,253	0,240	0,228	0,215	0,202	0,190	0,177	0,164	0,152	0,139	0,126
test5_r_sl	0,32	0,253	0,240	0,228	0,215	0,202	0,190	0,177	0,164	0,152	0,139	0,126
test5_r_ř	0,32	0,253	0,240	0,228	0,215	0,202	0,190	0,177	0,164	0,152	0,139	0,126
test5_ž_sl	0,32	0,253	0,240	0,228	0,215	0,202	0,190	0,177	0,164	0,152	0,139	0,126
test5_ž_ř	0,32	0,253	0,240	0,228	0,215	0,202	0,190	0,177	0,164	0,152	0,139	0,126
test6_m_š	0,05	0,040	0,038	0,036	0,034	0,032	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022	0,020
test6_r_š	0,05	0,040	0,038	0,036	0,034	0,032	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022	0,020
test6_ž_š	0,05	0,040	0,038	0,036	0,034	0,032	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022	0,020
test7_m_š	0,2	0,158	0,142	0,142	0,134	0,126	0,119	0,111	0,103	0,095	0,087	0,079
test7_r_š	0,2	0,158	0,150	0,142	0,134	0,126	0,119	0,111	0,103	0,095	0,087	0,079
test7_ž_š	0,2	0,158	0,150	0,142	0,134	0,126	0,119	0,111	0,103	0,095	0,087	0,079
test8_m_š	0,32	0,253	0,240	0,228	0,215	0,202	0,190	0,177	0,164	0,152	0,139	0,126
test8_r_š	0,32	0,253	0,240	0,228	0,215	0,202	0,190	0,177	0,164	0,152	0,139	0,126
test8_ž_š	0,32	0,253	0,240	0,228	0,215	0,202	0,190	0,177	0,164	0,152	0,139	0,126

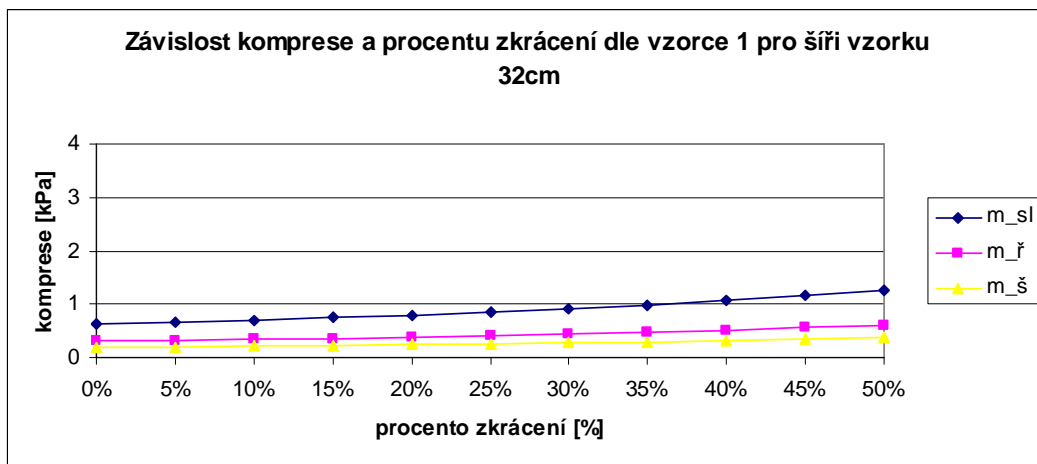
Tab. 32 – Plocha potřebná k výpočtu komprese dle vzorce 1



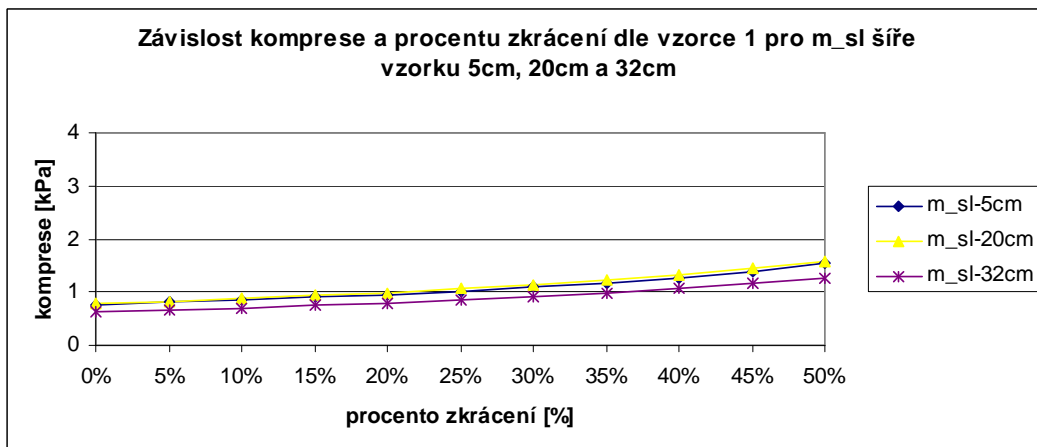
Graf 53 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm pro m\_sl, m\_ř, m\_š



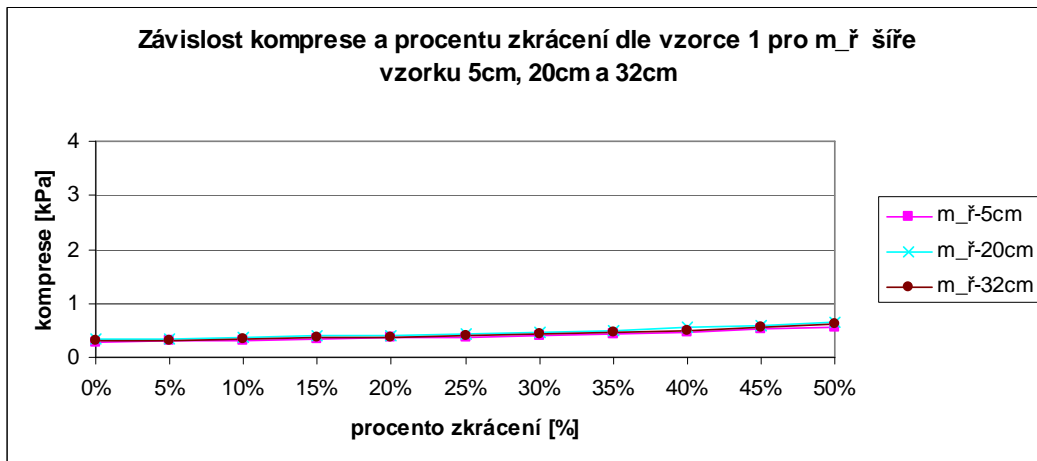
Graf 54 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 20cm pro m\_sl, m\_ř, m\_š



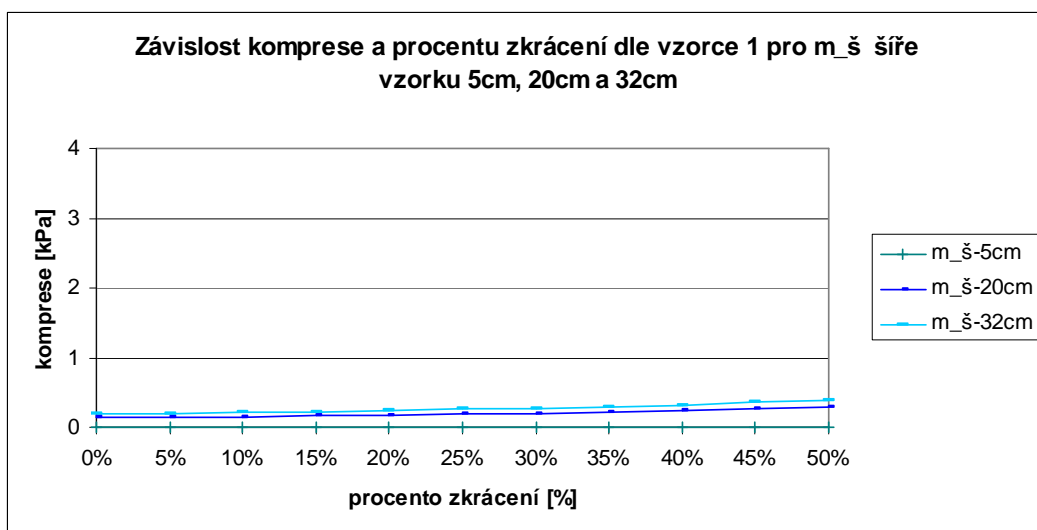
Graf 55 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 32cm pro m\_sl, m\_ř, m\_š



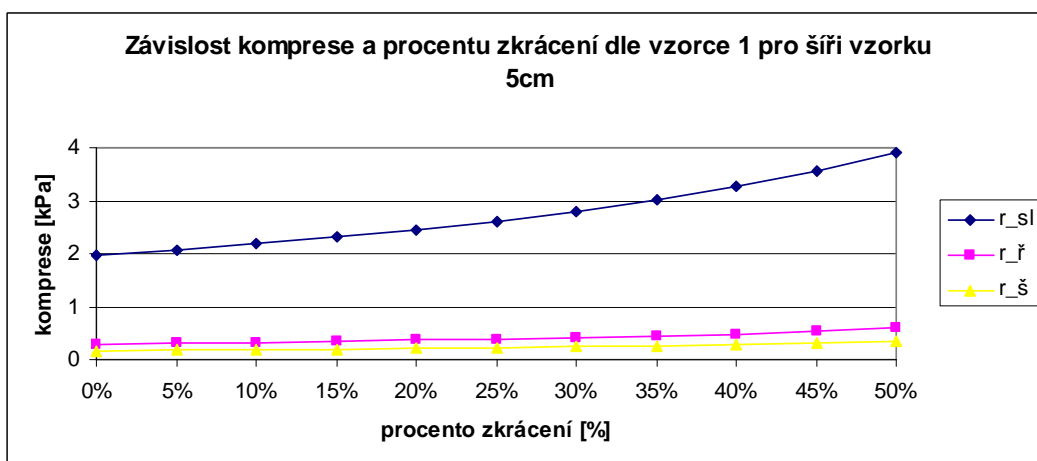
Graf 56 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro m\_sl



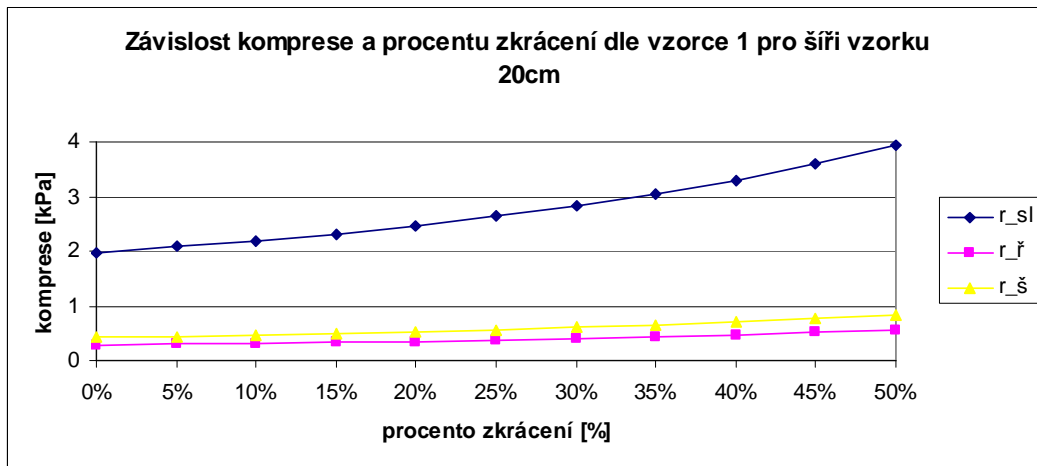
Graf 57 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro  $m_{\check{r}}$



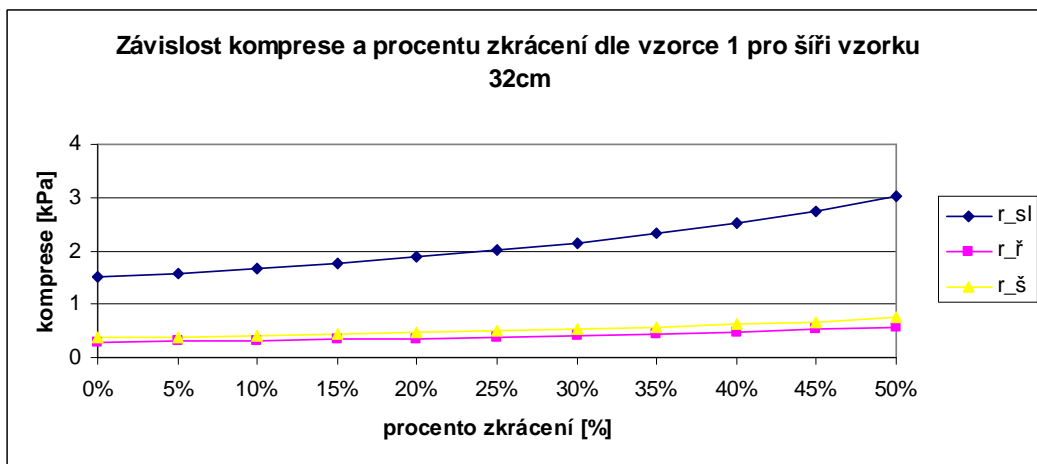
Graf 58 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro  $m_{\check{s}}$



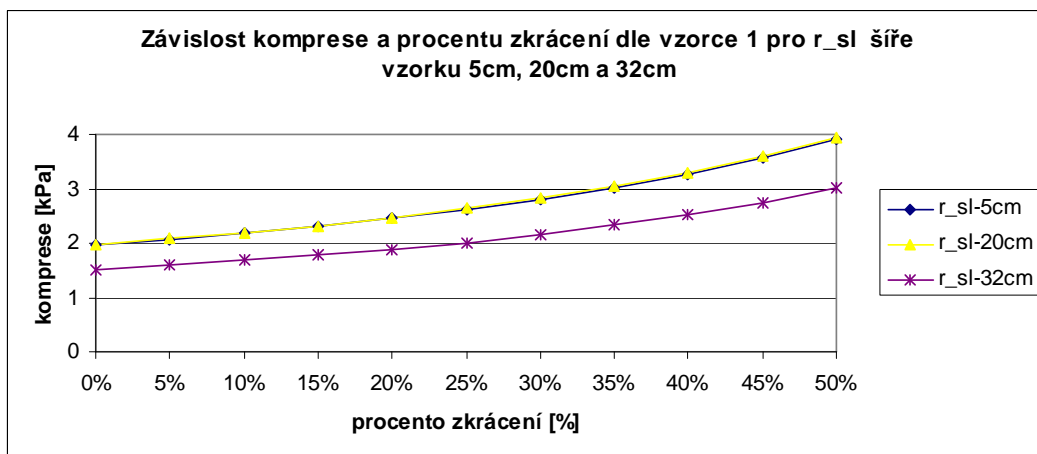
Graf 59 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm pro  $r_{sl}$ ,  $r_{\check{r}}$ ,  $r_{\check{s}}$



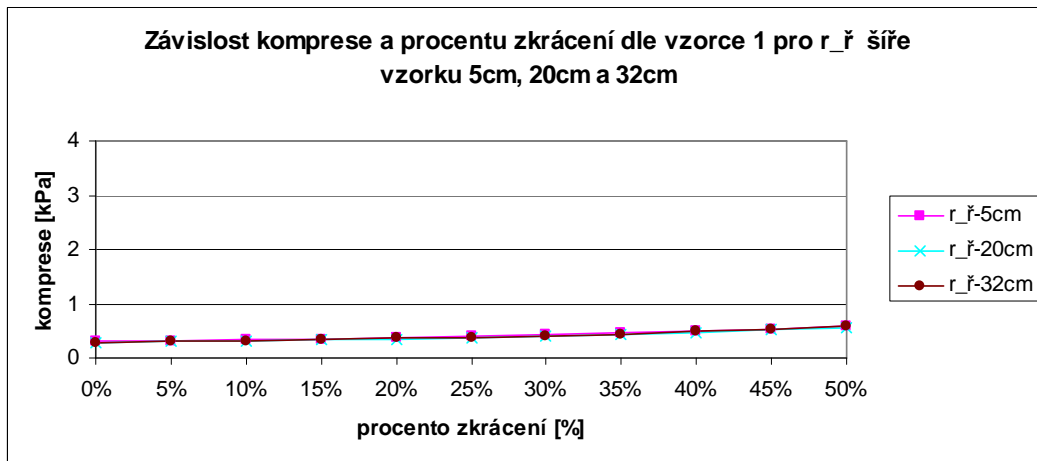
Graf 60 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 20cm pro r\_sl, r\_ř, r\_š



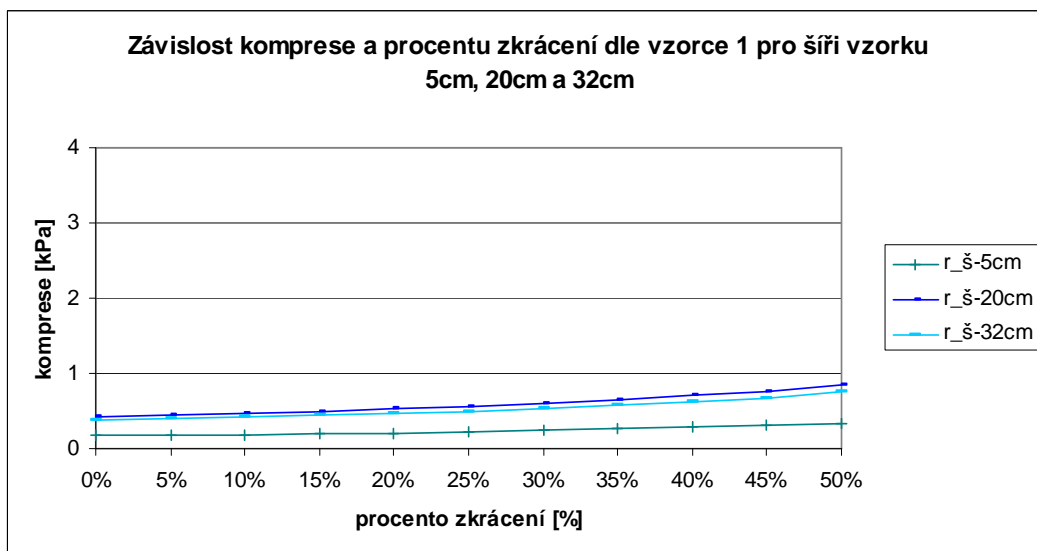
Graf 61 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 32cm pro r\_sl, r\_ř, r\_š



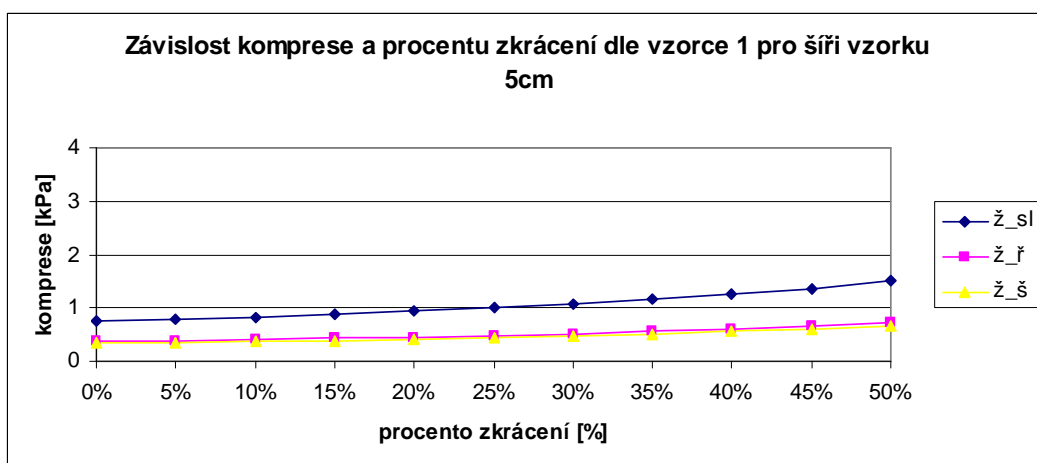
Graf 62 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro r\_sl



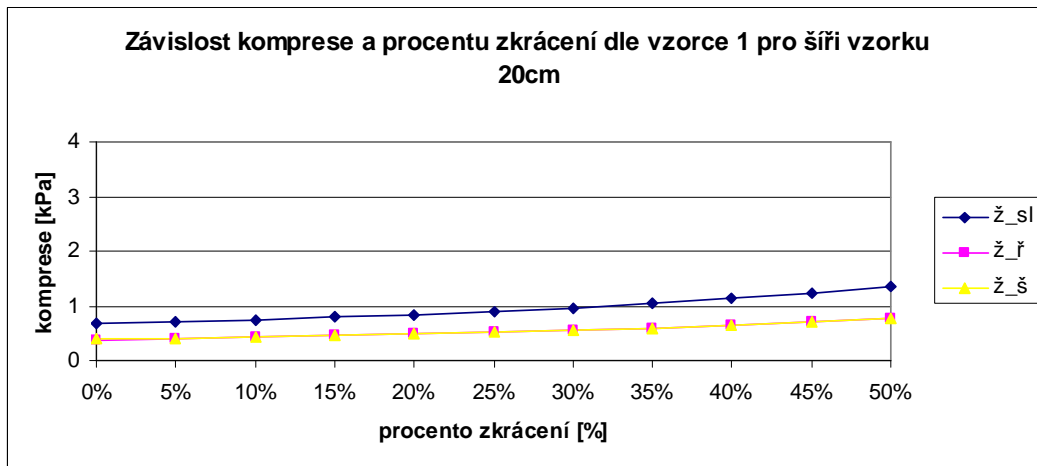
Graf 63 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro  $r_{\check{r}}$



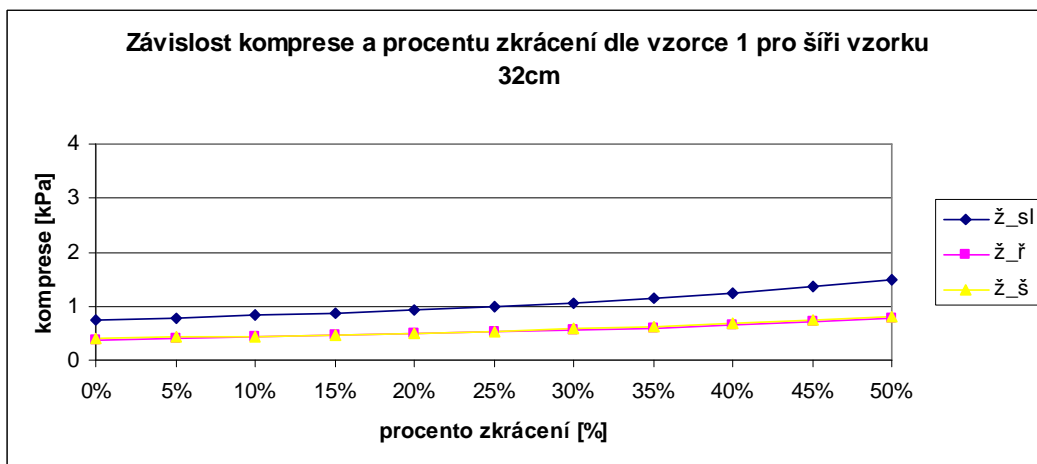
Graf 64 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro  $r_{\check{s}}$



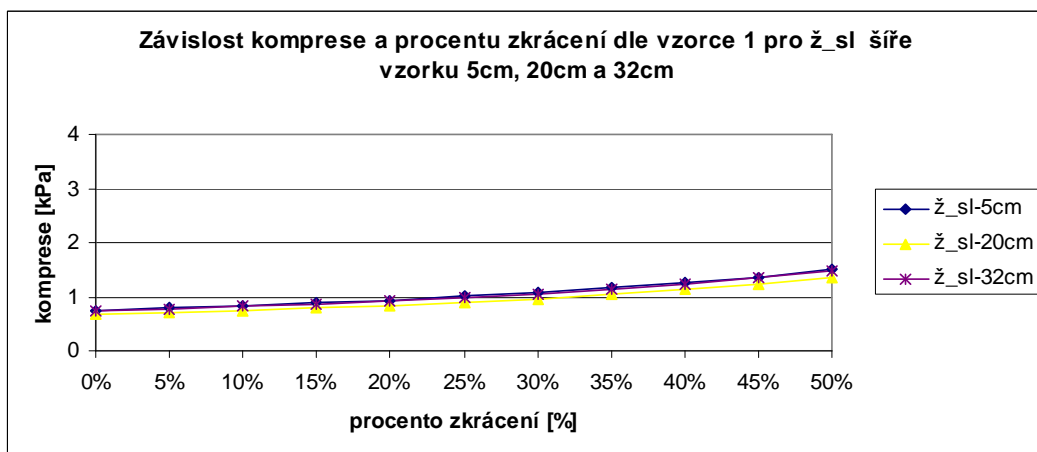
Graf 65 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm pro  $\check{z}_{sl}$ ,  $\check{z}_{\check{r}}$  a  $\check{z}_{\check{s}}$



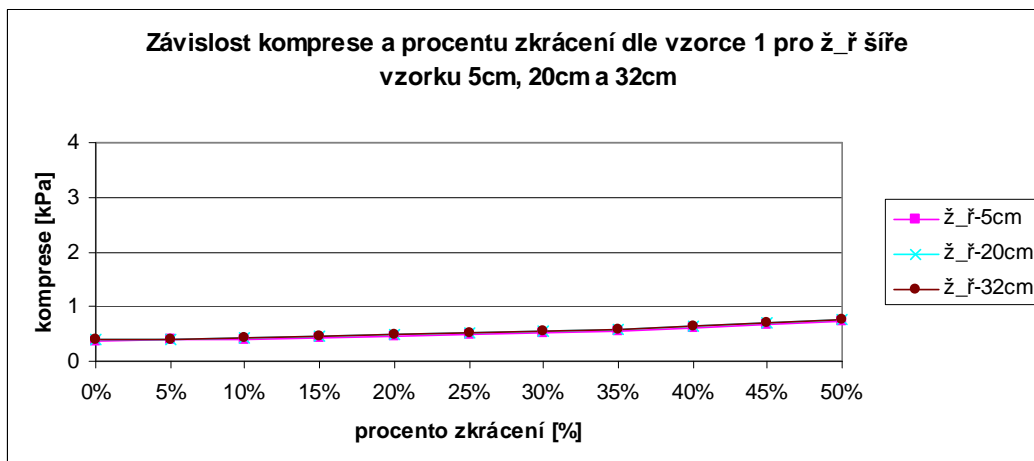
Graf 66 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 20cm pro ž\_sl, ž\_ř a ž\_š



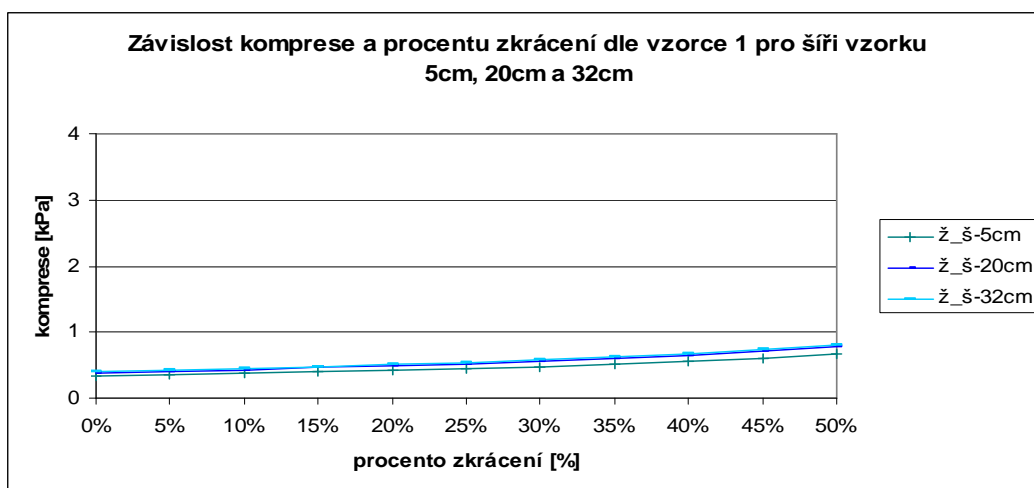
Graf 67 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 32cm pro ž\_sl, ž\_ř a ž\_š



Graf 68 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro ž\_sl



**Graf 69 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro ž\_ř**

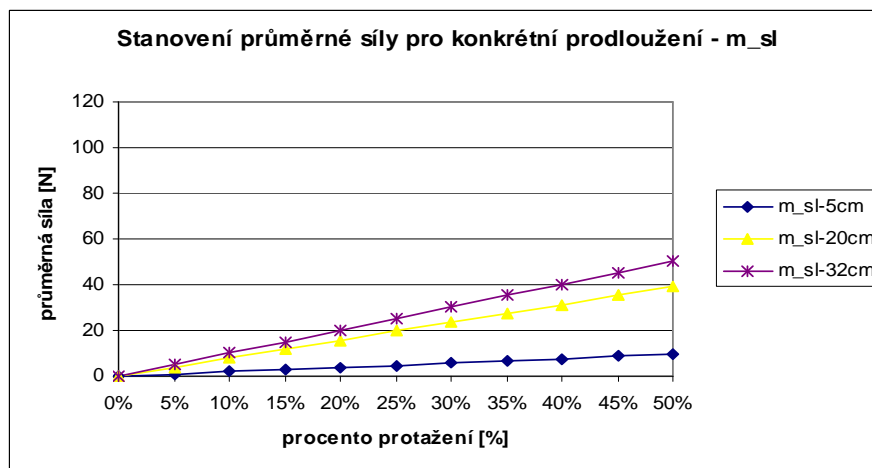


**Graf 70 – Závislost komprese a procentu zkrácení dle vzorce 1 pro šíři vzorku 5cm, 20cm, 32cm pro ž\_š**

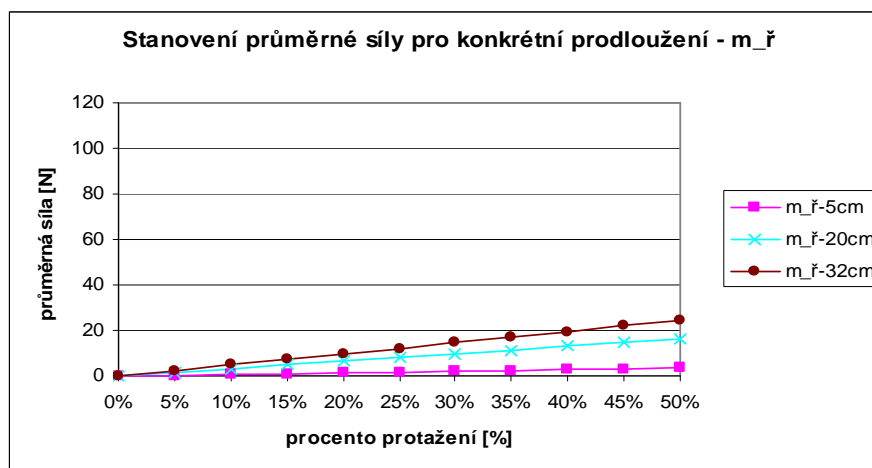
**Výpočty pomocí vzorce 2 se shodují s výpočty vzorce 1. Grafy jsou zcela totožné. Proto nebudou grafy s výsledky z výpočtu vzorce 2 uváděny.**



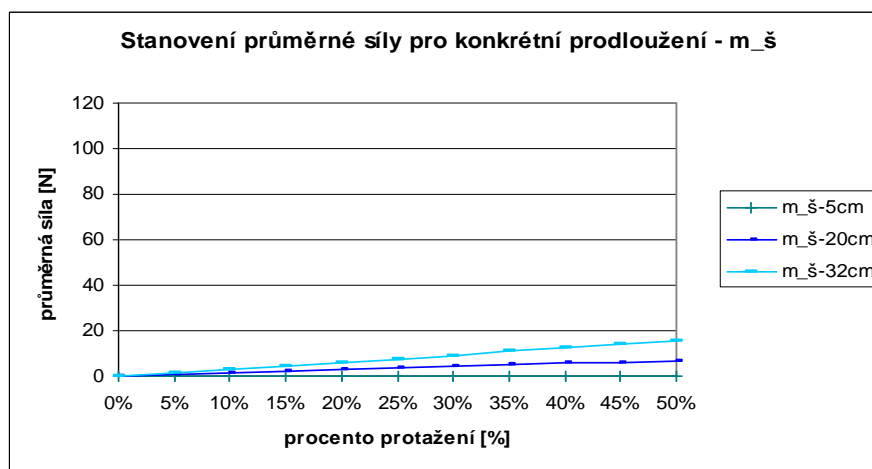
## Příloha 12: PRŮMĚRNÁ SÍLA PRO KONKRÉTNÍ PRODLOUŽENÍ



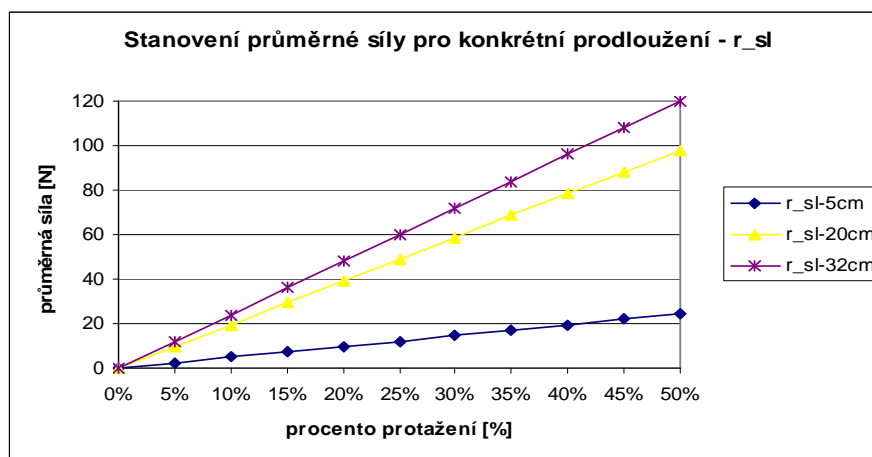
Graf 71 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky m\_sl



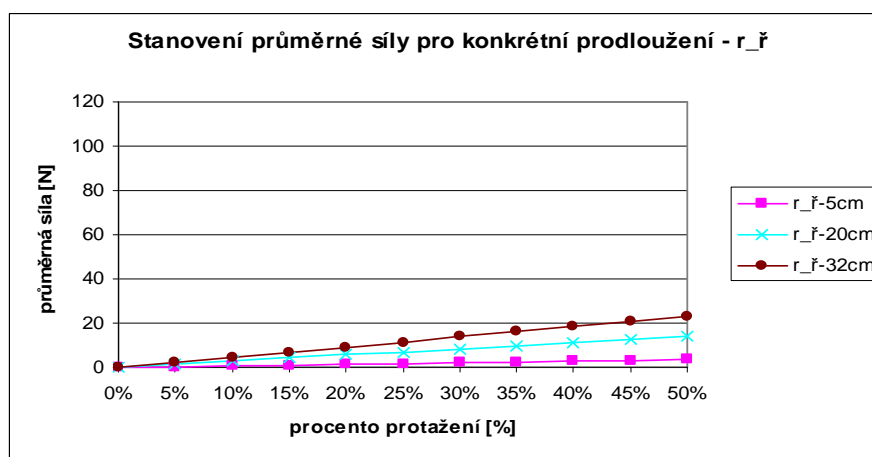
Graf 72 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky m\_ř



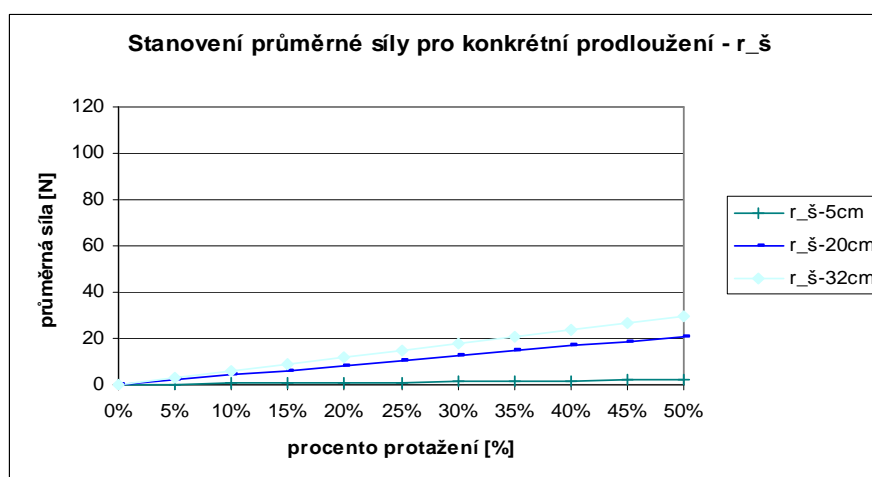
Graf 73 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky m\_š



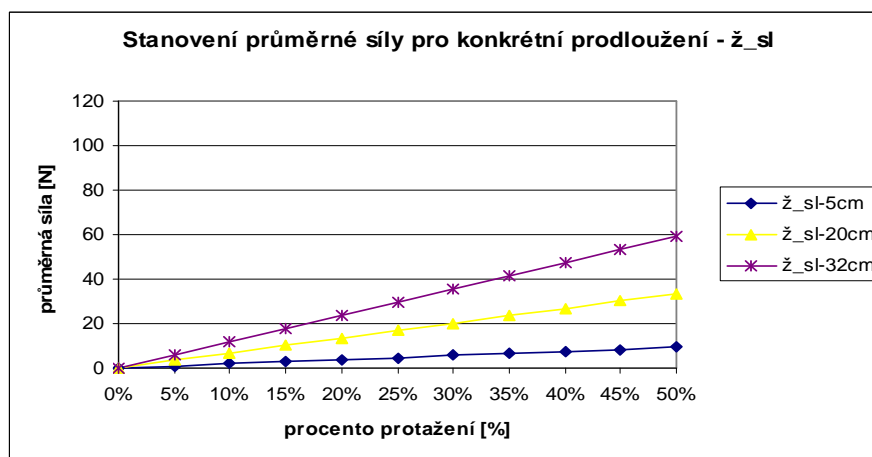
Graf 74 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky r\_sl



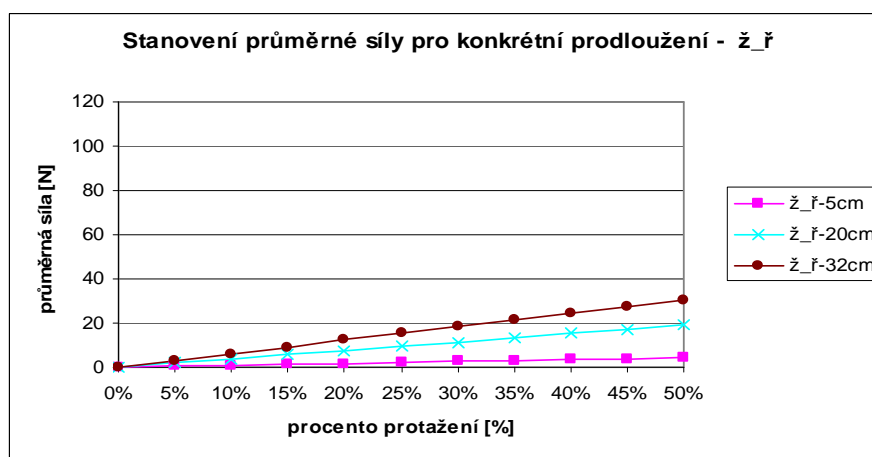
Graf 75 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky r\_ř



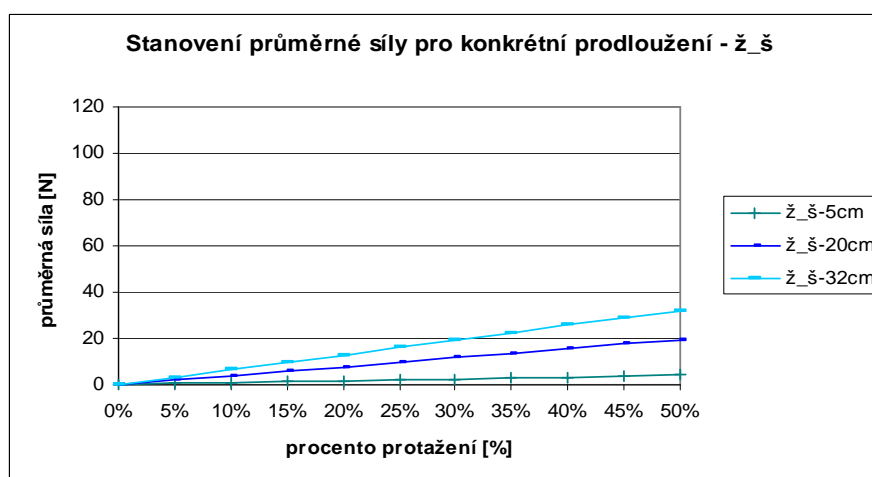
Graf 76 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky r\_š



Graf 77 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky ž\_sl

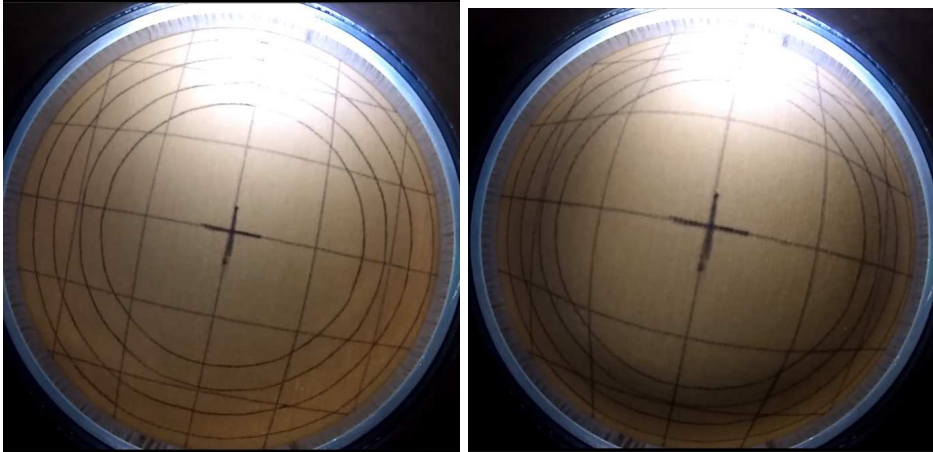


Graf 78 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky ž\_ř

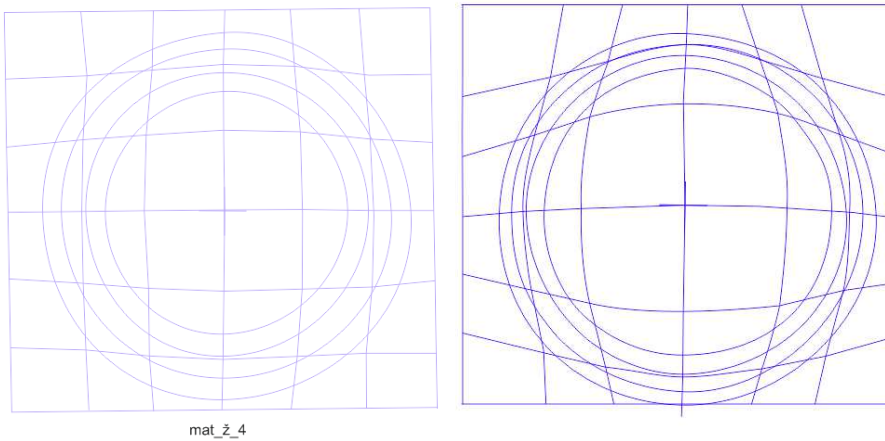


Graf 79 - Stanovení průměrné síly pro konkrétní prodloužení vzorku 5cm, 20cm a 32cm pro vzorky ž\_š

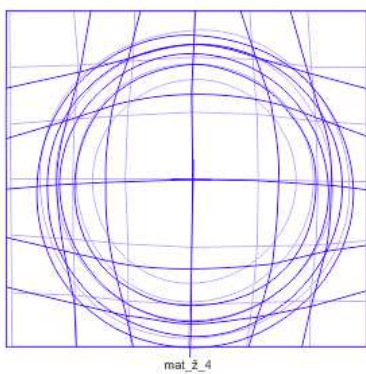
### Příloha 13: EXPERIMENT 2 - Testování vzorků – Testometric Model M350-5CT se speciálním nástavcem



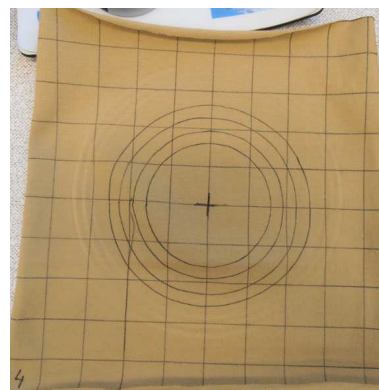
Obr. 53 a Obr. 54 – mat\_ž\_4 - testování; obr. 53 před namáháním, obr. 54 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)



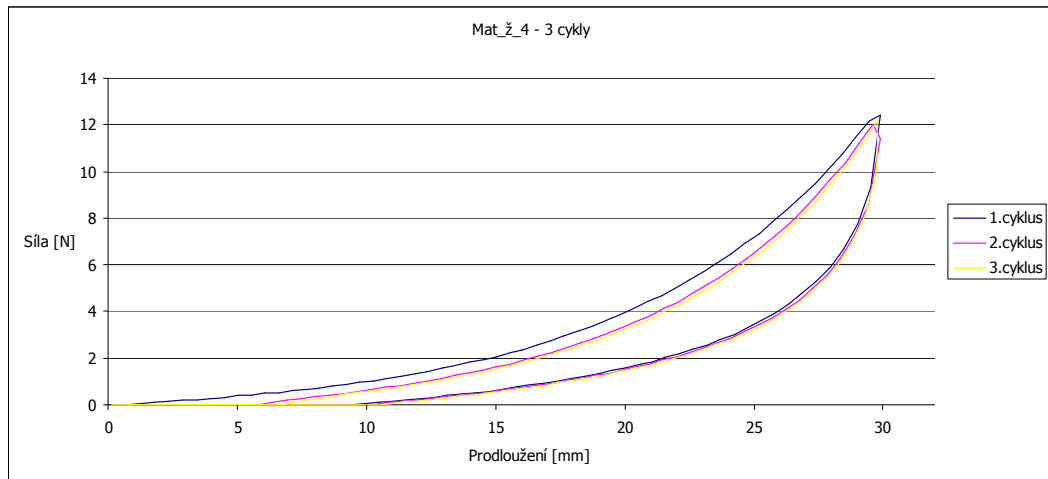
Obr. 55 a Obr. 56 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací



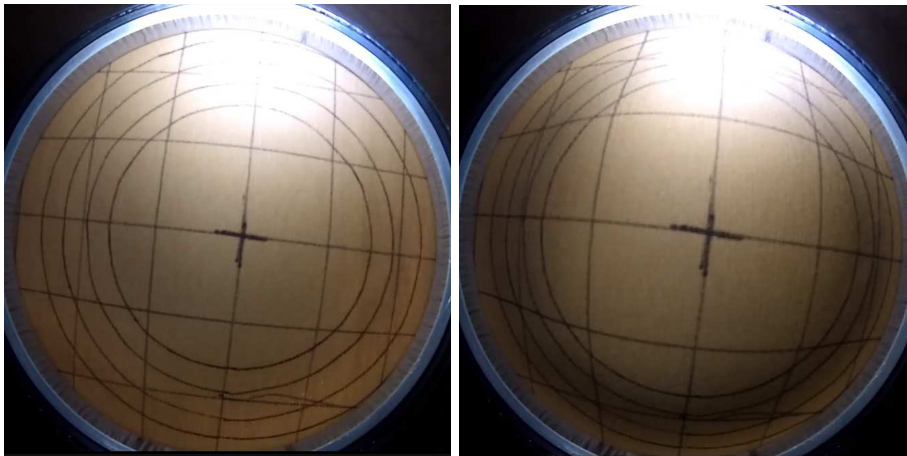
Obr. 57 – Porovnání grafického záznamu



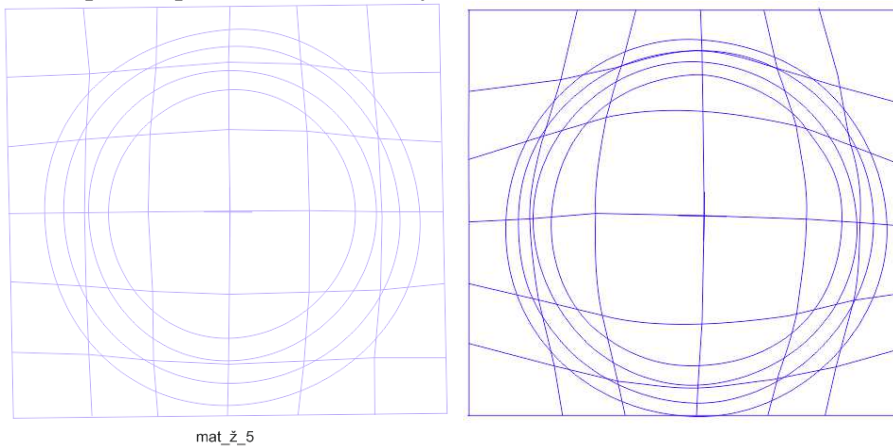
Obr. 58 – Vzorek mat\_ž\_4 po testu



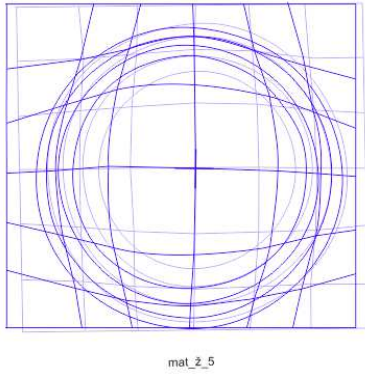
**Graf 80 – Průběh měření mat\_ž\_4**



**Obr. 59 a Obr. 60 – mat\_ž\_5 - testování; obr. 59 před namáháním, obr. 60 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)**

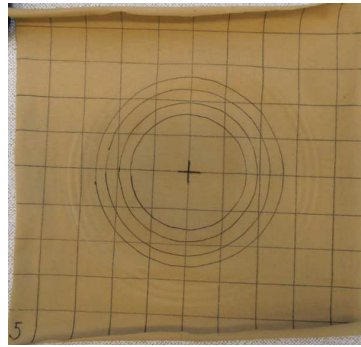


**Obr. 61 a Obr. 62 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací**

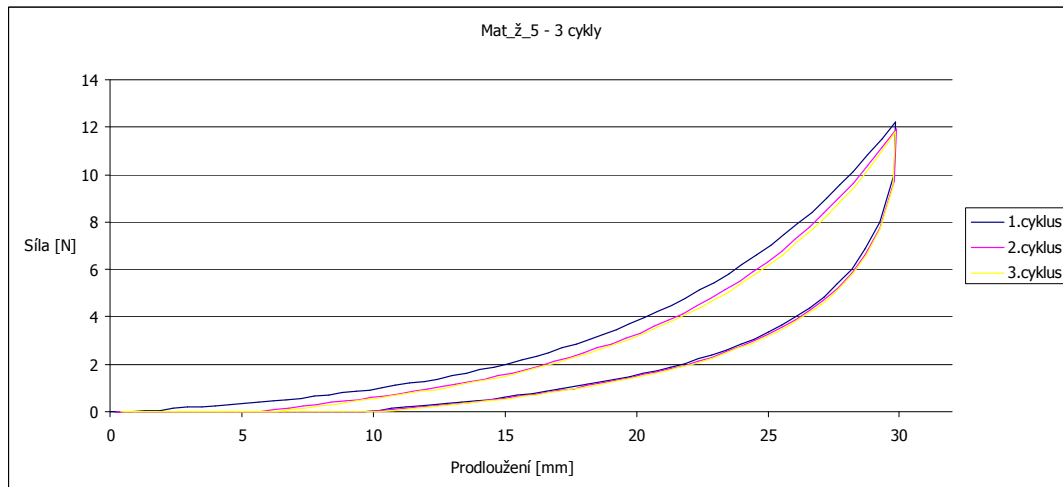


mat\_ž\_5

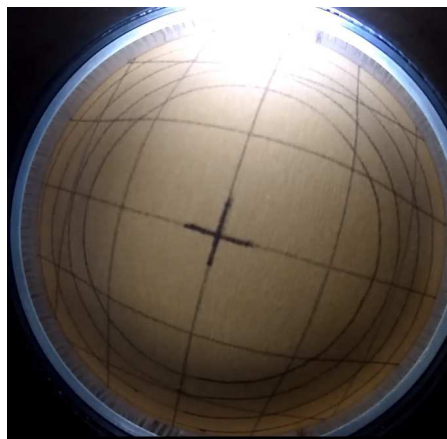
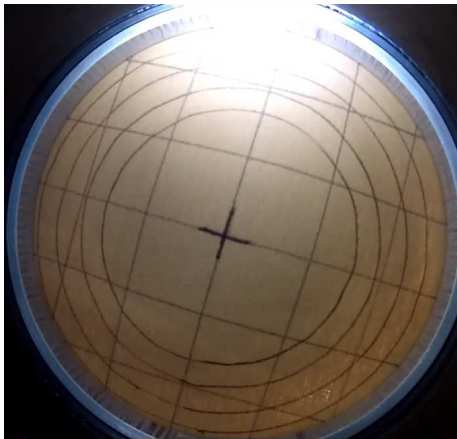
Obr. 63 – Porovnání grafického záznamu



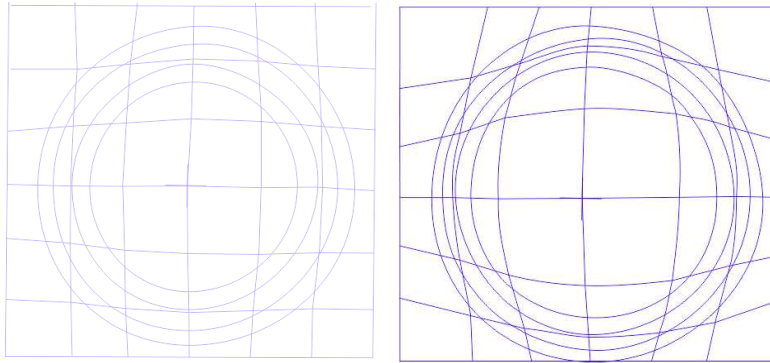
Obr. 64 – Vzorek mat\_ž\_4 po testu



Graf 81 – Průběh měření mat\_ž\_5

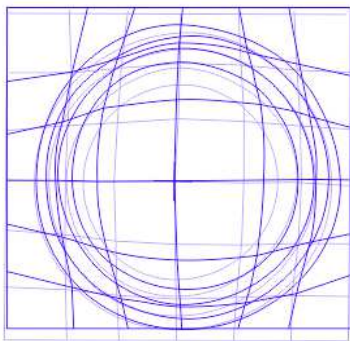


Obr. 65 a Obr. 66 – mat\_ž\_6 - testování; obr. 65 před namáháním, obr. 66 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)



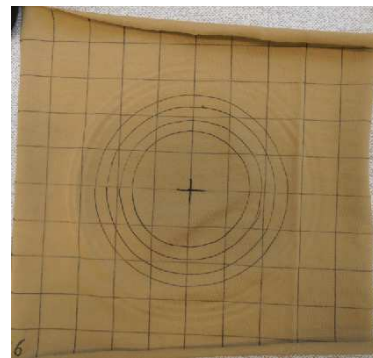
mat\_ž\_6

**Obr. 67 a Obr. 68 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací**

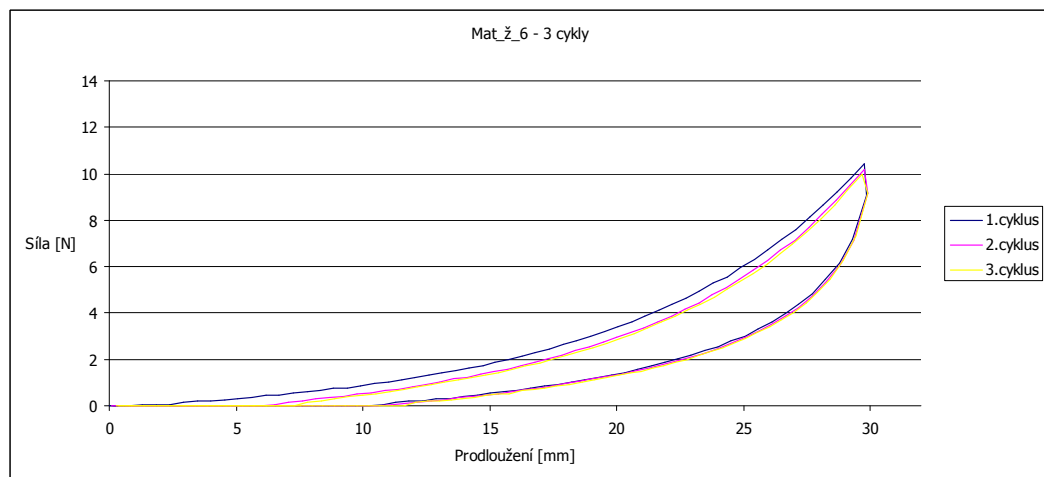


mat\_ž\_6

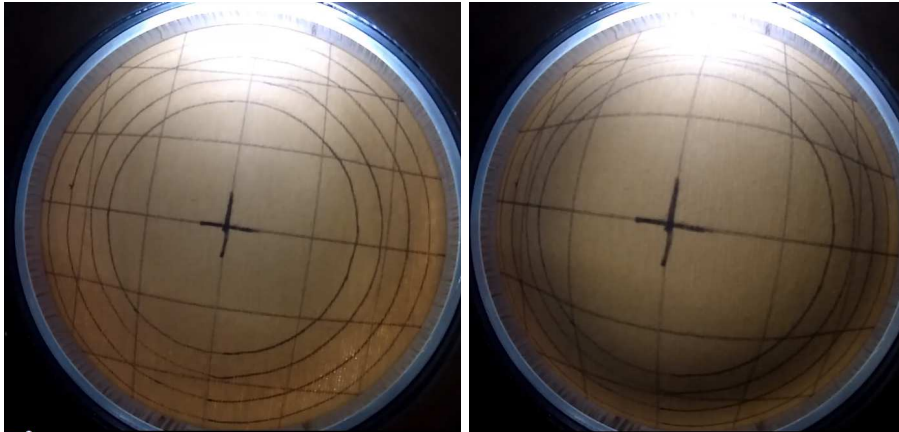
**Obr. 69 – Porovnání grafického záznamu**



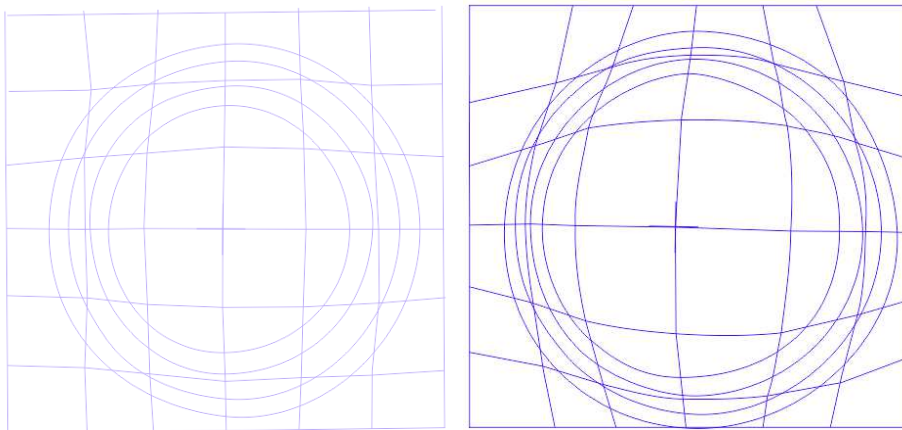
**Obr. 70 – Vzorek mat\_ž\_6 po testu**



**Graf 82 – Průběh měření mat\_ž\_6**

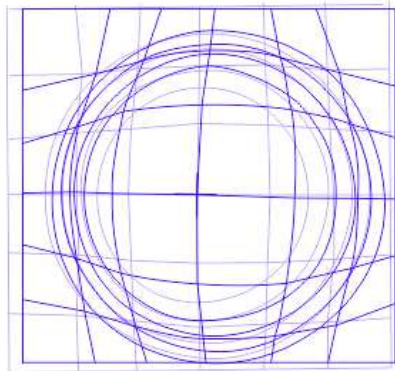


Obr. 71 a Obr. 72 – mat\_ž\_7 - testování; obr. 71 před namáháním, obr. 72 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)

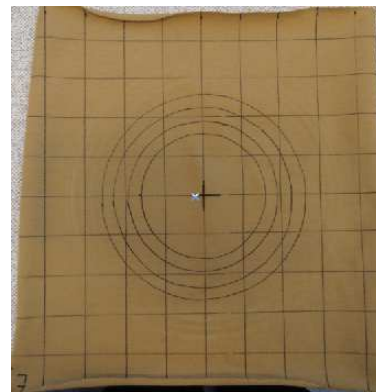


mat\_ž\_7

Obr. 73 a Obr. 74 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací



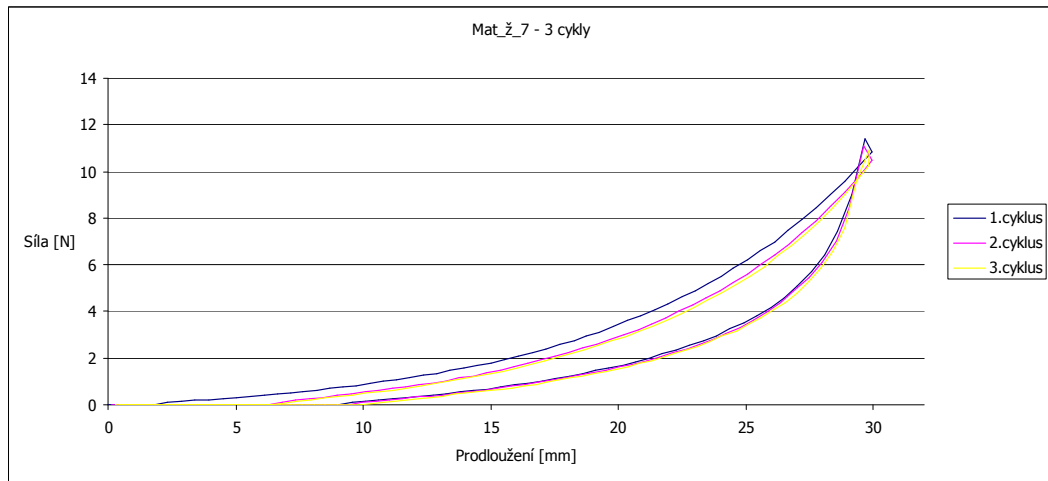
mat\_ž\_7



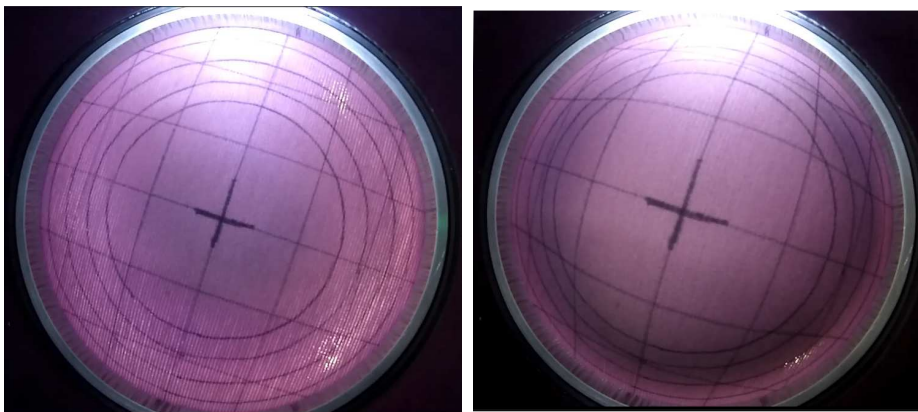
Obr. 75 – Porovnání grafického záznamu

Obr. 76 – Vzorek mat\_ž\_7 po testu

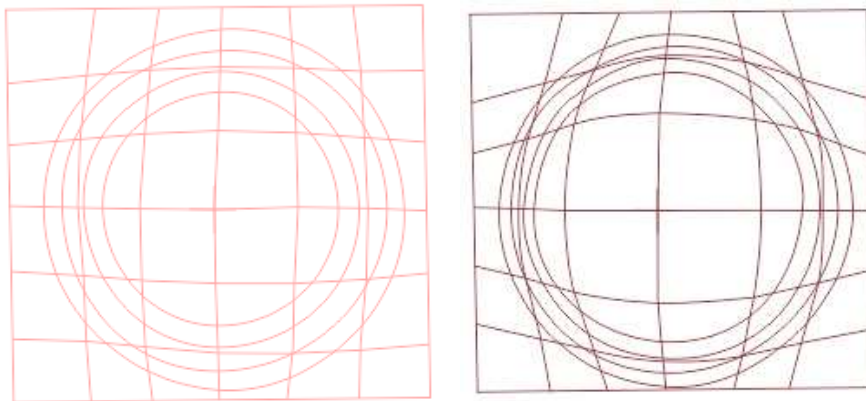




**Graf 83 – Průběh měření mat\_ž\_7**

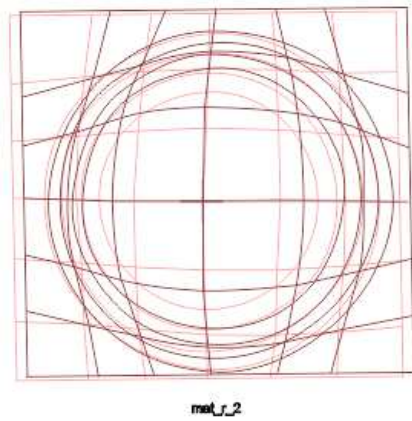


**Obr. 77 a Obr. 78 – mat\_r\_2 - testování; obr. 77 před namáháním, obr. 78 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)**

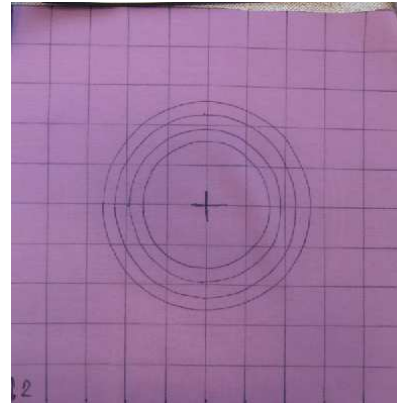


**mat\_r\_2**

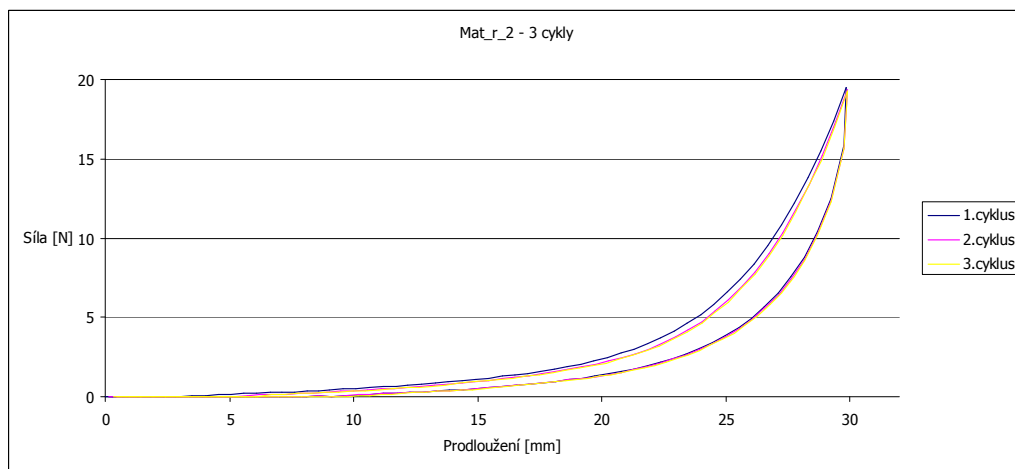
**Obr. 79 a Obr. 80 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací**



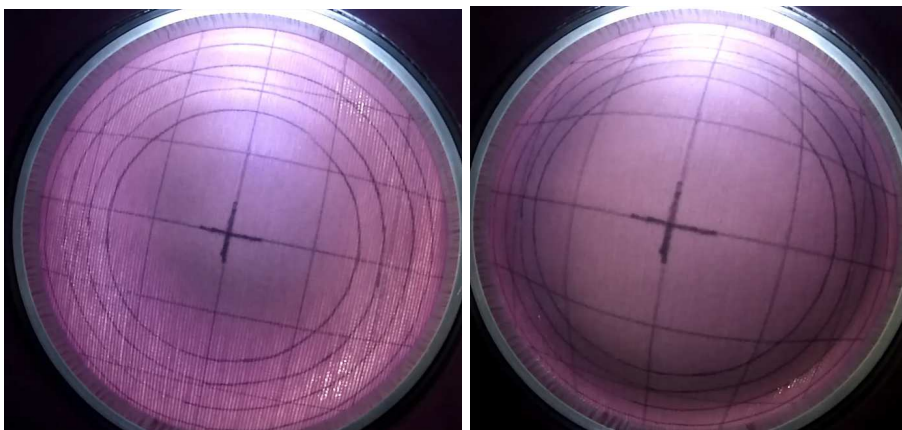
Obr. 81 – Porovnání grafického záznamu



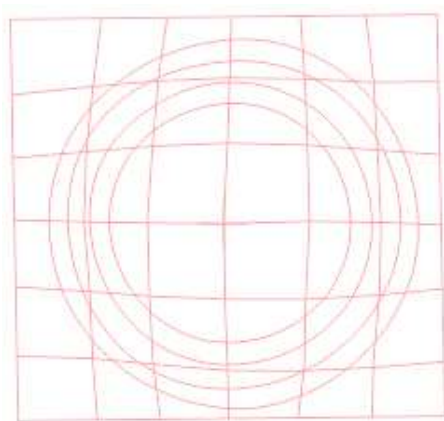
Obr. 82 – Vzorek mat\_r\_2 po testu



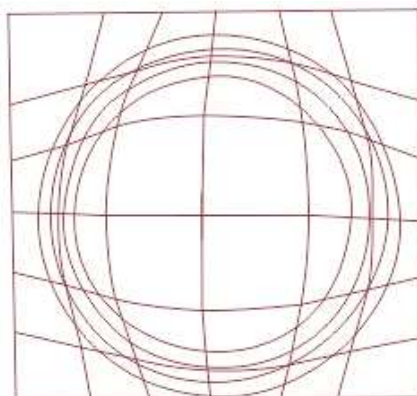
Graf 84 – Průběh měření mat\_r\_2



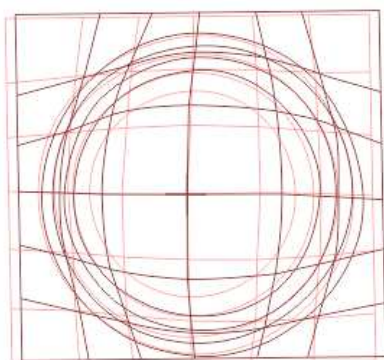
Obr. 83 a Obr. 84 – mat\_r\_3 - testování; obr. 83 před namáháním, obr. 84 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)



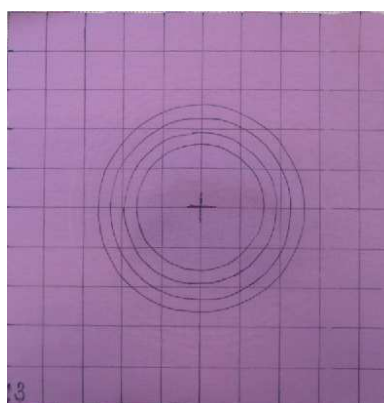
mat\_r\_3



Obr. 85 a Obr. 86 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací

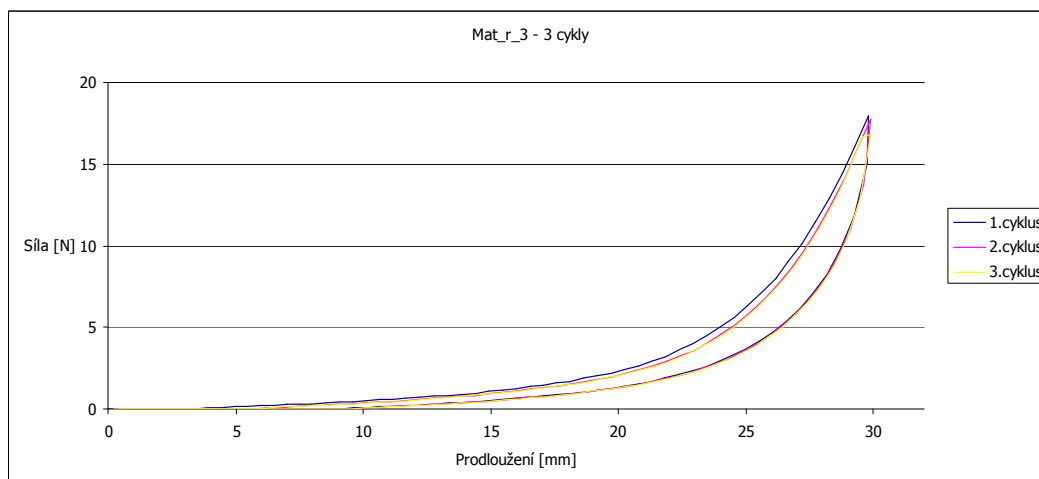


mat\_r\_3

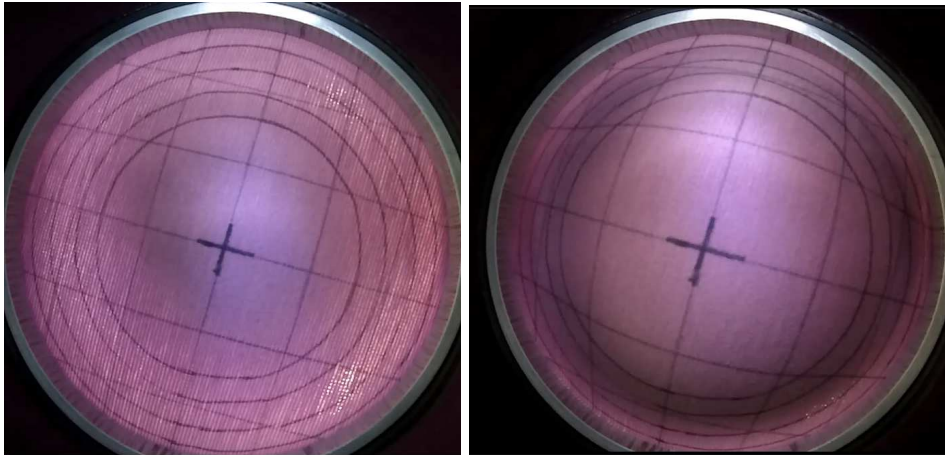


Obr. 88 – Vzorek mat\_r\_3 po testu

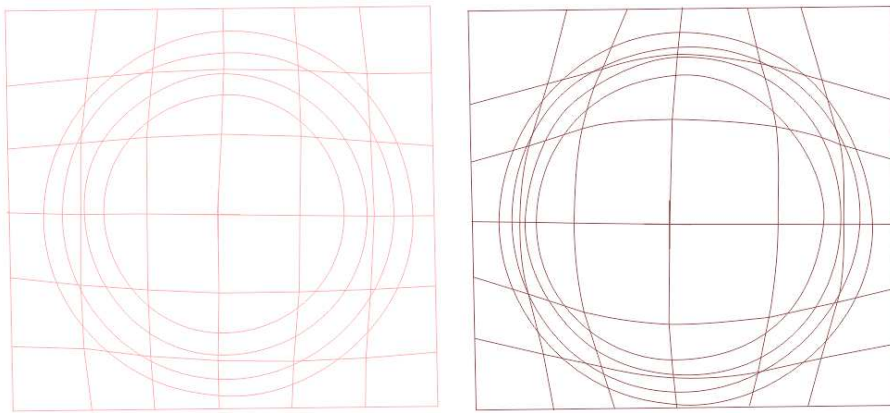
Obr. 87 – Porovnání grafického záznamu



Graf 85 – Průběh měření mat\_r\_3

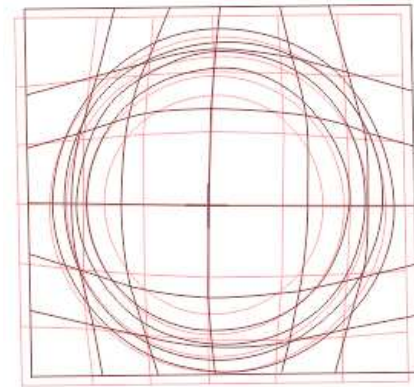


Obr. 89 a Obr. 90 – mat\_r\_4 - testování; obr. 89 před namáháním, obr. 90 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)



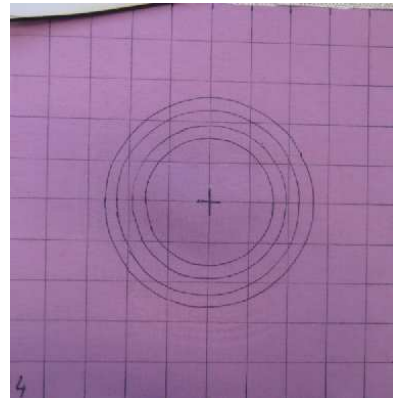
mat\_r\_4

Obr. 91 a Obr. 92 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací

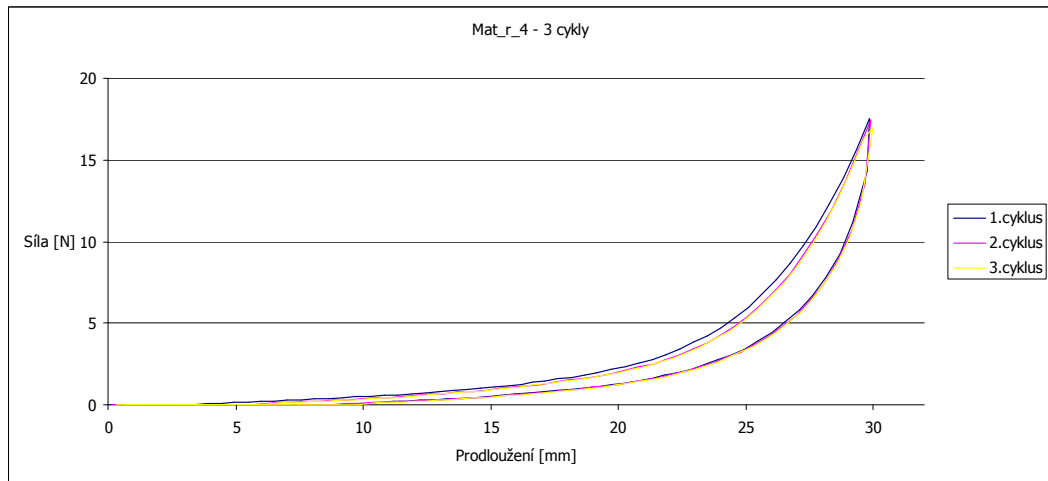


mat\_r\_4

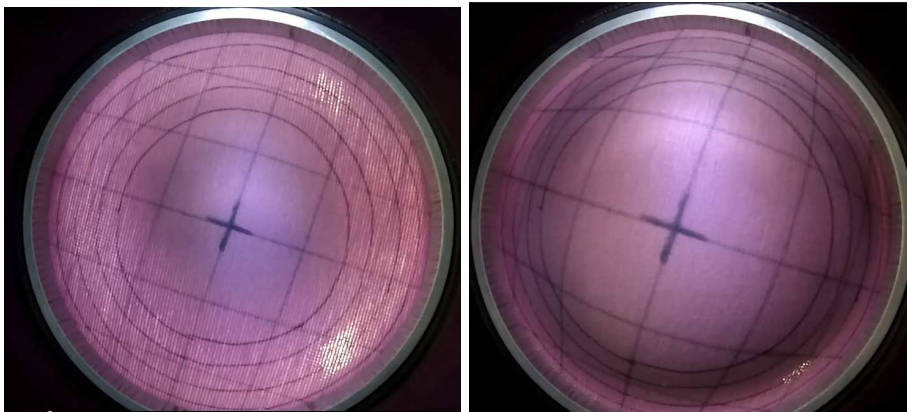
Obr. 93 – Porovnání grafického záznamu



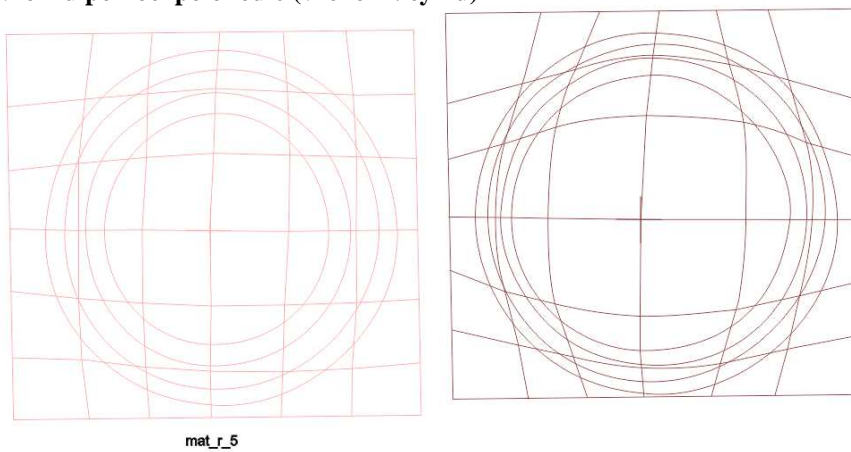
Obr. 94 – Vzorek mat\_r\_4 po testu



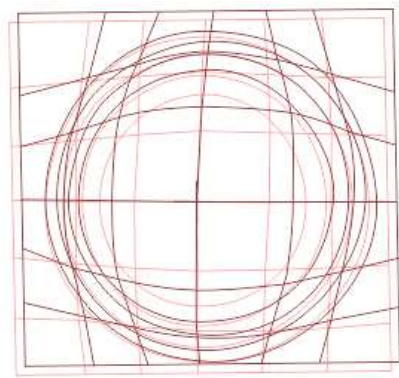
**Graf 86 – Průběh měření mat\_r\_4**



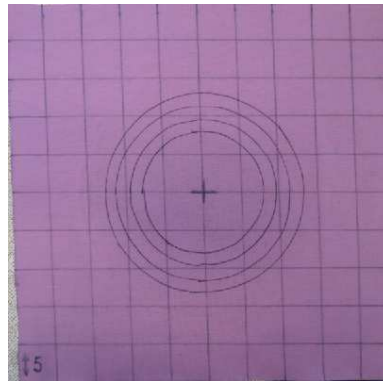
**Obr. 95 a Obr. 96 – mat\_r\_5 - testování; obr. 95 před namáháním, obr. 96 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)**



**Obr. 97 a Obr. 98 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací**

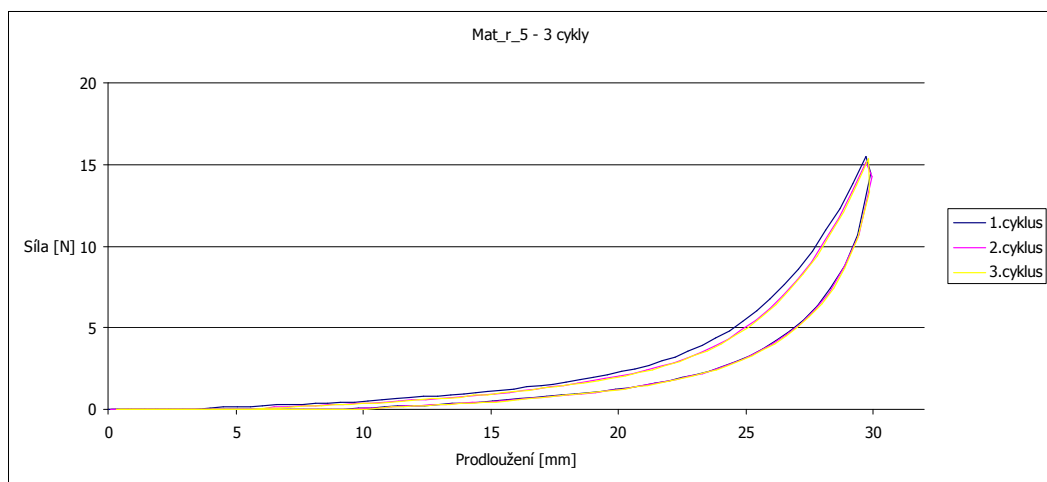


mat\_r\_5

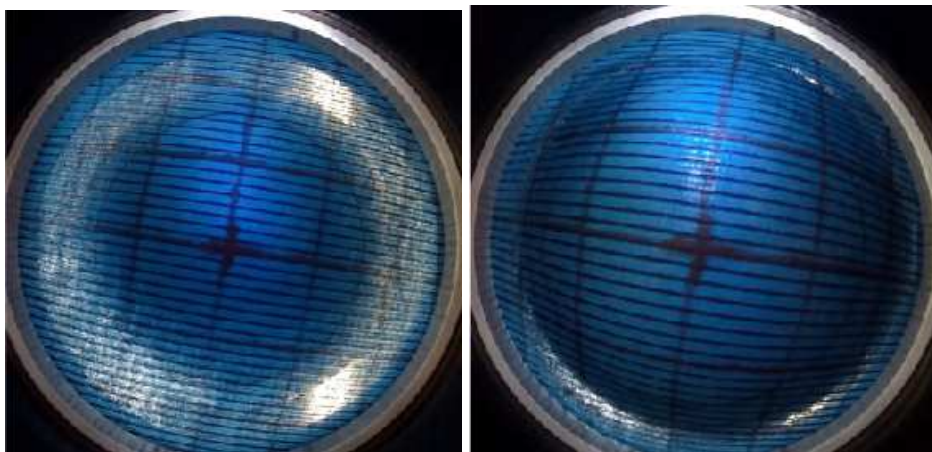


Obr. 100 – Vzorek mat\_r\_5 po testu

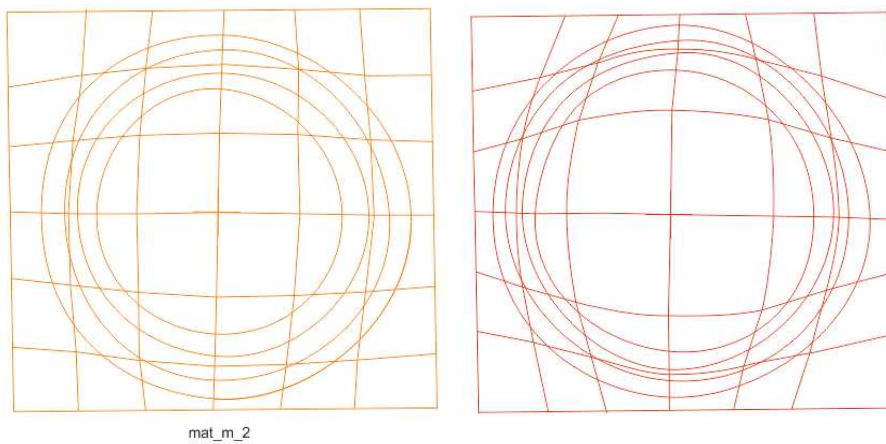
Obr. 99 – Porovnání grafického záznamu



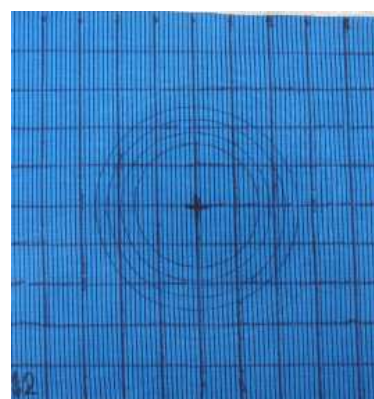
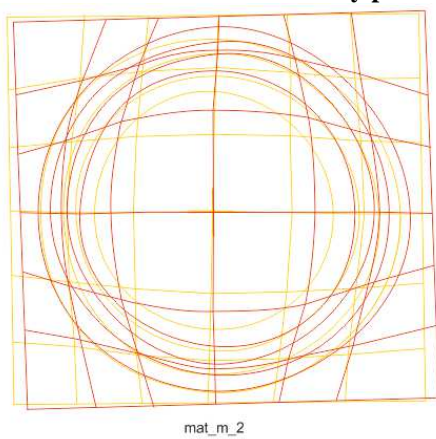
Graf 87 – Průběh měření mat\_r\_5



Obr. 101 a Obr. 102 – mat\_m\_2 - testování; obr. 101 před namáháním, obr. 102 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)

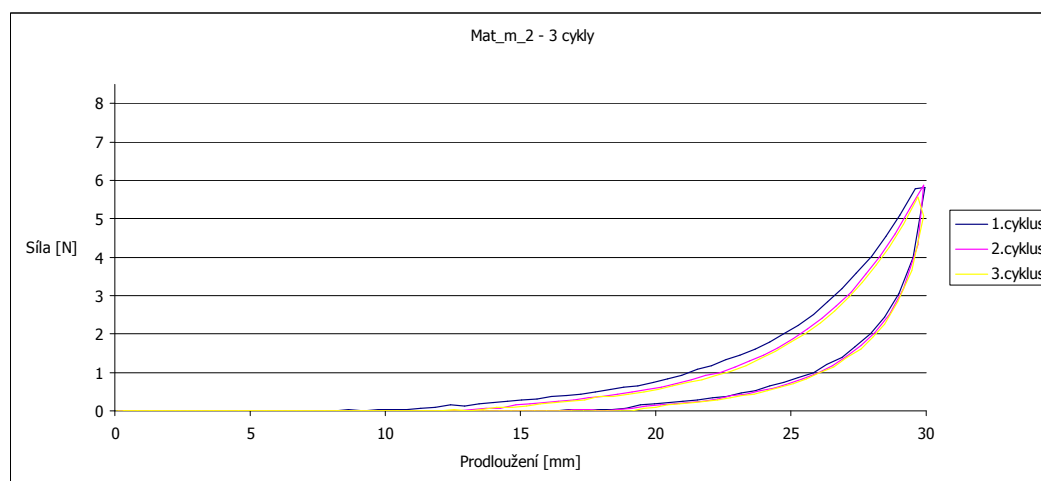


**Obr. 103 a Obr. 104 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací**

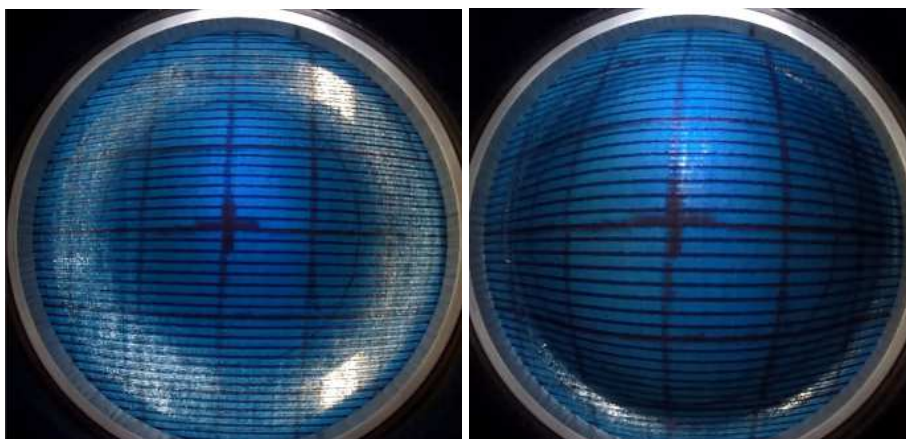


**Obr. 105 – Porovnání grafického záznamu**

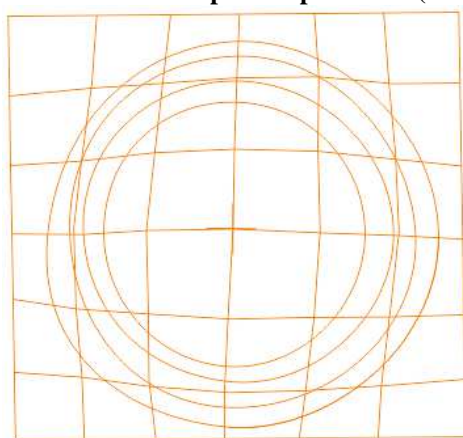
**Obr. 106 – Vzorek mat\_m\_2 po testu**



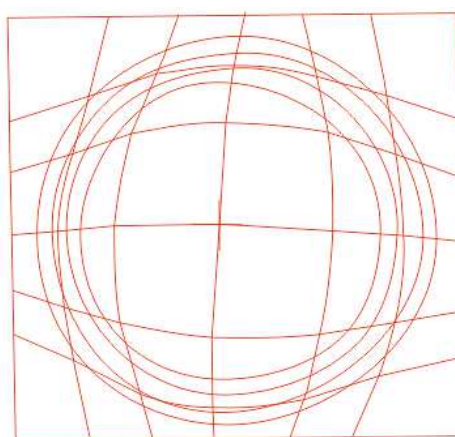
**Graf 88 – Průběh měření mat\_m\_2**



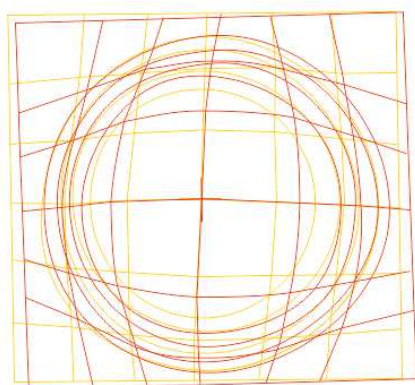
**Obr. 107 a Obr. 108 – mat\_m\_3 - testování; obr. 107 před namáháním, obr. 108 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)**



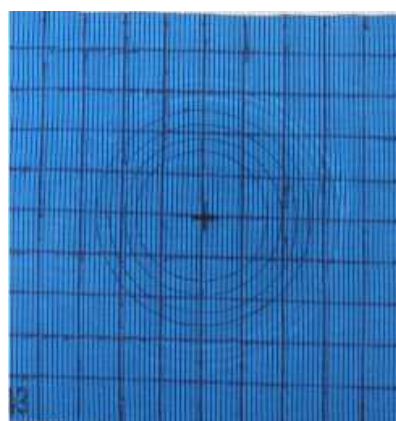
mat\_m\_3



**Obr. 109 a Obr. 110 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací**



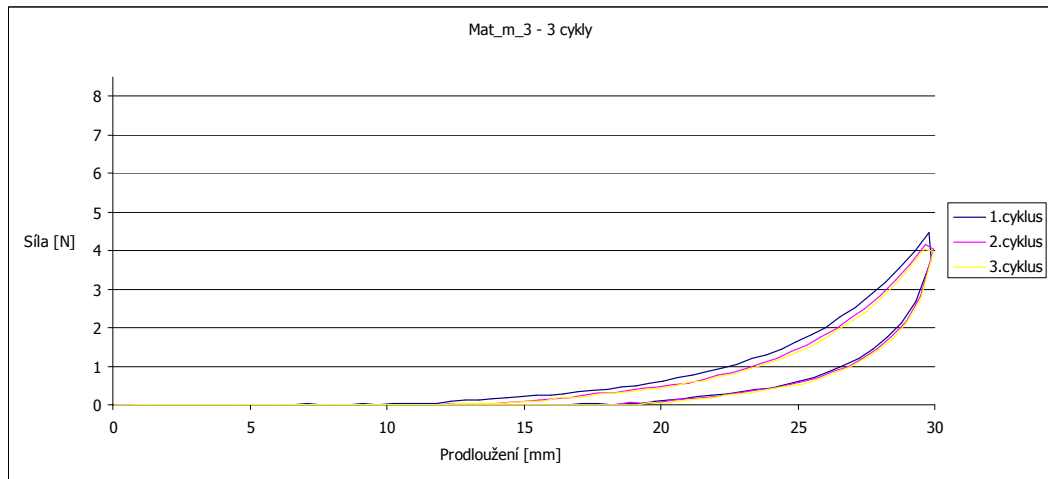
mat\_m\_3



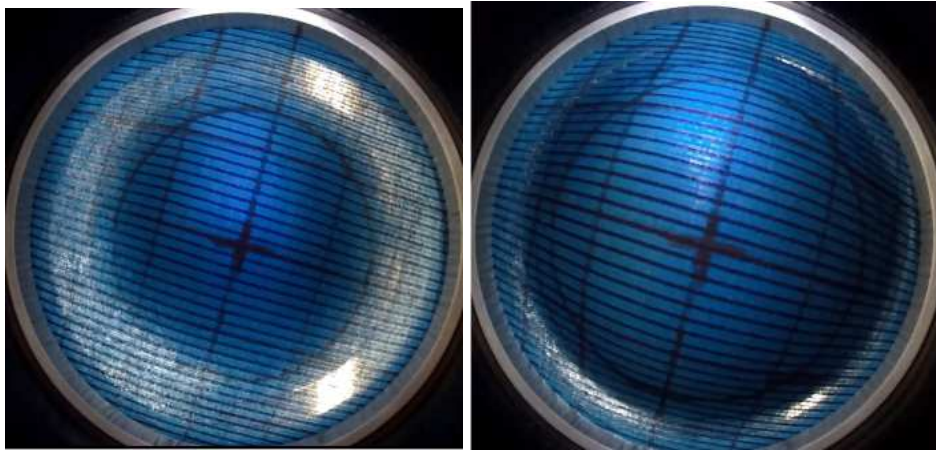
**Obr. 111 – Porovnání grafického záznamu**

**Obr. 112 – Vzorek mat\_m\_3 po testu**

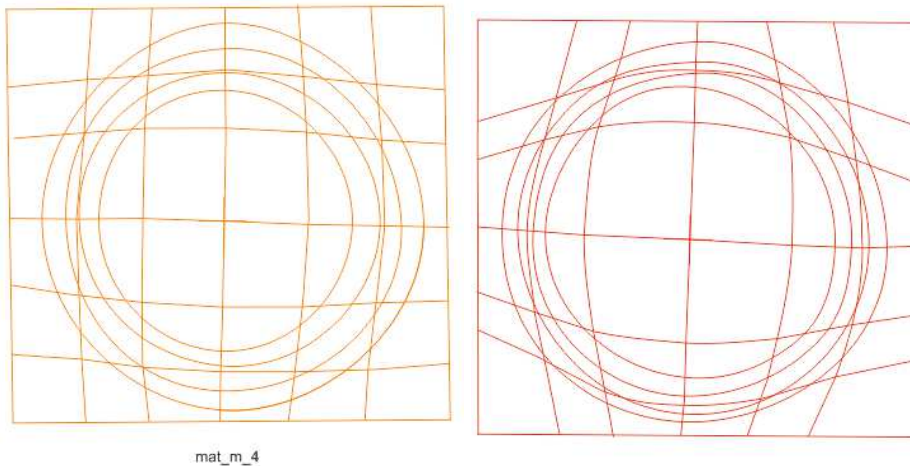




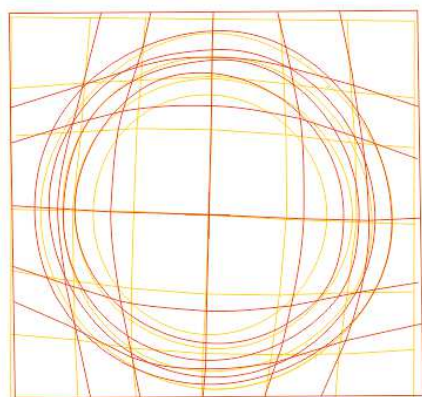
**Graf 89 – Průběh měření mat\_m\_3**



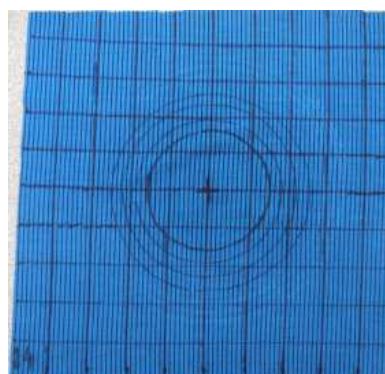
**Obr. 113 a Obr. 114 – mat\_m\_4 - testování; obr. 113 před namáháním, obr. 114 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)**



**Obr. 115 a Obr. 116 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací**

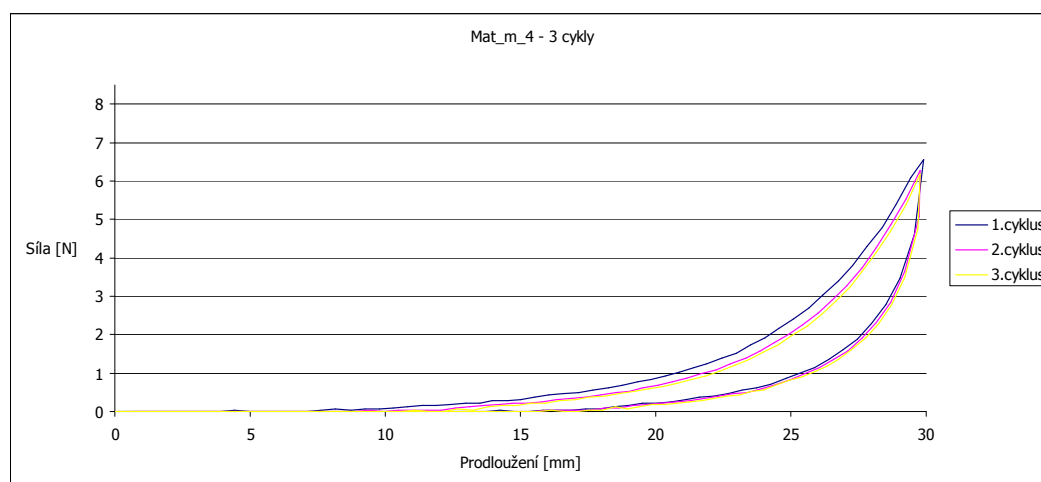


mat\_m\_4

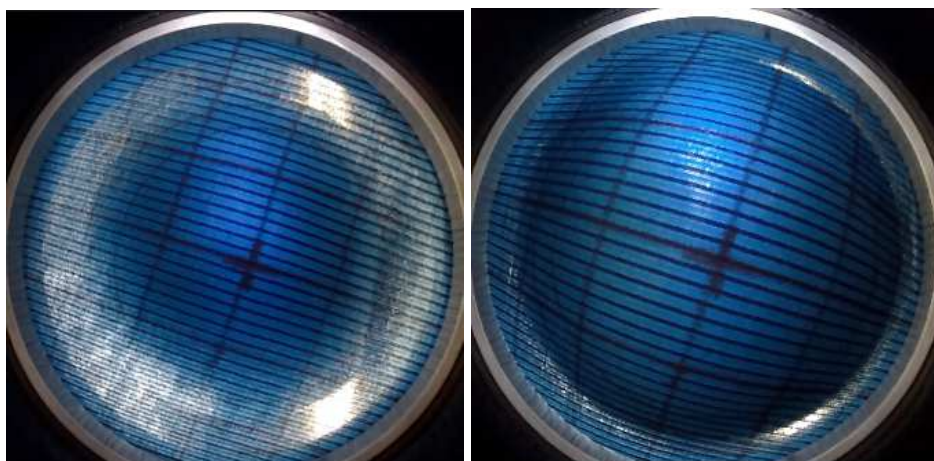


Obr. 117 – Porovnání grafického záznamu

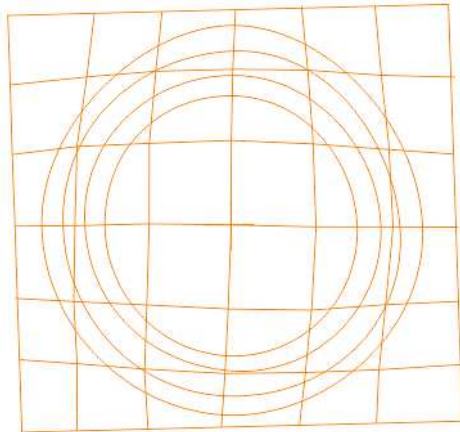
Obr. 118 – Vzorek mat\_m\_4 po testu



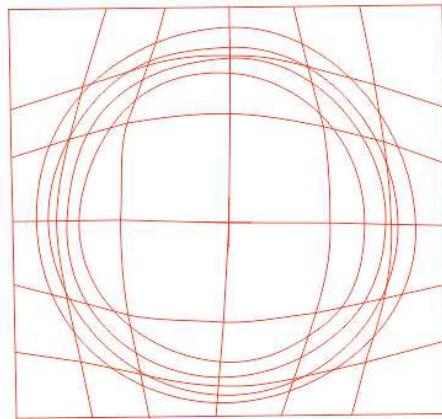
Graf 90 – Průběh měření mat\_m\_4



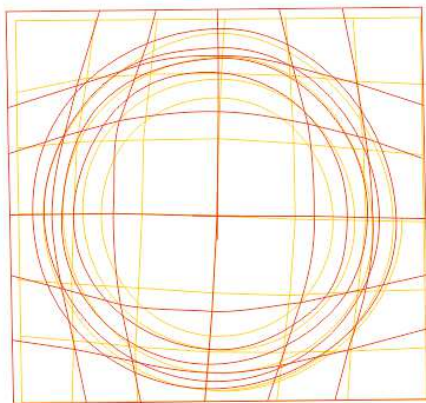
Obr. 119 a Obr. 120 – mat\_m\_5 - testování; obr. 119 před namáháním, obr. 120 maximální namáhání vzorku pomocí polokoule (vrchol 1. cyklu)



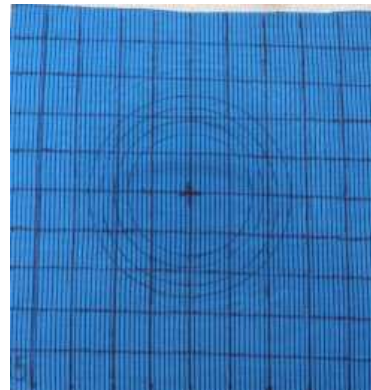
mat\_m\_5



**Obr. 121 a Obr. 122 – Grafický převod vzorku bez deformace a s deformací**

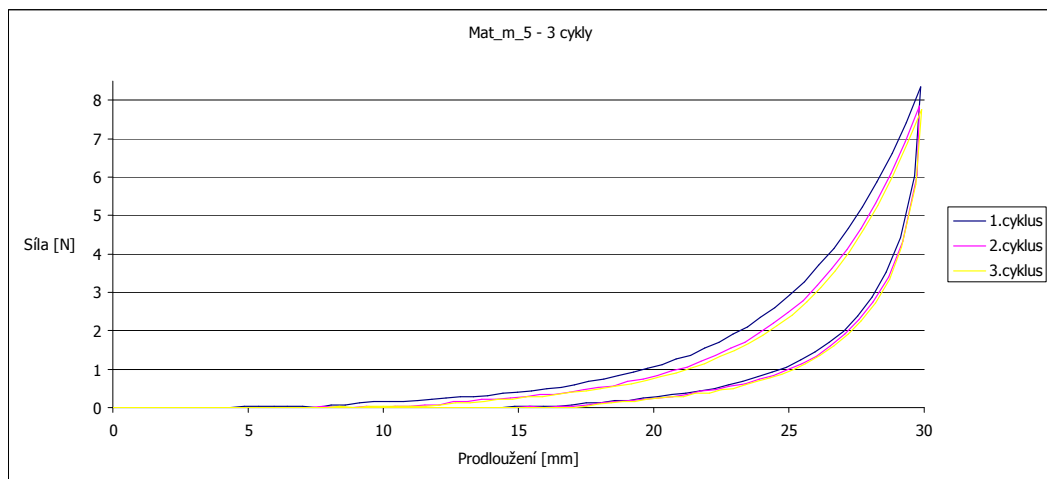


mat\_m\_5



**Obr. 123 – Porovnání grafického záznamu**

**Obr. 124 – Vzorek mat\_m\_5 po testu**



**Graf 91 – Průběh měření mat\_m\_5**

## Příloha 14: STATISTICKÁ DATA - POLOKOULE

mat_m	$\Delta\varepsilon$ [mm]	Fx[N]	Fmax[N]	Fmin[N]	Fx v $\Delta l$ [N]	E [%]
průměr	10	0,65	6,14	0,00	1,02	67
medián	10	0,63	5,88	0,00	1,00	67
modus	8	0,59	5,48	0,00	0,90	72
směrodatná odchylka	1	0,13	1,29	0,00	0,19	5
interval spolehlivosti	1	0,11	1,13	0,00	0,17	4
IS min	9	0,54	5,01	0,00	0,85	62
IS max	11	0,77	7,28	0,00	1,18	71
variační koeficient	2	0,02	1,67	0,00	0,04	22

mat_r	$\Delta\varepsilon$ [mm]	Fx[N]	Fmax[N]	Fmin[N]	Fx v $\Delta l$ [N]	E [%]
průměr	7	2,36	18,36	0,00	3,10	77
medián	7	2,32	17,96	0,00	2,97	78
modus	6	2,69	21,34	0,00	3,69	81
směrodatná odchylka	1	0,20	1,96	0,00	0,31	3
interval spolehlivosti	1	0,18	1,72	0,00	0,27	3
IS min	6	2,19	16,64	0,00	2,83	74
IS max	8	2,54	20,07	0,00	3,38	80
variační koeficient	1	0,04	3,84	0,00	0,10	9

mat_ž	$\Delta\varepsilon$ [mm]	Fx[N]	Fmax[N]	Fmin[N]	Fx v $\Delta l$ [N]	E [%]
průměr	10	2,18	11,73	0,00	3,18	68
medián	10	2,24	12,17	0,00	3,26	67
modus	10	2,27	12,17	0,00	3,42	67
směrodatná odchylka	1	0,12	0,72	0,00	0,22	4
interval spolehlivosti	1	0,11	0,63	0,00	0,20	3
IS min	9	2,08	11,10	0,00	2,99	65
IS max	11	2,29	12,36	0,00	3,38	71
variační koeficient	1	0,01	0,52	0,00	0,05	13

Tab. 33 – Statistika dat vzorků z testování polokoulí

mat_m	PFx v $\Delta l$ [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax[Pa]
průměr	414,83	266,88	0,00	2506,02
medián	406,27	259,00	0,00	2399,62
modus	367,57	239,43	0,00	2234,10
směrodatná odchylka	77,89	52,38	0,00	526,85
interval spolehlivosti	68,27	45,91	0,00	461,79
IS min	346,56	220,97	0,00	2044,23
IS max	483,10	312,78	0,00	2967,81
variační koeficient	6066,39	2743,20	0,00	277569,47

mat_r	PFx v $\Delta l$ [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax[Pa]
průměr	1265,72	964,52	0,00	7487,03
medián	1212,86	947,92	0,00	7327,60
modus	1504,12	1097,62	0,00	8704,55
směrodatná odchylka	127,01	83,56	0,00	799,16
interval spolehlivosti	111,33	73,24	0,00	700,48
IS min	1154,39	891,28	0,00	6786,55

IS max	1377,05	1037,76	0,00	8187,51
variační koeficient	16132,06	6981,99	0,00	638656,27

mat_ž	PFx v ΔI [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax[Pa]
průměr	1298,24	890,90	0,00	4784,18
medián	1329,94	915,53	0,00	4963,55
modus	1393,96	924,34	0,00	4963,55
směrodatná odchylka	91,42	49,04	0,00	294,72
interval spolehlivosti	80,14	42,98	0,00	258,33
IS min	1218,10	847,92	0,00	4525,85
IS max	1378,37	933,89	0,00	5042,51
variační koeficient	8358,43	2404,54	0,00	86859,48

Tab. 34 – Statistika dat vzorků z testování polokoulí

mat_m	PFx v ΔI [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax[Pa]
průměr	414,83	266,88	0,00	2506,02
medián	406,27	259,00	0,00	2399,62
modus	367,57	239,43	0,00	2234,10
směrodatná odchylka	77,89	52,38	0,00	526,85
interval spolehlivosti	68,27	45,91	0,00	461,79
IS min	346,56	220,97	0,00	2044,23
IS max	483,10	312,78	0,00	2967,81
variační koeficient	6066,39	2743,20	0,00	277569,47

mat_r	PFx v ΔI [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax[Pa]
průměr	1265,72	964,52	0,00	7487,03
medián	1212,86	947,92	0,00	7327,60
modus	1504,12	1097,62	0,00	8704,55
směrodatná odchylka	127,01	83,56	0,00	799,16
interval spolehlivosti	111,33	73,24	0,00	700,48
IS min	1154,39	891,28	0,00	6786,55
IS max	1377,05	1037,76	0,00	8187,51
variační koeficient	16132,06	6981,99	0,00	638656,27

mat_ž	PFx v ΔI [Pa]	PFx [Pa]	PFmin [Pa]	PFmax[Pa]
průměr	1298,24	890,90	0,00	4784,18
medián	1329,94	915,53	0,00	4963,55
modus	1393,96	924,34	0,00	4963,55
směrodatná odchylka	91,42	49,04	0,00	294,72
interval spolehlivosti	80,14	42,98	0,00	258,33
IS min	1218,10	847,92	0,00	4525,85
IS max	1378,37	933,89	0,00	5042,51
variační koeficient	8358,43	2404,54	0,00	86859,48

Tab. 35 – Statistika dat vzorků z testování polokoulí