

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



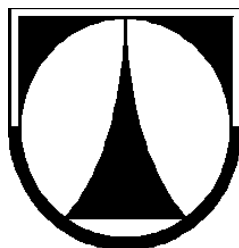
DIPLOMOVÁ PRÁCE

2010

Bc. Miroslava Kvasková

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Katedra textilních technologií

N3106 Textilní inženýrství

Řízení jakosti

Diplomová práce

Téma: Příčné rozměry polyesterové dvojmo skané příze

Name of theme: Lateral dimensions of polyester two fold yarn

KTM - 581

Diplomant: **Bc. Miroslava Kvasková**

Vedoucí práce: **Ing. Bc. Monika Vyšanská, PhDr.**

Počet stran textu: 65

Počet obrázků: 47

Počet tabulek: 17

Počet příloh: 7

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Katedra textilních technologií

Školní rok 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Pro

obor

3106 T textilní technologie

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. O vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Příčné rozměry polyesterové dvojmo skané příze

Zásady pro vypracování

1. Seznamte s definicemi příčných rozměrů dvojmo skané příze dle různých autorů.
2. Zmapujte možnosti měření a popisu příčných rozměrů dvojmo skané příze.
3. Proveďte experiment snímáním podélné pohledů na dvojmo skanou přízi, určete hodnoty příčných rozměrů dvojmo skané příze (D_1 , Max_s , Min_s).
4. Sledujte vliv parametrů dvojmo skaného útvaru na jeho příčné rozměry – pokuste se o regresní modelování.
5. Ověřte existujících vztahy pro popis příčných rozměrů dvojmo skané příze.

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) 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 vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Děkuji Ing. Monice Vyšanské, PhDr., vedoucí diplomové práce, za odborné vedení, usměrňování a trpělivost při zpracovávání.

Moje velké poděkování patří také všem, kteří mě podporovali a vytvářeli vhodnou studijní atmosféru.

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá definováním příčných rozměrů dvojmo skané příze. V teoretické části uvádí do problematiky geometrického popisu dvojmo skané příze, definuje základní parametry důležité pro experiment a rozebírá, jaké jsou možnosti měření těchto charakteristických rozměrů.

V první části experimentu bylo zkoumáno, jak se budou jednotlivé příčné rozměry dvojmo skaných polyesterových přízí vyvíjet v závislosti na zákrutu a seskání.

Na závěr experimentu jsou vypočítány již existující teoretické vztahy a následně porovnány s naměřenými daty charakteristických rozměrů.

Klíčová slova: Dvojmo skaná příze, parametry příze, geometrická struktura příze, podélné pohledy, průměr příze

Anotation

This diploma work focuses on defining the lateral dimensions of the two ply yarn. In the theoretical part it introduces the issue of geometric description of the two ply yarn, defines the basic parameters important for the experiment and shows the possibilities of measuring these characteristic proportions.

The first part of the experiment it was studied, how the various lateral dimensions of the two ply polyester threads develop depending on the twist of yarn and twist take up.

At the end of the experiment there are calculated existing theoretical relationships and subsequently compared with measured data of the characteristic proportions.

Keywords: Two fold yarn, yarn parameters, the geometric structure of the yarn, longitudinal views, diameter of yarn

Seznam použitých zkratek a symbolů

S	zákrutu levého směru [m^{-1}]
Z	zákrutu pravého směru [m^{-1}]
Δl	prodloužení (zkrácení) tělesa [m]
tzv.	takzvaný
viz	k vidění
apod.	a podobně
Obr.	obrázek
tex	jednotka jemnosti
%	procenta
l_s	délka skané příze [m]
l	délka jednoduché příze [m]
Δl	rozdíl délky vzorku před a po rozkroucení příze
n	počet jednoduchých přízí tvořících přízi druzenou (skanou)
T_s	jemnost skané příze [tex]
T_p	jemnost jednoduché příze [tex]
m_p	hmotnost úseku příze [g]
l_p	délka úseku příze [km]
δ	seskání [%]
n	počet jednoduchých přízí tvořících přízi druzenou (skanou)
t_z	počet zákrutů na metr
l	počet zákrutů na metr
t_z	počet zákrutů na metr
R	poloměr šroubovice
S	plocha válce
β	úhel stoupání šroubovice

D_s	substanční průměr příze
ρ	hustota
Kap.	kapitola
Max_s	„silné“ místo na přízi
Min_s	„slabé“ místo na přízi
D_1	průměr válce
β_s	úhel sklonu tečny osy příze k ose skané příze
o	empiricky zjištěná konstanta pro výpočet příčných rozměrů Max_s PES příze
m	empiricky zjištěná konstanta pro výpočet příčných rozměrů Min_s PES příze
$\frac{D_1}{2}$	vzdálenost os jednoduchých přízí v přízi dvojmo skané [m]
D_2	nejkratší kolmá vzdálenost hranic řezu dvojmo skanou přízi
Z_s	konečná zákrutová hustota v přízi po skaní [m^{-1}]
R^2	koeficient determinace
π	Ludolfovo číslo
IN	interní norma
ČSN	česká státní norma
PES	polyester
IS	interval spolehlivosti



Obsah

Úvod	10
1. Teoretická část	11
1.1 Skaní	11
1.1.1 Zákut a zakrucování přízí	12
1.1.2 Seskání přízí	13
1.2 Struktura příze	13
1.2.1 Jednoduchá příze	14
1.2.2 Skaná příze	14
1.3 Základné parametry příze	15
1.3.1 Jemnost jednoduché příze.....	15
1.3.2 Jemnost skané příze	15
1.3.3 Zákut jednoduché příze.....	16
1.3.4 Zákut skané příze.....	17
1.3.5 Seskání	17
1.3.6 Průměr jednoduché příze	17
1.4 Geometrické charakteristiky dvojmo skaných přízí – příčné rozměry	18
1.4.1 Metody měření příčných rozměrů dvojmo skané příze.....	21
1.5 Vláknenný materiál	25
1.5.1 Polyester (PES).....	25
1.6 Teoretické vztahy.....	25
2. Experimentální část	28
2.1 Popis použitého materiálu.....	28
2.2 Postupy měření.....	28
2.2.1 Měření zákutů	28
2.2.2 Měření podélných pohledů systému obrazové analýzy NIS Elements	29
2.3 Vliv parametrů dvojmo skané příze na její příčné rozměry	33
2.3.1 Vliv zákutů na příčné rozměry	34
2.3.2 Vliv seskání na příčné rozměry.....	39
2.4 Porovnání teoretických vztahů a experimentálních hodnot.....	44
3. Závěr	61
4. Literatura	63
5. Přílohy	65



Úvod

Příze jako polotovar je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňující konečné zpracovatelské a užitné vlastnosti produktu. Analýza vlastností skaných přízí je složitým úkolem, hlavně vzhledem k objasnění příčin chování příze. Složitost vyplývá z použitých přízí, kterých variabilita je významná v mnohých vlastnostech. Technologie výroby příze navazuje na charakteristické znaky použitelného vlákenného materiálu na požadovanou strukturu a vlastnosti příze.

Na základě geometrických charakteristik dvojmo skané bavlněné příze jsou popsány její parametry (jemnost, zákrut, průměr příze a seskání), které je nutné zjistit pro samotnou tvorbu teoretických vztahů.

Hlavním cílem práce je zjistit, zda a proč ovlivňují tyto parametry charakteristické rozměry dvojmo skané polyesterové příze. Hodnocení těchto faktorů úzce souvisí s dalším důležitým bodem, kterým je porovnání naměřených experimentálních rozměrů Min_s , Max_s , D_1 s vypočítanými teoretickými vztahy. V literatuře bylo nalezeno pět již existujících vztahů, z toho první čtyři se použily pro zjištění příčných rozměrů polyesterové dvojmo skané příze různých jemností a míře zakroucení. Změny charakteristických rozměrů jsou následně diskutovány.

1 Teoretická část

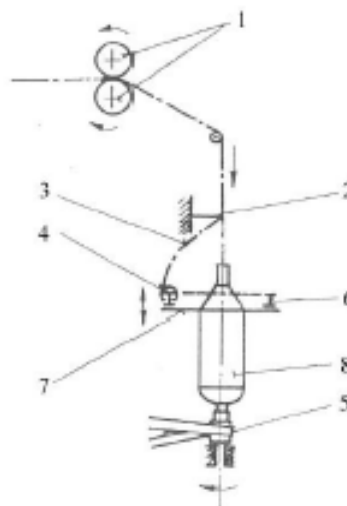
1.1 Skaní

Pod pojmem skaní rozumíme spojování dvou nebo více jednoduchých přízí zakrucováním. Při slovním vyjádření počtu jednoduchých přízí, ze kterých se skaná příze skládá, se používá názvu např.: dvojmo skaná nit, trojmo skaná nit.

Skaní probíhá v technologickém sledu po dopřádání. Výjimku tvoří pouze předeno-skací systém, kde probíhá dopřádání a skací proces prakticky současně. Skaní se realizuje na skacích strojích, kde jsou nezbytné následující skací funkční skupiny: zařízení pro uložení předlohy, podávací ústrojí, zakrucovací ústrojí, navíjecí ústrojí. Mezi nejběžněji používané skací stroje patří prstencové, dvouzákrutové a stroje stupňového skaní (předskací, doskací).

Skáním docílíme zejména zvýšení pevnosti, zvýšení tažnosti, pružnosti, hladkosti a zvýšení hmotové nestejnomy. Skaná příze se dále vyznačuje vyšší odolností v oděru, efektivním provázáním povrchových vláken, vyšší tuhosti v ohybu, nižší splývavosti a žmolkovitosti. Mimo to se provádí skaní tehdy, máme-li dodat určitých strukturálních, barevných nebo objemových efektů. [1].

- 1...podávací ústrojí,
- 2...vodič,
- 3...balón,
- 4...běžec,
- 5...náhon vřeten,
- 6...prsteneč,
- 7...prstencová lavice,
- 8...potáč s návinem



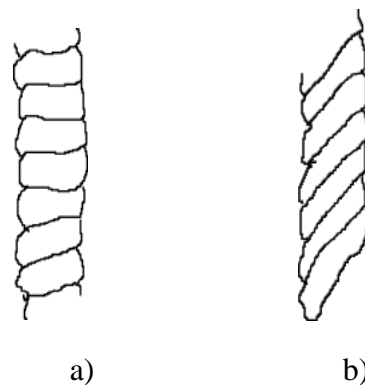
Obr. 1.: Schéma prstencového skacího stroje [1]

1.1.1 Zákrut a zakrucování přízí

Zakrucováním svazku vláken rozumíme vzájemné natočení jeho příčných průřezů kolem podélné osy produktu, přičemž směr natočení je po celé délce produktu stejný. Zákrutem označujeme vzájemné ovinutí vláken v přízi. Při předení nebo skaní se tím zvyšuje tření mezi vlákny a tím i pevnost. U skaných přízí se získává také vyšší stejnoměrnost [2].

Zákrut příze je počet ovinů vztažených na jednotkovou délku příze. Souvisí s jemností příze, průměrem příze a zaplněním. Obecně platí, že jemnější příze mají nižší počet vláken v průřezu, menší průměr a jsou předeny většinou s vyšším zákrutem. Se zvyšováním zákrutů jsou vlákna více stlačována, zaplnění roste a průměr se zmenšuje.[3]

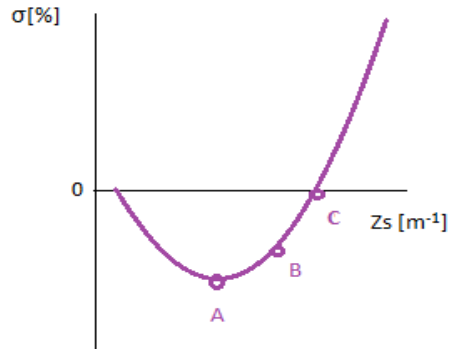
Směr a úhel zákrutu jsou dva nejdůležitější faktory zakrucování. Zákrut může být ve směru nebo proti směru hodinových ručiček. Tyto směry jsou známy jako S – zákrut, nebo Z – zákrut viz Obr. 4. Nízký úhel způsobí, že jsou příze měkké a objemné Obr. 2 a) naopak vysoký úhel vyprodukuje silnější a tvrdší přízi viz Obr. 2 b) [4].



Obr. 2: Vliv úhlu zákrutů a) nízký úhel, b) vysoký úhel

1.1.2 Seskání přízí

Vyjadřuje míru zkrácení vlivem zakrucování útvaru příze [5].



Obr. 3: Průběh seskání

Z nulového bodu do bodu A, což je vrchol křivky dochází k rozkrucování předních zákrutů. V tomto úseku se projevuje větší vliv prodlužování jednoduchých přízí, než zakrucování skané příze vlivem tvorby ovinů. V bodě A jsou si obě složky rovny.

V bodě B je ukončeno rozkrucování a zvyšováním skacích zákrutů dochází k specifickému případu skaní souhlasným skacím zákrutem. V bodě B mají vlákna v jednoduché přízi nulový počet zákrutů, vzhledem k ose jednoduché příze v přízi skané.

V bodě C je délka skané příze rovna délce sdužené příze a seskání je rovno 0. Od toho bodu se zvyšováním zákrutů skaná příze zakrucuje $\sigma < 1$. [6]

1.2 Struktura příze

Příze je popsána jako základní útvar, představuje délkovou textilií, složenou ze spřádatelných vláken, zpevněných zákrutem. Při přetrhu příze dochází k přetrhu jednotlivých vláken. Každý druh příze má určité vlastnosti, které jsou dány zvláštností dané suroviny použité při výrobě a charakterem technologie zpracování. Podle počtu operací se příze dělí na jednoduché a příze skané [7].

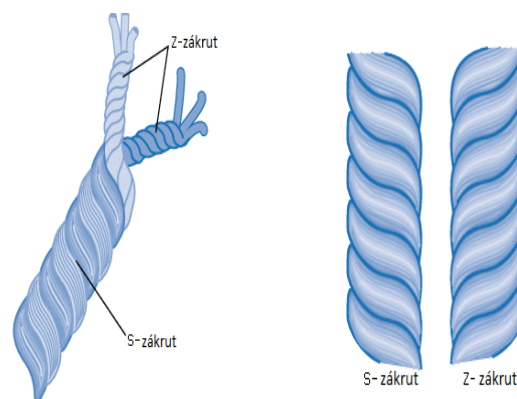
1.2.1 Jednoduchá příze

Délková textilie ze spřádatelných vláken zpevněná zákrutem při předení. Při napínání příze dochází k přetržení vláken. [5]. Po uvolnění zákrutů se příze rozpadá na jednotlivá vlákna[2].

1.2.2 Skaná příze

Příze vyrobené ve dvou operacích. V první se vypřede příze jednoduchá, ve druhé operaci se dvě nebo více přízí (nití) jednoduchých seskává do skané příze. Skaná příze má většinou opačný směr zákrutu než příze jednoduchá [2]. Jakmile jsou obě jednoduché příze a finální skaná příze zakroucené v jednom směru, vlákno je pevnější, vyrobená tkanina tvrdší se sníženou ohebností. [8]. Vlastnosti skané příze jsou uvedeny v kapitole 2.1. Odstraněním skacího zákrutu se nit rozpadá na dvě nebo více nití jednoduchých.

Skané nitě mohou být znovu skány, tomuto skaní se říká vícestupňové skaní. Jednostupňová či vícestupňová skaná nit se vyznačuje tím, že má nehmotnou osu, jednoduché nitě stejné délky, nekruhový radiální průřez [9].



Obr. 4: Skaná příze [8].

1.3 Základné parametry příze

1.3.1 Jemnost jednoduché příze

Jemnost T vyjádříme poměrem hmotnosti na jednotku délky. Nejběžněji používanou jednotkou jemnosti je 1 tex, ten vychází z poměru hmotnosti úseku příze m [g] a jeho délky l [km] [10].

$$T_p = \frac{m_p}{l_p} \quad (1)$$

T_p ... jemnost jednoduché příze [tex]

m_p ... hmotnost úseku příze [g]

l_p ... délka úseku příze [km] [10].

Tento vztah platí pro experimentální zjišťování jemnosti příze. Chceme-li vypočítat jemnost skané příze z jemností přízí jednoduchých, musíme zohlednit zkrácení těchto přízí tzv. seskání [5].

1.3.2 Jemnost skané příze

$$T_s = nT \frac{100}{100 - \delta} \quad (2)$$

T_s ... jemnost skané příze [tex]

T ... jemnost jednoduché příze [tex]

δ ... seskání [%]

n ... počet jednoduchých přízí tvořících přízi druzenou (skanou) [11].

1.3.3 Zákrut jednoduché příze

Příze tvoří válec o průměru d , osy vláken tvoří soustavu souosých šroubovic na obecných poloměrech $r \in (0; d/2)$. Vlákná jsou válcová a jejich průřezem je kruh o poloměru d_e a ploše s . Výška stoupání šroubovice je rovna $1/Z$. Mezi úhlem stoupání šroubovice β obecného vlákna a zákrutem Z (počet ovinů na jednotku délky) platí vztah (3), pro jednoduchou přízi, viz Obr. 5. [12].

$$\operatorname{tg} \beta = 2\pi Z r \quad (3)$$

r ... poloměr

β ... úhel stoupání šroubovice

Intenzita zákrutu:

$$K = \pi D Z \quad (4)$$

k ... intenzita zákrutu

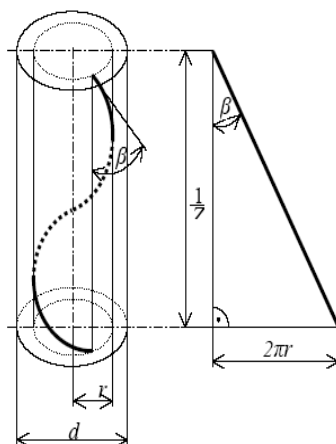
π ... Ludolfovo číslo

D ... průměr válce

Z ... zákrut válce [m^{-1}]

Koechlinův zákrutový koeficient:

$$\alpha = Z T^{1/2} = \sqrt{\mu \rho} / \sqrt{4\pi} \quad [\text{m}^{-1} \text{ tex}^{-1/2}] \quad (5)$$



Obr. 5: Šroubovice vlákna na obecném poloměru r [12].



1.3.4 Zákrut skané příze

$$t_z = \frac{1000z}{l} \quad (6)$$

t_z ... počet zákrutů na metr

l ... délka zkušební vzorku před rozkroucením [m]

z ... počet zákrutů zjištěný u zkušební vzorku [13].

1.3.5 Seskání

Seskání δ je možné vyjádřit jako podíl mezi zkrácenou délkou příze l_s a původní délkou l vyjádřené v [%] dle vzorce (7).

$$\delta = \frac{l - l_s}{l} 100 \quad (7)$$

δ ... seskání [%]

l_s ... délka skané příze [m]

l ... délka jednoduché příze [m] [5].

1.3.6 Průměr jednoduché příze

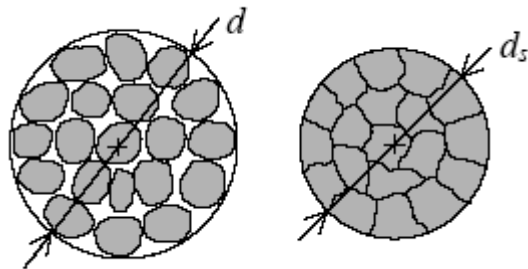
V případě, že by byla vlákna stlačena do homogenního válce, platil by pro průměr příze vztah (8).

$$D_s = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4T}{\pi\rho}} \quad (8)$$

- kde D_s se nazývá substančním průměrem.

Vlastní příze tedy svým tvarem připomíná válec a její příčný rozměr je důležitou složkou z hlediska dalších mechanicko – technologických vlastností.

Skutečná příze není homogenním válcem. Mezi vlákny se vyskytují vzduchové mezery, hustota stěsnání vláken po průřezu není rovnoměrná. Neexistuje jednotná a jednoznačná definice průměru příze D . Průměr příze D je tedy smluvní hodnotou a vztahuje se vždy k dané experimentální [13].



Obr. 6: Průměr příze D a substanční průměr příze D_s [12]

1.4 Geometrické charakteristiky dvojmo skaných přízí – příčné rozměry

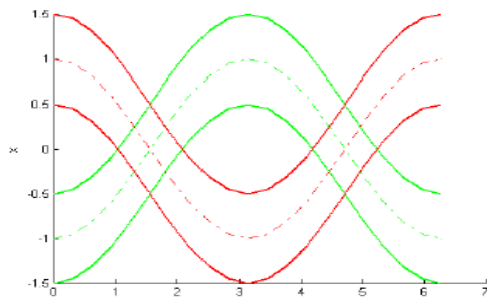
Relativná pravidelnost dvojmo skané příze vzniká seskáním přízí jednoduchých. Tvar těla jednoduché příze se pro zjednodušení popisuje jako válec o přesně definovaném průměru. Jedná se tedy o zakroucení dvou válců vzájemně okolo sebe. Osa takového válce pak v prostoru tvoří šroubovici popsanou následujícím vektorem (9). Na jeho základě je možno pro lepší představu chování jednoduché příze znázornit dvě šroubovice, Obr. 7.

$$\vec{s} = (a \cos(x), a \sin(x), bx), \quad (9)$$

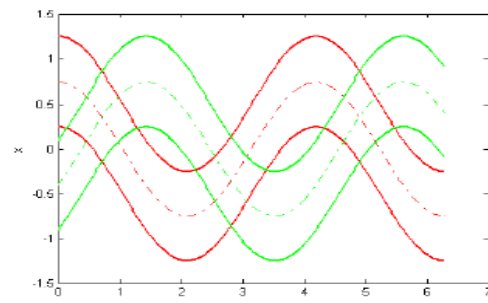
kde x [rad]... velikost otočení

a [m]... poloměr válcové plochy, na níž leží šroubovice

b [m]... redukovaná výška závitů šroubového pohybu.



a)



b)



c)



d)

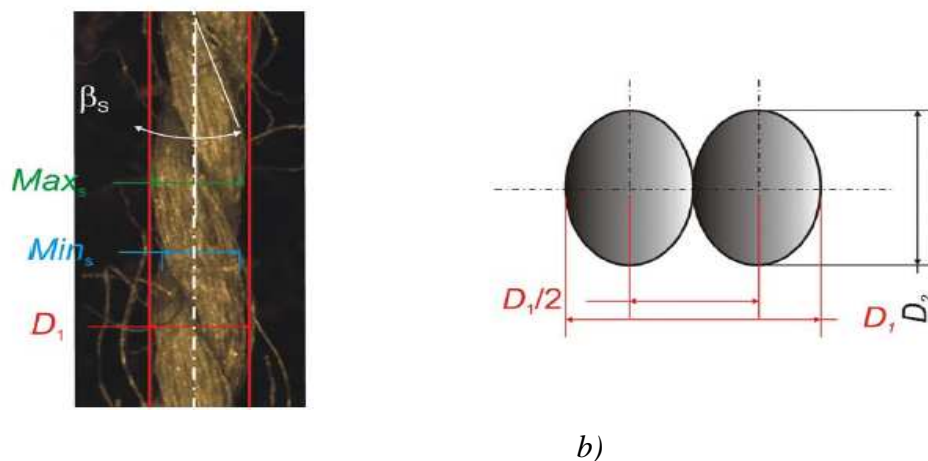
Obr. 7: Schematické znázornění a) extrémní a b) reálné polohy os přízí jednoduchých v přízi dvojmo skané, c)- d) korespondující reálné příže

Popsání situace na obrázcích:

- a) c) nastává při velmi nízkých skacích zákrutech,
- b) d) běžná poloha přízí jednoduchých, mění se změnou počtu skacích zákrutů. Perioda goniometrické funkce se zkracuje a hodnota amplitudy se snižuje.

Definice parametrů:

- Max_s – nejdelší kolmá vzdálenost mezi hranicemi těla příže
- Min_s – nejkratší kolmá vzdálenost mezi hranicemi těla příže
- D_1 – skutečný průměr nejmenšího válce, do kterého se dvojmo skaná příže vejde
- β_s – úhel svírající osu jednoduché příže s osou dvojmo skané příže

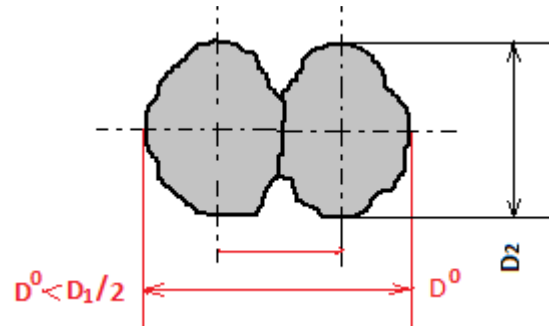


Obr. 8: a) Reálná příze s vyznačenými rozměry Max_s , Min_s , D_1 , úhlem β_s , b) půdorys modelu dvojmo skané příze

Při podélném pohledu se dvojmo skaná příze jeví jako útvar, u něhož se pravidelně střídají „silná“ a „slabá“ místa.

Parametr D_1 představuje skutečný rozměr nejmenšího válce, do něhož se dvojmo skaná příze vejde. V extrémním případě je rozměr D_1 roven Max_s . V ostatních případech je D_1 větší než Max_s . Tento třetí parametr D_1 definuje dvojmo skanou přízi jako prostorové těleso – aproximované do tvaru válce. Slouží jako konstrukční parametr, kdy pro symetricky skanou přízi určuje poměr $D_1/2$, vzdálenost os jednoduchých přízí v přízi dvojmo skané. Poslední, doplňující rozměr dvojmo skané příze označujeme jako D_2 - nejkratší kolmá vzdálenost hranic řezu dvojmo skanou přízí [14].

Tento jev však může nastat pouze při idealizovaném tvaru řezu skané příze. Obr. 9. znázorňuje skutečný tvar řezu skané příze, kdy je $D^0 < D_1/2$ [15].



Obr. 9: Skutečný tvar řezu skané příze

Úhel, který svírá osa jednoduché příze s osou dvojmo skané příze, se nazývá β_s , viz Obr. 5. Výpočet je analogický k vyjádření úhlu sklonu vlákna na povrchu jednoduché příze k její ose.

$$\tan \beta_s = \pi \cdot Z_s \cdot D_1 / 2 \quad (10)$$

kde... Z_s [1/m] skací zákrut [15]

1.4.1 Metody měření příčných rozměrů dvojmo skané příze

Kapitola se zaměřuje na správný geometrický popis dvojmo skané příze u parametru Max_s , Min_s , D_1 a D_2 , které počítají se šroubovicovým útvarem, způsobeným skacím procesem.

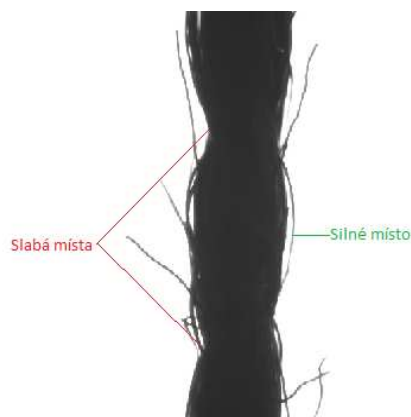
Metoda snímání podélných pohledů

Snímání obrazů a jejich analýza se zpracovává podle interní normy [16].

Tato metoda se používá pro měření příčných rozměrů dvojmo skané příze a průměru příze jednoduché. Využívá mikroskop s kamerou a software obrazové analýzy NIS Elements pro získání obrazu v procházejícím světle, které se posléze vyhodnotí ve skriptu skana_podelny.m“v prostředí MatLab. Výsledkem jsou grafické a datové výstupy pro získání charakteristických hodnot Min_s , Max_s , parametr D_1 , které nalezne program vyhledáním nejbližšího a nejvzdálenějšího bodu těla příze vzhledem k počátku souřadnicového systému. Tato metoda byla použita pro experimentální část této diplomové práce v kapitole 2 [17].

Snímání obrazů

Při snímání podélných pohledů jednoduché a dvojmo skané příze je podmínkou správné umístění příze pod objektiv mikroskopu tak, aby byly příze na monitoru dokonale svisle či vodorovně. U příze dvojmo skané je nutné ještě dodržet restrikcí umístění těla pod vhodný mikroskop tak, aby na monitoru PC bylo minimálně jedno „silné“ a jedno „slabé“ místo těla dvojmo skané příze, Obr. 10 [17].



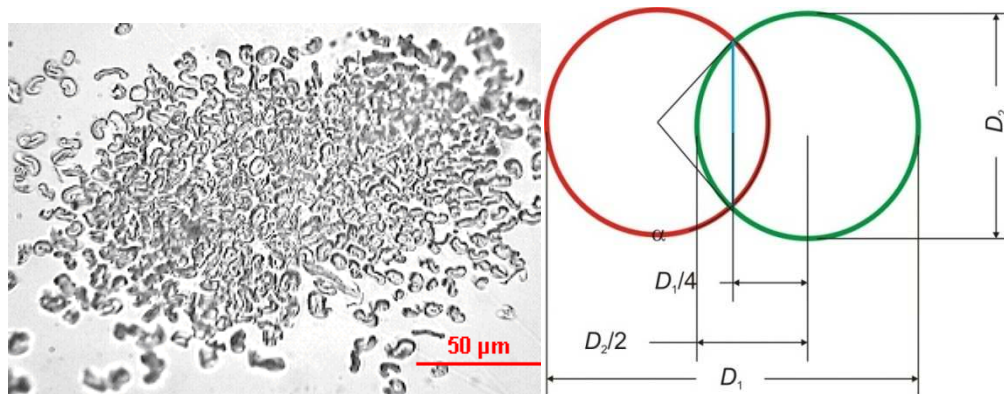
Obr. 10: Ukázka správně sejmutého obrazu dvojmo skané příze

Metoda příčných řezů

Podstatou zkoušky je snímání řezů přízí jednoduchou a dvojmo skanou. Pomocí této metody lze určit rozměr D_1 , D_2 dvojmo skané příze, nejdelší a nejkratší kolmou vzdálenost řezu jednoduché příze, ekvivalentní průměr jednoduché příze, kruhovitost a ovalitu jednoduché příze, kruhovitost, ovalitu a dvou-kruhovitost dvojmo skané příze, poměr nejkratšího a nejdelšího rozměru jednoduché příze, poměr D_2/D_1 dvojmo skané příze, chování ekvivalentního průměru jednoduché příze vzhledem k D_1 a D_2 dvojmo skané příze .

Při této metodě jsou řezy snímány světelným mikroskopem a jejich obrazy ukládány v systému obrazové analýzy NIS Elements. Aby byl řez rovnoměrně zpracován následnými morfologickými operacemi, je důležité důkladné zaostření na celý řez, který je dokonale kolmý k ose příze. Obrazy z jedné příze musí být snímány

pod shodným objektivem, při zachování shodného nastavení kamery a shodném zvětšení, jinak by nemohly být dále zpracovány. S řezy přízí dvojmo skanou jsou zároveň prováděny i řezy přízí jednoduchou, z níž byla dvojmo skaná příze vyrobena. Obrazy jsou následně zpracovány v systému MatLab, ve vhodném formátu jpg [18].



a)

b)

Obr. 11: a) Ukázka řezu dvojmo skanou přízí se zřetelnou hranicí dvou původních jednoduchých přízí, b) schéma dvou kruhů představujících dvojmo skanou přízi [18]

Metoda měření chlupatosti na obrazové analýze

Poloměr příze je definován jako vzdálenost od osy příze v mm, která odpovídá hodnotě 50% funkce chlupatosti. Průměr příze je dvojnásobkem této vzdálenosti. Podstatou zkoušky je snímání podélných pohledů na přízi s cílem stanovit průměr příze a celkovou chlupatost příze. Metoda není vhodná pro měření skané příze.

Zpracování se provádí v programu Matlab.

- v načtení obrazu se provede náhodný výběr jednoho řádku pixelů
- načtení hodnot světlostí jednotlivých pixelů řádku do jednosměrné matrice – provedení řezu
- provedení matrice na binární (černá – vlákno, bílá – pozadí)
- určení osy příze
- přičtení binární matice do součtové [19]



Obr. 12: Měření chlupatosti příze [19]

Metoda úseček

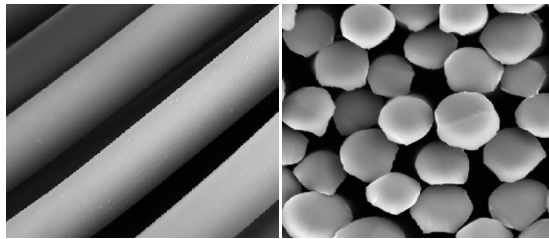
Na Obr. 13 je znázorněn postup metody úseček, kde je náhodně měřená kolmá vzdálenost hraničních bodů těla skané příze [20]. U této metody je subjektivní přístup, který může být ovlivněn chybou měřitele.



Obr. 13: Ukázka měření metodou úseček

1.5 Vláknenný materiál

1.5.1 Polyester (PES)



Obr. 14: Polyester –podélný a příčný pohled [21]

Polymer vzniká chemickou reakcí (polykondenzací) ze dvou vstupních komponent, ze kterých je vyroben polykondenzát, který se zvlákňuje z taveniny do šachty, následně dluží, popřípadě sdružuje do kabelu, který se dále řeže na stříž, nebo trhá na trhanec. Vznikají různě jemná, profilovaná, popřípadě bikomponentní vlákna. Polyester je ve srovnání s polyamidem relativně tuhé vlákno. Používá se ve směsích s bavlnou, vlnou, VS stříží do mykaných a česaných přízí. Zvyšuje tuhost výrobku a snižuje jeho mačkavost. Má velmi nízkou sorpci [22].

1.6 Teoretické vztahy

V této kapitole jsou uvedeny jednotlivé teoretické vztahy sloužící k matematickému výpočtu teoretických parametrů dvojmo skané příze.

Teoretický vztah (1*)

Tento teoretický vztah je vztahem intuitivním, kde průměr skané příze je průměrem mezi nejširším a nejužším místem těla skané příze. Parametr Min_s pravděpodobně počítá s deformací původního průřezu jednoduché volné příze v přízi skané.

$$Min_s / Max_s = \frac{2D_j + \sqrt{2D_j}}{2}, \text{ kde} \quad (11)$$

$$Max_s = 2D_j \quad (12)$$

$$Min_s = \sqrt{2D_j} \quad (13)$$

Teoretický vztah (2*)

Vztah (2*) se opírá o stejnou teorii jako vztah předchozí, s tím rozdílem, že je odlišně definován minimální rozměr průměru skané příze, počítá s úhlem sklonu vlákna $\cos \beta$.

$$Min_s / Max_s = \frac{2D_j + \frac{D_j}{\cos \beta_s}}{2}, \text{ kde} \quad (14)$$

$$\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\pi \left(\frac{D_j}{2} \right) Z_s \right)^2}} \quad (15)$$

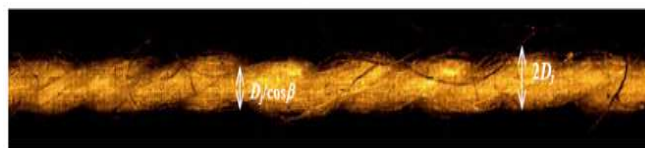
$$Max_s = 2D_j \quad (16)$$

$$Min_s = \frac{D_j}{\cos \beta_s} \quad (17)$$

D_j průměr jednoduché příze [μm]

$\cos \beta$ úhel sklonu vlákna

Z_sskací zákrut [m^{-1}]



Obr. 15: Podélný pohled na skanou přízi s předpokládanými obecnými rozměry.

Teoretický vztah (3*)

Tento vztah je upraven o seskání přízí δ . Vychází z teoretického vztahu (1*). Konstanty o , m byly v této diplomové práci empiricky vypočítány pro polyesterové skané příze. Vztahy pro výpočet těchto mocnin jsou v příloze č. 7.

$$Max_s = 2D_j(1 - \delta)^o \quad (18)$$

$$Min_s = \sqrt{2}D_j \left(\frac{1}{|\delta \cdot 100|} \right)^{1/m} \quad (19)$$

kde o konstanta o hodnotě 7,82

m konstanta o hodnotě 22,24

δ ... seskání [%]

D_j ...průměr jednoduché příze

Teoretický vztah (4*)

Tento teoretický vztah počítá s úhlem sklonu vlákna k ose příze. Slouží k výpočtu příčného rozměru D_1 .

$$D_1 = 2D_j \cdot \cos \beta \quad (20)$$

Teoretický vztah (*5)

Poslední vztah vychází ze vztahu pro výpočet průměru jednoduché příze. Jelikož počítá se zaplněním, které nebylo měřeno, tento vztah nebude v práci použit.

$$D_1 = \sqrt{\frac{4T_s}{\pi\rho\mu_s}}$$

$$T_s \dots \text{jemnost skané příze} \quad (21)$$

μ ...zaplnění příze

ρ ...měrná hmotnost vláken

2. Experimentální část

Tato část diplomové práce je rozdělená do několika částí. Nejdřív se zaměřuje na popis použitého materiálu, postupy měření a popis měřících zařízení. V další části jsou sledovány parametry, které mají důležitý vliv na charakteristické rozměry. Jedná se o zákrut a seskání. Chování charakteristických rozměrů dvojmo skané příze při změně jemnosti a změně skacích zákrutů je popsáno v poslední části.

2.1 Popis použitého materiálu

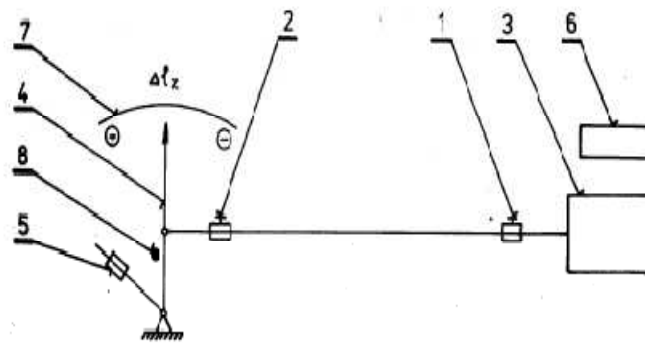
Pro všechny experimentální měření byly použity PES příze o čtyřech různých jemnostech 2x20; 2x25; 2x29,5; 2x35,5, míra zakroucení se pohybovala od 209,5 m⁻¹ do 574,16 m⁻¹ viz. přílohy č. 1 – 4.

Vzorky se odebírají v laboratorních podmínkách dle normy ČSN 80 0070. Před měřením je důležité nechat cívky s přízemi 24 hodin v klimatizované komoře při vlhkosti vzduchu 65 % a teplotě 22 ± 2 °C.

2.2 Postupy měření

2.2.1 Měření zákrutů

Množství zákrutů bylo zjišťováno pomocí zákrutoměru, přímou metodou dle ČSN EN ISO 2061 [23]. Počet zkušebních vzorků byl 25 pro každou jemnost příze. Počet zákrutů je vyjádřen v zákrutech na metr ze vztahu (6).



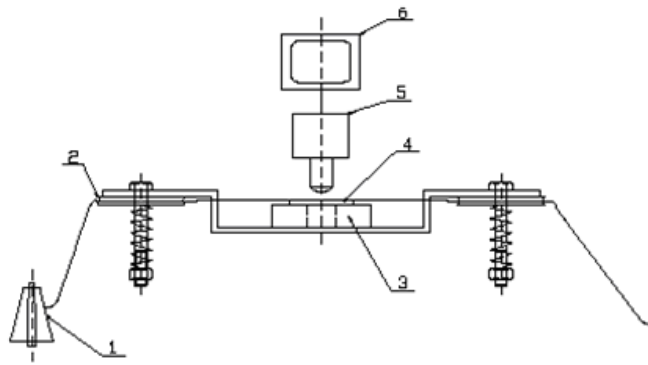
Obr. 16: Schéma zákrutoměru [24]

1 – otočná čelist, 2 – výkyvná čelist, 3 – motorek s regulací otáček, 4 – výkyvné rameno spojené s čelistí 2 a 5 – předpětí, 6 – displej, 7 – stupnice změn délky zkoušené nitě, 8 – zarážka výkyvného ramene – omezovač

2.2.2 Měření podélných pohledů systému obrazové analýzy NIS Elements

Pro zjišťování příčných rozměrů jednoduché a dvojmo skané příze, byla zvolena metoda podélných pohledů, která je popsána v kapitole 2.4.1. Princip snímání pohledů na přízi jednoduchou a dvojmo skanou je v podstatě shodný, až na rozdílnou strukturu a tvar přízí.

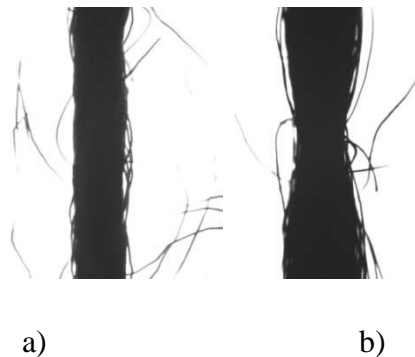
Připravený materiál je navedený do mostového vodiče, který je připevněný na stolek mikroskopu, aby mohla být snímána v napnutém stavu. Měřená příze je vložena na sklíčko pod objektivu mikroskopu, je navoleno zvětšení a nastavena kalibrace. Následně zajistíme spodní osvětlení, zaostření a správné uložení příze, aby na monitoru PC bylo vidět minimálně jedno „silné“ a jedno „slabé“ místo těla dvojmo skané příze. Poloha příze musí být dokonale svislá či vodorovná.



Obr. 17: Schéma snímacího zařízení [16]

1. cívka s přízí 2. kotoučová brzdička 3. mostový vodič 4. objektiv mikroskopu 5. kamera 6. monitor počítač

Před zpracováním obrazů v systému MatLab je potřebné obrazy překontrolovat a špatné (rozmazané, nakřivo) odstranit. V systému obrazové analýzy se doporučuje snímat ve formátu *.jpg, pokud tak nebylo učiněno, je nutné obrazy překonvertovat.



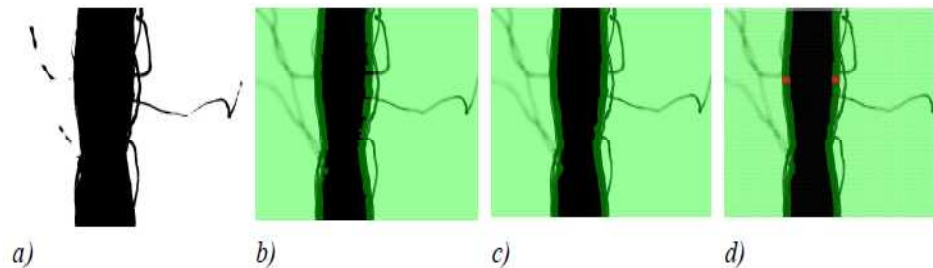
Obr. 18: Příklad správně sejmutého obrazu a) jednoduché a b) dvojmo skané příze

Postup zpracování souborů s obrazy podélných pohledů na přízi v prostředí MatLab

Zpracování obrazů podélných pohledů ve skriptu „Skana_podelny“ je stejné jak pro přízi jednoduchou, tak pro dvojmo skanou. Rozdíl je jenom v počátku vyhodnocování, kde se ve skriptu spustí program, pro kterou bude zpracování probíhat.

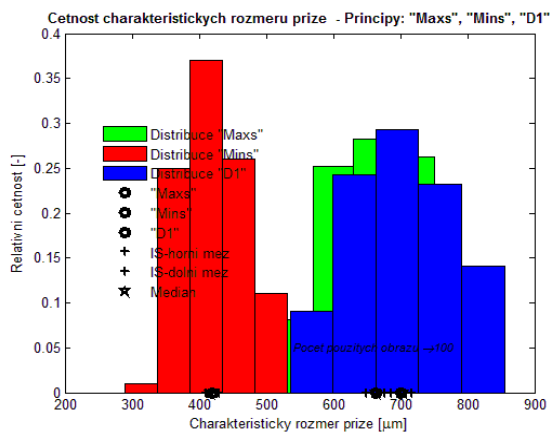
Zpracování obrazů dvojmo skané příze

Připravené barevné obrazy podélných pohledů dvojmo skané příze jsou načteny programem a na každém z nich probíhají následující operace.

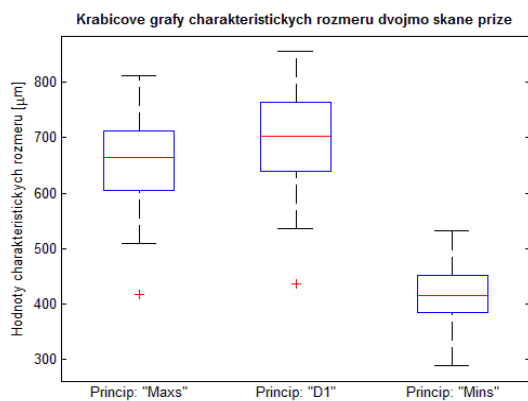


Obr. 19: Znárodnění morfologických operací prováděných na obraze: a) binární obraz, b) lineární dilatace, c) uzavření, d) otevření (morfologické operace probíhají na binárním obraze)

1. Segmentace barevného obrazu přes šedý na binární – příze je ponechána jako pozadí (černé) a pozadí jako objekt (bílé).
2. Každý řádek každého obrazu je dilatován lineárním strukturním elementem (SE). Doporučovaná délka je 51 pixelů, která by měla spolehlivě zničit nejdelší chlupy příze. U velmi jemných přízí se osvědčuje SE 11 pixelů.
3. Dále je prováděno uzavření a otevření za pomoci SE ve tvaru disku o poloměru 5 pixelů, Obr. 19 c) – d). Tyto operace vyčistí obraz a zároveň vytvaruje tělo příze.
4. V každém řádku obrazu jsou nalezeny x souřadnice okrajů těla příze (minimální a maximální), od nich je popořadě odečtena a přičtena $\frac{1}{2}$ délky SE.
5. Rozdílem x souřadnic je v každém řádku nalezena šířka těla příze. V každém obraze je nalezen nejdelší spojitý řádek – Max_s , nejkratší spojitý řádek – Min_s a nejbližší a nejvzdálenější bod těla příze vzhledem k počátku souřadnicového systému – D_1 .
6. Pro všechny tři parametry je vypočtena střední hodnota, směrodatná odchylka, intervaly spolehlivosti. Vše je po výpočtu uloženo do datového souboru výstupy_skana.mat.
7. Součástí výstupu jsou histogramy, Obr. 20 a krabicové grafy, Obr. 21.[25]



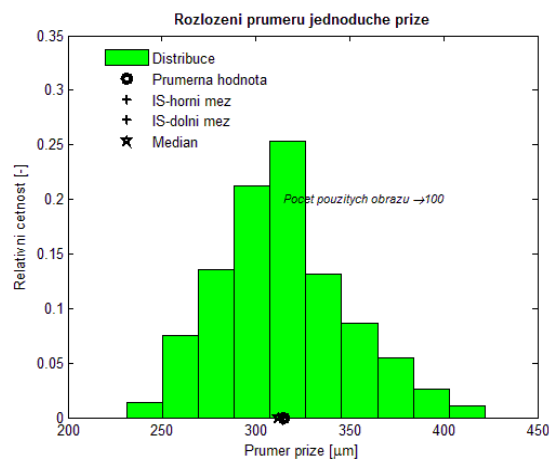
Obr. 20: Histogram dvojmo skané příze PES – 2 x 20 tex



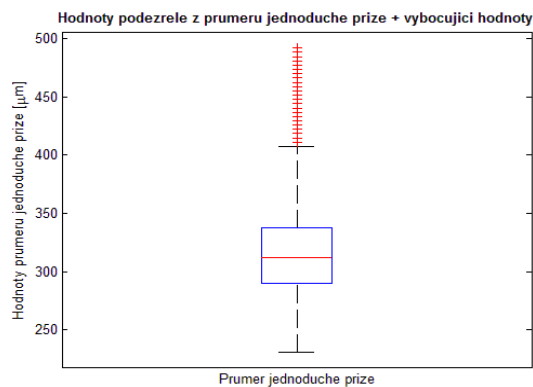
Obr. 21: Krabicový graf dvojmo skané příze PES – 2 x 20 tex

Zpracování obrazů jednoduché příze

Princip vyhodnocování jednoduché příze se shoduje s bodem 4 a výše viz v předchozí kapitole. Datové výsledky jsou uloženy do souboru výstupy_jednoducha.mat, kde jsou vypočteny průměry a příslušná statistika a vykreslen krabicový graf a histogram rozložení průměru jednoduché příze, viz Obr. 22, 23.[25]



Obr. 22: Histogram jednoduché příze PES – 20 tex

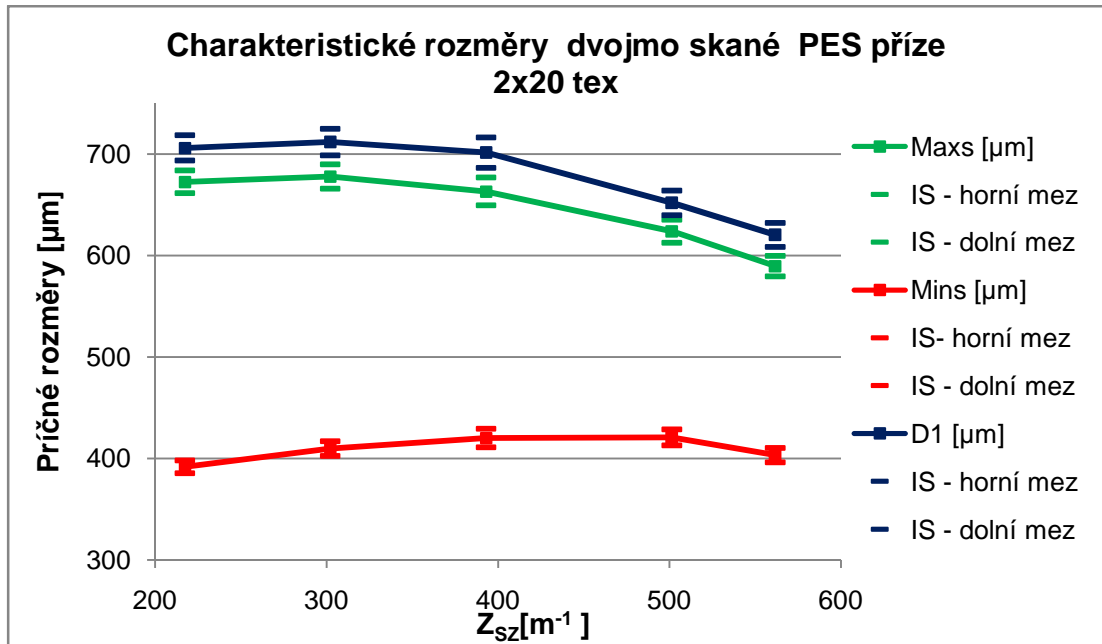


Obr. 23: Krabicový graf jednoduché příze PES - 20 tex

2.3 Vliv parametrů dvojmo skané příze na její příčné rozměry

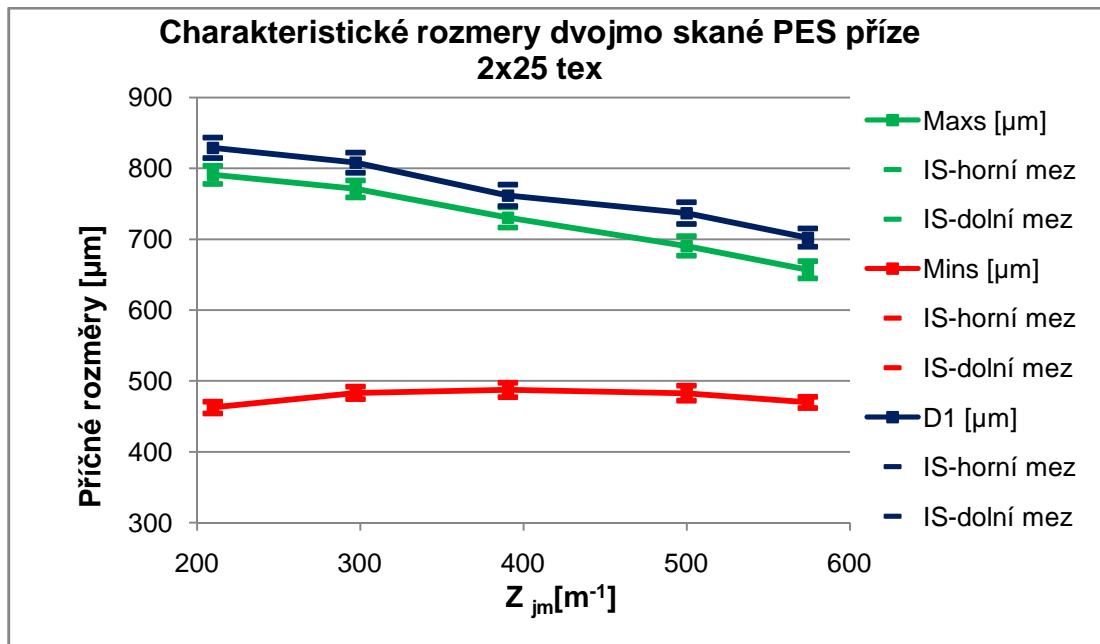
Tato kapitola se zabývá sledováním vlivů parametrů (zákrut, seskání) na charakteristické rozměry dvojmo skané příze, na jejich chování a změny. Zkoumána je míra závislosti, vztah mezi příčnými rozměry a zákrutem. Pro toto zhodnocení byly vytvořeny grafy, Obr. 29 - 31, kde každá dvojice údajů byla graficky znázorněná jedním bodem v rovině. Těmito body pak byla proložena regresní křivka. Hodnoty jsou uvedeny v přílohách č. 1 – 4. V příloze č.5 jsou hodnoty seskání.

2.3.1 Vliv zákrutů na příčné rozměry



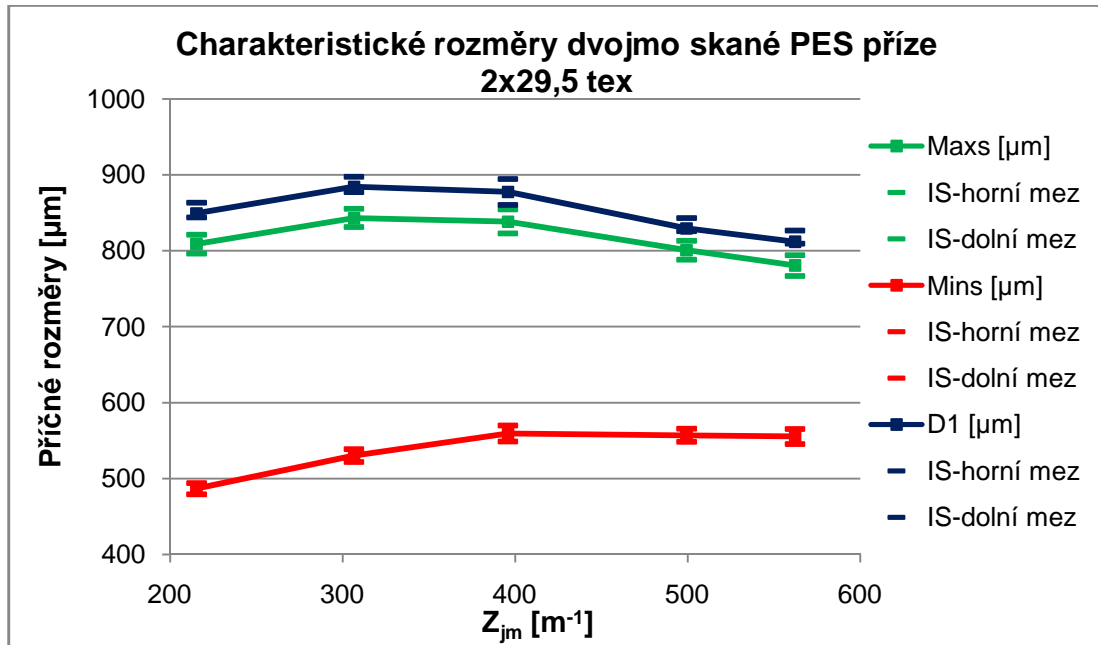
Obr. 24: Charakteristické rozměry dvojmo skané příže

Na Obr. 24 vidíme mírný vzestup příčných rozměrů u nižších zákrutů. Max_s a D_1 začínají klesat v místě zákrutu $392,96 \text{ m}^{-1}$ a přibližují se rozměru Min_s . Stoupání Min_s je nepatrné a při zvyšujícím se počtu zákrutů klesá.



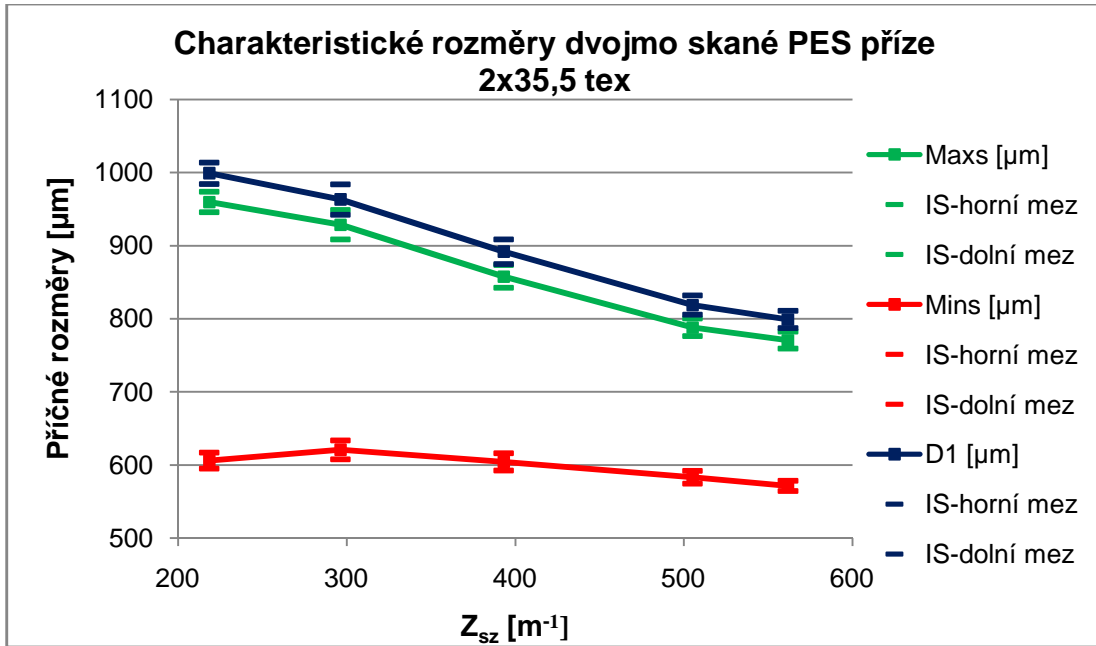
Obr. 25: Charakteristické rozměry dvojmo skané PES příže 2x25 tex

Na Obr. 25 pozorujeme pokles rozměrů Max_s a D_1 při zvyšujícím se počtu zákrutů. Min_s se do zákrutu 297 m^{-1} mírně zvyšuje asi o $20\text{ }\mu\text{m}$, do zákrutu $499,83\text{ m}^{-1}$ je skoro lineární a pak začíná klesat.



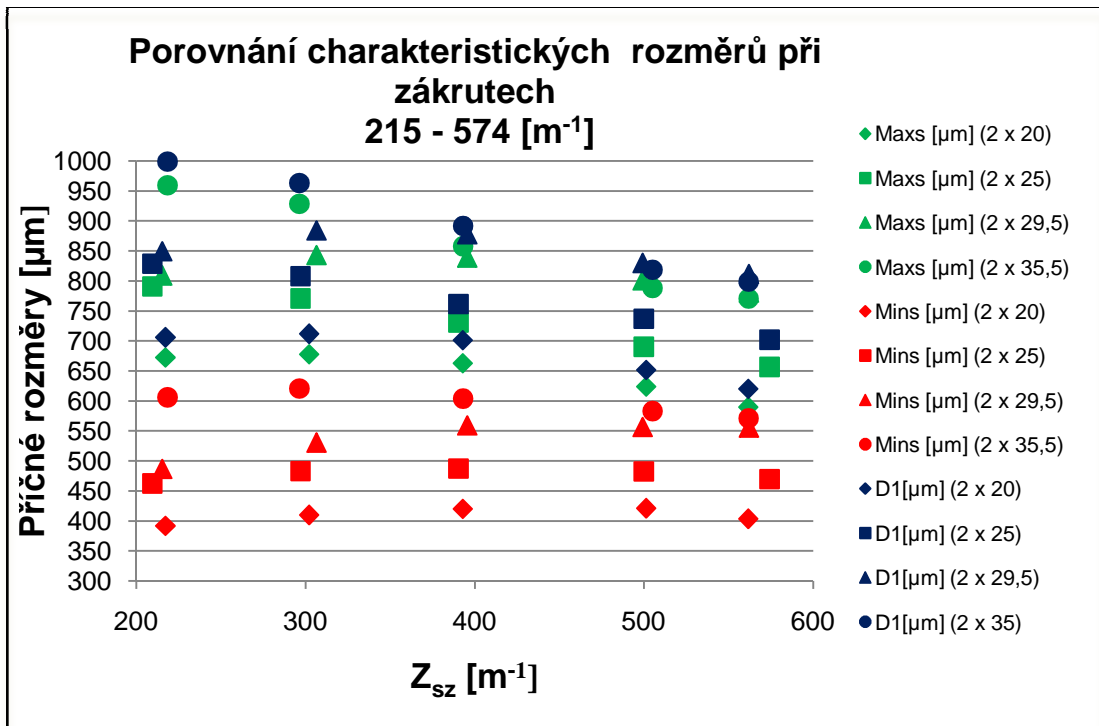
Obr. 26: Charakteristické rozměry dvojmo skané PES příže 2x29,5

Stoupání všech tří rozměrů do hodnoty zákrutu $306,43\text{ m}^{-1}$ vidíme u Max_s a D_1 na Obr. 26. Dále je klesání mírné, láme se od $395,65\text{ m}^{-1}$, kde platí čím vyšší počet zákrutů, tím nižší hodnoty těchto dvou rozměrů. Naopak u Min_s pozorujeme stoupání do této hodnoty, křivka se pak chová skoro konstantně, ale z hodnot v tabulce je patrné klesání.



Obr. 27: Charakteristické rozměry dvojmo skané PES příze 2x35,5 tex

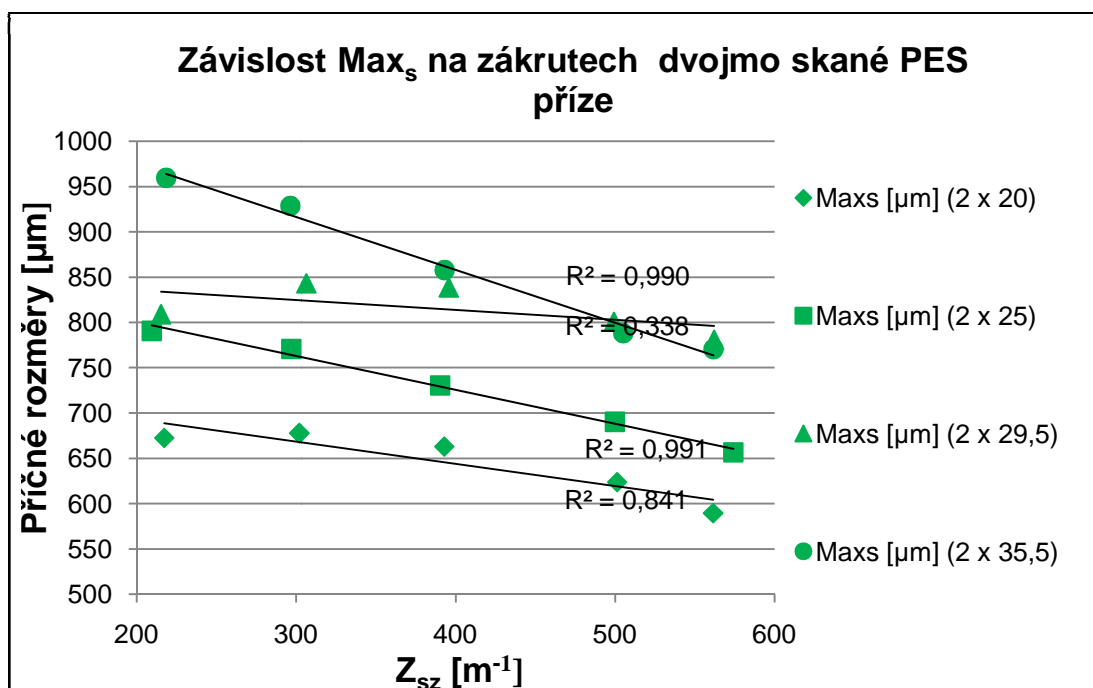
Příze o jemnosti 35,5 tex vykazuje prudší klesání příčných rozměrů Max_s a D_1 , vidíme to na Obr. 27. Hodnoty Min_s jako u předchozích přízí na počátku stoupají, zvýšením počtu zákrutů, křivka vykazuje sestup.



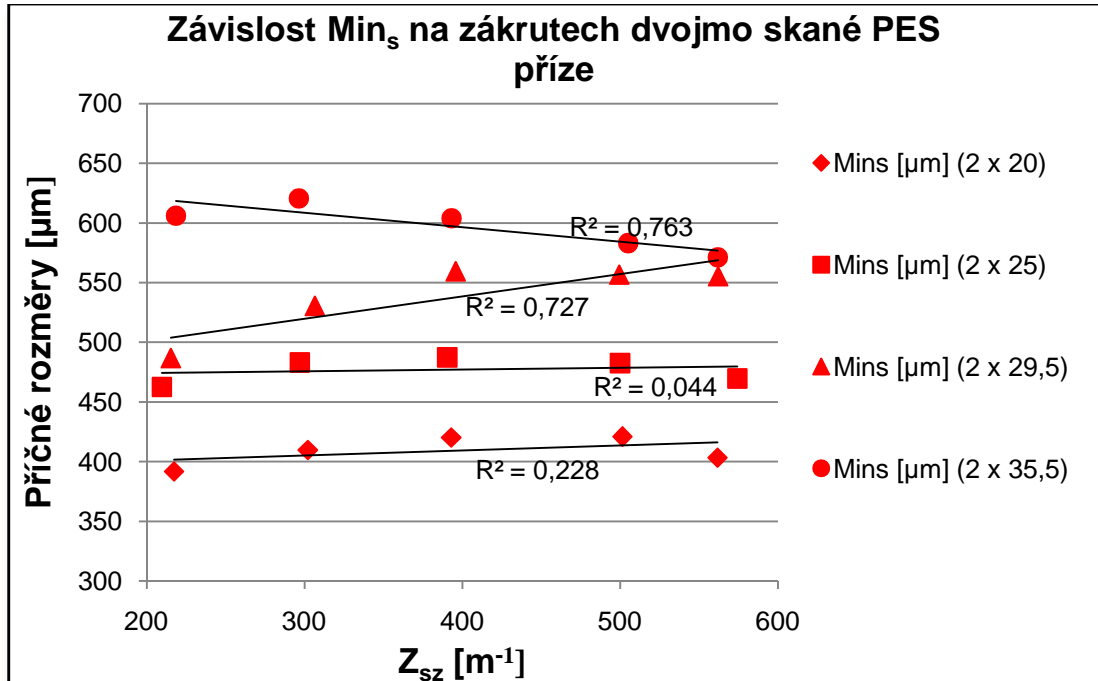
Obr.28: Porovnání charakteristických rozměrů při zvyšujících se zákrutech

Diskuze k vlivu zákrutů na příčné rozměry dvojmo skané PES příze

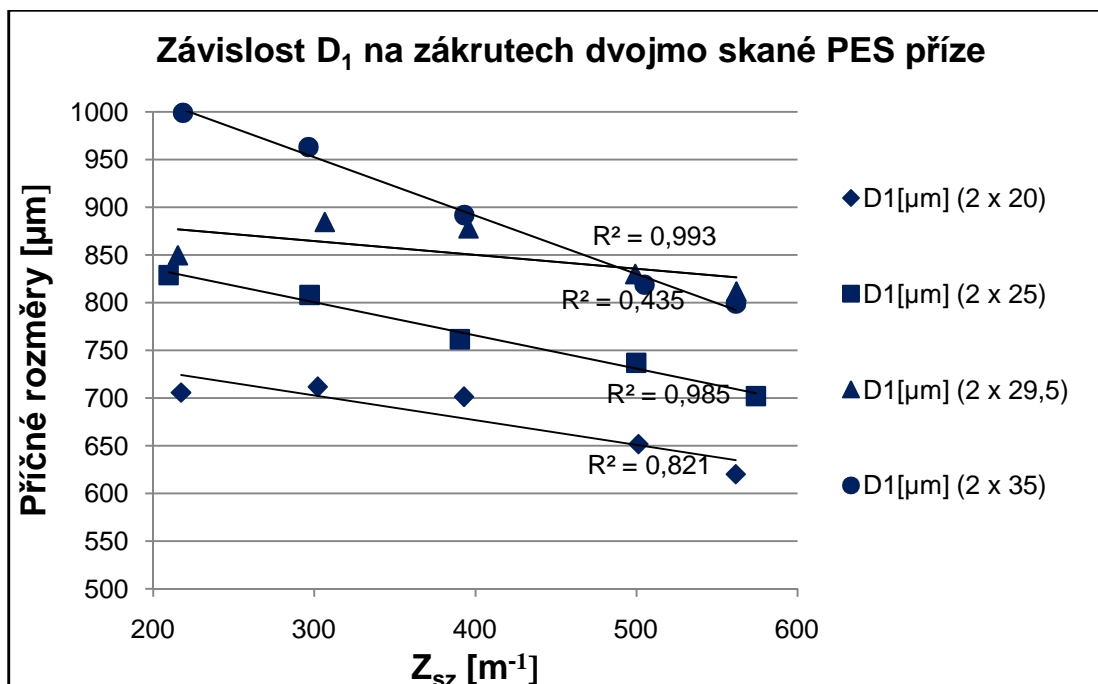
Z grafu na Obr. 28 je zřejmé, že příze s větší jemnosti čili hrubší, vykazují vyšší příčné rozměry než příze jemnější. Se vzrůstajícím počtem zákrutů se mění charakter příze a hodnoty příčných rozměrů snižují, důvodem je vnitřní mechanika příze. Zakrucováním mezi vlákny působí tlak, vlivem kterého se zvýší zaplnění. Mezi vlákny v přízi jsou vzduchové prostory. Hustota příze je proto menší než hustota vláken a její průměr je větší než substanční. Z těchto důvodů se definuje tzv. zaplnění příze, které vyjadřuje procentuální podíl vláken v objemu příze. Zakrucování je jedna z operací předení, která ovlivňuje uspořádání vláken v přízi. Ohled se bere také na charakter suroviny. Polyesterová vlákna jsou přímá, hladká, lépe se uspořádají a stěsnají zákrutem.



Obr. 29: Závislost Max_s na zákrutech dvojmo skané PES příze



Obr. 30: Závislost Min_s na zákrutech dvojmo skané PES příze



Obr. 31: Závislost D_1 na zákrutech dvojmo skané PES příze

Pro určení závislosti příčných rozměrů nám slouží regresní přímka. Hodnoty této přímky jsou uvedeny v grafech na Obr. 29 – 31.



Základním smyslem jednoduché lineární regrese je sumarizovat vztah mezi dvěma proměnnými v našem případě mezi příčnými rozměry a zákrutem, tím způsobem, že se určí přímka, která nejlépe vystihuje průběh vztahu. Jakmile je tato přímka stanovena, mohou se vypočítat její parametry, to může stanovit rovnice této přímky:

$$y = bx + a \quad (22)$$

kde y ... je hodnota závisle proměnné,

x ...je hodnota nezávisle proměnné,

a ...je parametr, který říká, v jakém bodě přímka protíná vertikální osu Y ,

b ...je hodnota, která určuje směr přímky a v regresní analýze se jí říká regresní koeficient [26].

R^2 ...koeficient determinace, slouží jako numerické vyjádření míry těsnosti statistické závislosti.

Vyhodnocení závislosti:

Max_s - R^2 (2x20 - 0,841; 2x25 - 0,991; 2x29,5 - 0,338; 2x35,5 - 0,990)

U většiny přízí probíhá silná závislost, jen u příze 2 x 29,5 je závislost slabá, jedna hodnota je pravděpodobně vybočující.

Min_s - R^2 (2x20 - 0,228; 2x25 - 0,0444; 2x29,5 - 0,727; 2x35,5 - 0,763)

Silná závislost pouze u vyšších hodnot. Příze 2 x 20 vykazuje slabou míru těsnosti.

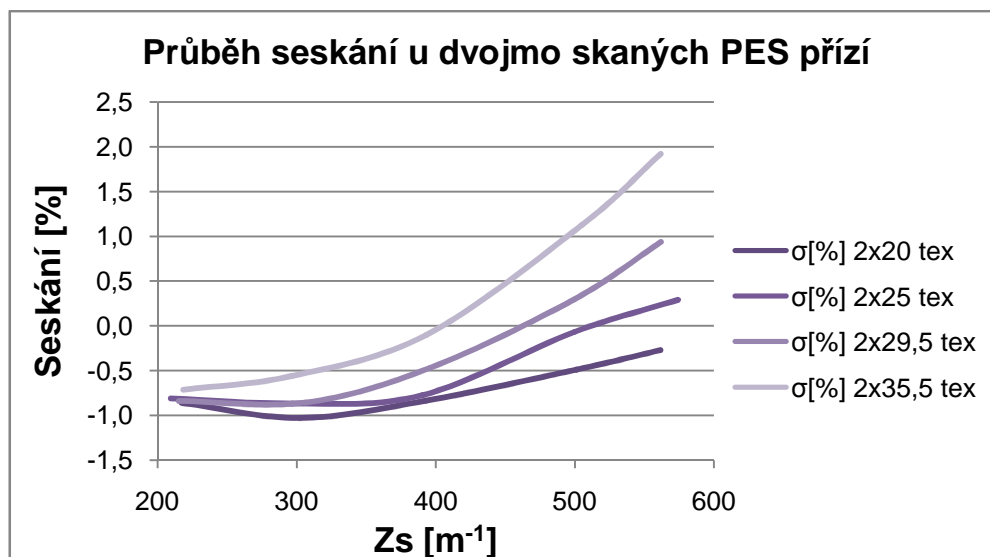
D₁ - R^2 (2x20 - 0,821; 2x25 - 0,985; 2x29,5 - 0,435; 2x35,5 - 0,993;)

Podobně jak je to u Max_s příze vykazují silnou až velmi silnou závislost u nejvyšší jemnosti, výjimkou je příze 2x29,5, kde je závislost střední, důsledek vybočující hodnoty. U příze 2x35,5 se závislost blíží hodnotě jedna, tedy absolutní závislosti.

2.3.2 Vliv seskání na příčné rozměry

Jedním z nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují příčné rozměry dvojmo skané příze je seskání, které je zkoumáno na laboratorním zákrutoměru. Provedeno bylo

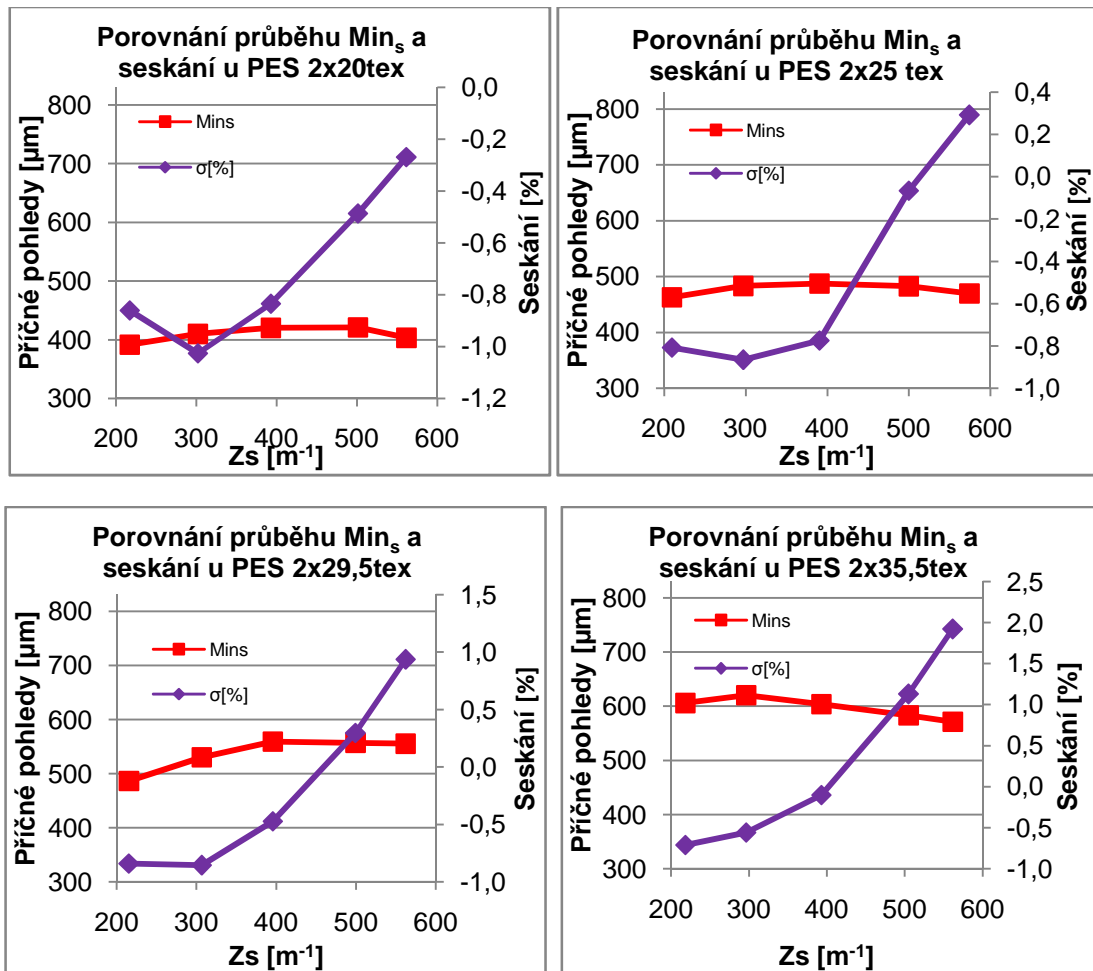
25 měření pro každou přízi zvlášť, následně se odečítala hodnota Δl , což je rozdíl délky vzorku před a po rozkroucení skané příze. Tato hodnota se dělí původní upínací délkou, vynásobíme 100 a dostaneme hodnotu seskání v [%] viz vzorec (7). Výsledky seskání jsou uvedeny v příloze č. 5. Přechodový bod, u kterého nastává vlastní skaní, se u každé příze nachází někde jinde, proto bylo seskání přepočítáno pro každou přízi zvlášť.

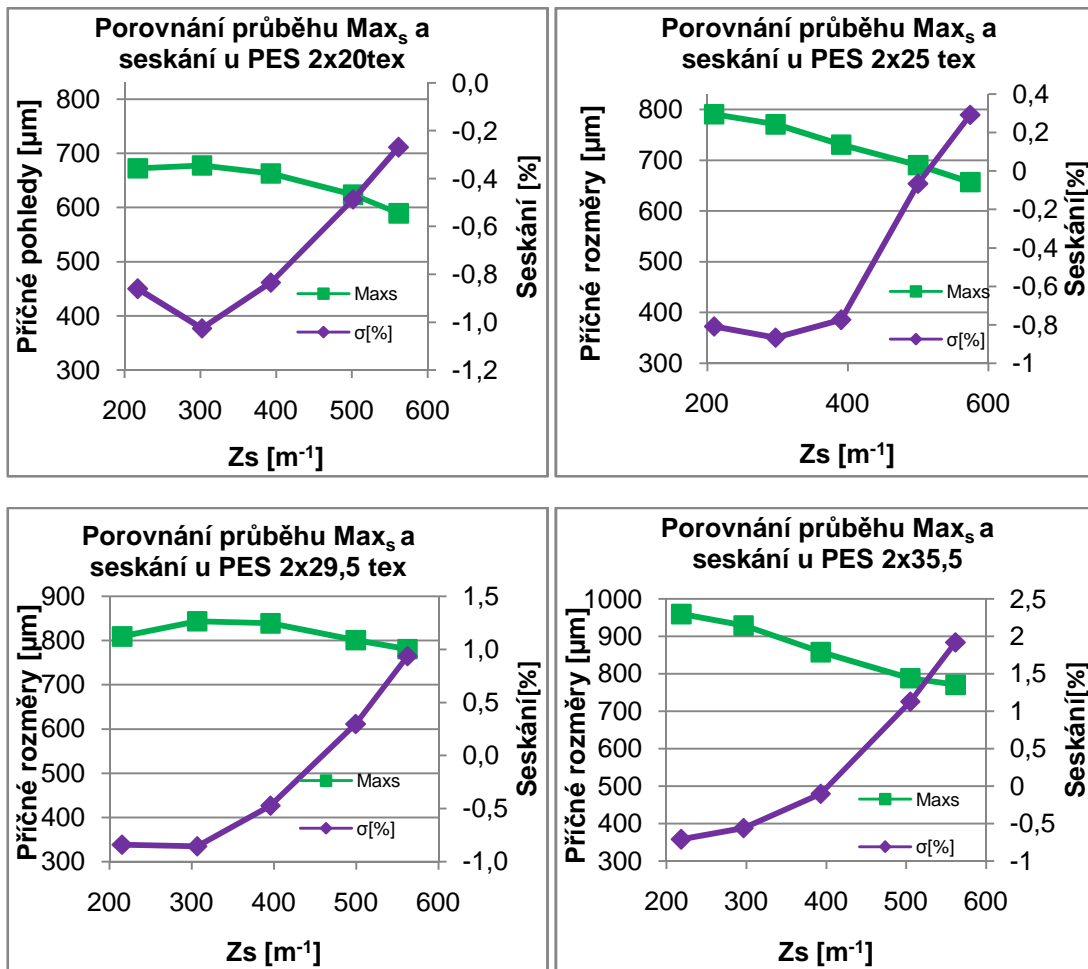


Obr. 32: Průběh seskání dvojmo skaných přízí

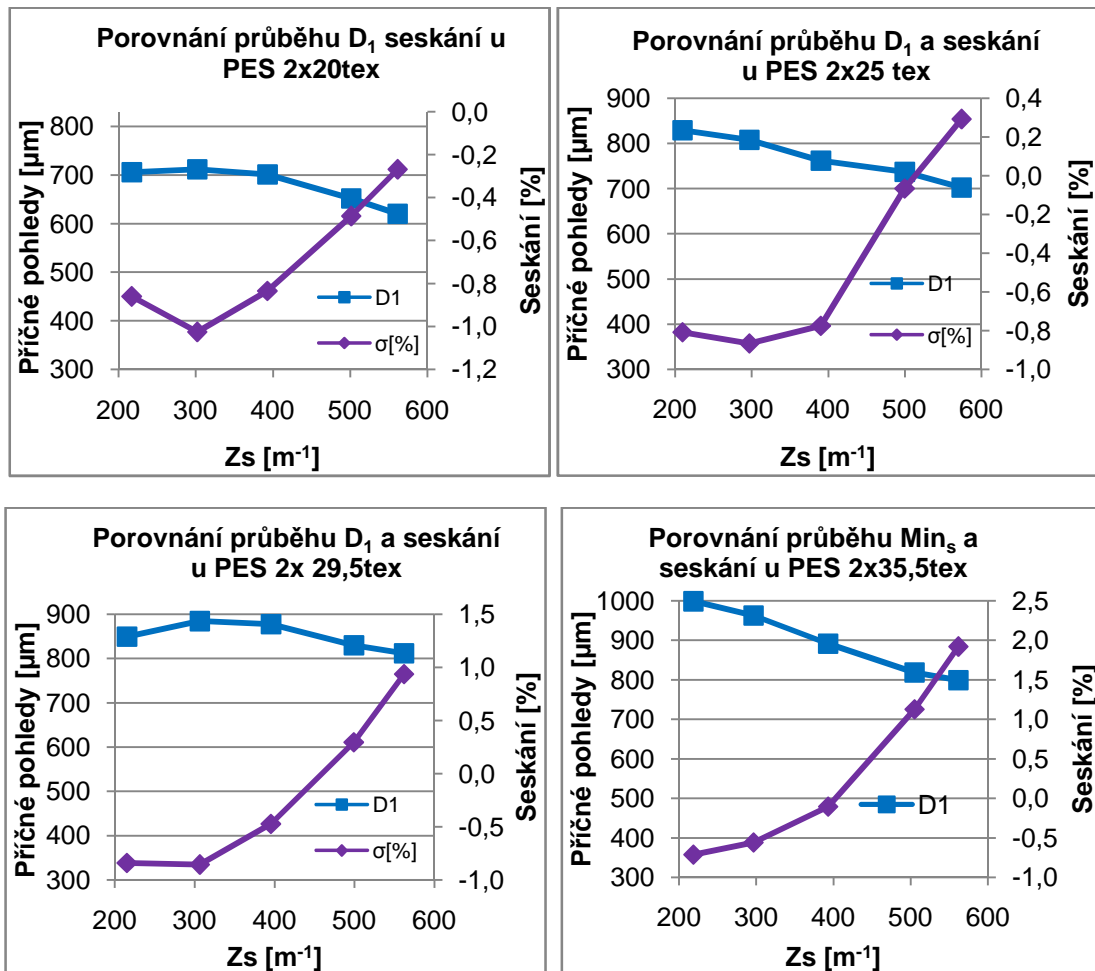
Diskuze seskání:

Při skaní dochází nejdříve k rozkruování přádních zákrutů u jednoduchých přízí. Na Obr. 32 je vidět, jak se příze rozcházejí při zvyšování počtů zákrutů, i když na začátku vycházejí s podobných hodnot. Příze o nejnižší jemnosti 2x20 tex má nejvyšší počet přádních zákrutů, je neustále v záporných hodnotách, což znamená, že po celou dobu dochází k rozkruování jednoduché příze. Jiný průběh má křivka u nejhrubší příze jemnosti 2x35,5 tex. Tato příze se nejdříve dostává do kladných hodnot seskání, kde probíhá vlastní skaní. Při porovnávání charakteristických rozměrů (Min_s , Max_s , D_1) a seskání podle grafů na Obr. 33 – 44 zjišťujeme, zdali a proč dochází ke změnám těchto příčných pohledů. Vidíme jak hodnoty Min_s na začátku křivky mají tendenci stoupat a následně po dosažení kladných hodnot seskání klesají. Čím nižší hodnoty přádních zákrutů, tím dříve dochází k zakroucení a stlačení vláken, viz Obr. 36 příze o jemnosti 2x35,5 tex. Jak již bylo řečeno, u této příze se dá nejlépe vyzorovat, kdy začíná probíhat přechod křivky seskání. Max_s a D_1 vykazují mírný vzestup křivek na počátku jenom u přízí o jemnosti 2x20 tex a 2x29,5 tex, Obr. 37 - 44.

Obr. 33 - 36: Porovnání průběhu Min_s a seskání



Obr. 37 - 40: Porovnání průběhu Max_s a seskání

Obr. 41 - 44: Porovnání průběhu D_1 a seskání

2.4 Porovnání teoretických vztahů a experimentálních hodnot

V kapitole 2 jsou uvedeny teoretické vzorce (1*), (2*), (3*), (4*) pro výpočet příčných rozměrů Max_s , Min_s , D_1 , které v této části diplomové práce konfrontují s experimentálními hodnotami. Příčný rozměr D_1 je posuzován podle teoretických vztahů Max_s/Min_s a z hodnot určených ze vztahu (4*), který slouží k výpočtu pro tento rozměr. Pro teoretický vztah (3*) byla empiricky vypočítána konstanta o pro polyesterové příze, viz kapitola 2.6. Experimentální data byla získána ze 100 podélných pohledů.

Součástí výstupů z NIS Element 3.2.2 jsou i hodnoty průměru jednoduché příze, které jsou důležité pro výpočet teoretických vztahů a příslušná statistika. To všechno je uvedeno v Tab. 1.

Tab. 1: Průměr jednoduchých PES přízí určených na 100 podélných pohledů

T_j [tex]	Průměr příze [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variační koeficient [-]	IS	
				Dolní index [%]	Horní index [%]
20	314,740	34,52	10,969	314,49	314,99
25	364,83	38,89	10,66	364,55	365,11
29,5	389,87	34,71	8,90	389,62	390,12
35,5	436,44	47,60	10,91	436,09	436,78



V Tab. 2 – 17 jsou uvedeny experimentální hodnoty příčných rozměrů a teoretické hodnoty určené ze vztahů (1*), (2*), (3*), (4*) pro PES dvojmo skanou přízi.

Tab. 2: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (1*) PES příze 2x20 tex

PES 2x20 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (1*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Charakteristický rozměr [μm]	
217,28	Max _s	672,56	Max _s (1*)	629,48
302,08		677,77		629,48
392,96		663,00		629,48
501,28		623,90		629,48
561,60		589,49		629,48
217,28	Min _s	391,73	Min _s (1*)	445,11
302,08		409,75		445,11
392,96		420,21		445,11
501,28		420,86		445,11
561,60		403,33		445,11
217,28	D ₁	705,89	Max _s (1*)/ Min _s (1*)	537,29
302,08		711,69		537,29
392,96		701,30		537,29
501,28		651,79		537,29
561,60		620,27		537,29

Tab. 3: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (2*) PES příze 2x20 tex

PES 2x20 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (2*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Charakteristický rozměr [μm]	
217,28	Max _s	672,56	Max _s (2*)	629,48
302,08		677,77		629,48
392,96		663,00		629,48
501,28		623,90		629,48
561,60		589,49		629,48
217,28	Min _s	391,73	Min _s (2*)	316,55
302,08		409,75		318,14
392,96		420,21		320,62
501,28		420,86		324,25
561,60		403,33		326,63
217,28	D ₁	705,89	Max _s (2*)/ Min _s (2*)	312,93
302,08		711,69		311,34
392,96		701,30		308,86
501,28		651,79		305,23
561,60		620,27		302,85



Tab. 4: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (3*) PES příze 2x20 tex

PES 2x20 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (3)		
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Seskání [%]	Charakteristický rozměr [μm]	
217,28	Max _s	672,56	-0,86	Max _s (3)	645,84
302,08		677,77	-1,03		651,25
392,96		663,00	-0,83		647,15
501,28		623,90	-0,49		639,74
561,60		589,49	-0,27		635,15
217,28	Min _s	391,73	-0,86	Min _s (3)	450,43
302,08		409,75	-1,03		444,19
392,96		420,21	-0,83		533,18
501,28		420,86	-0,49		471,33
561,60		403,33	-0,27		494,05
217,28	D ₁	705,89	-0,86	Max _s (3)/ Min _s (3)	559,25
302,08		711,69	-1,03		560,69
392,96		701,30	-0,83		600,74
501,28		651,79	-0,49		561,26
561,60		620,27	-0,27		567,91

Tab. 5: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (4*) PES příze 2x20 tex

PES 2x20 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (4*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Charakteristický rozměr [μm]	
217,28	D ₁	705,89	D ₁ (4*)	625,87
302,08		711,69		622,76
392,96		701,30		621,07
501,28		651,79		611,01
561,60		620,27		606,56

Tab. 6: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (1*) PES příze 2x25 tex

PES 2x25 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (1*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Charakteristický rozměr [μm]	
209,50	Max _s	790,88	Max _s (1*)	729,65
297,00		770,88		729,65
390,33		730,55		729,65
499,83		690,44		729,6
574,16		656,78		729,65
209,50	Min _s	462,56	Min _s (1*)	515,94
297,00		483,15		515,94
390,33		487,41		515,94
499,83		482,60		515,94
574,16		469,68		515,94
209,50	D ₁	828,97	Max _s (1*)/ Min _s (1*)	622,80
297,00		808,10		622,80
390,33		761,67		622,80
499,83		736,93		622,80
574,16		702,15		622,80

Tab. 7: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (2*) PES příze 2x25 tex

PES 2x25 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (2*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Charakteristický rozměr [μm]	
209,50	Max _s	790,88	Max _s (2*)	729,65
297,00		770,88		729,65
390,33		730,55		729,65
499,83		690,44		729,65
574,16		656,78		729,65
209,50	Min _s	462,56	Min _s (2*)	367,43
297,00		483,15		370,04
390,33		487,41		373,79
499,83		482,60		379,47
574,16		469,68		383,96
209,50	D ₁	828,97	Max _s (2*)/ Min _s (2*)	548,54
297,00		808,10		549,85
390,33		761,67		551,73
499,83		736,93		554,57
574,16		702,15		556,81

Tab. 8: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (3*) PES příze 2x25 tex

PES 2x25 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (3*)		
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Seskání[%]	Charakteristický rozměr [μm]	
209,50	Max _s	790,88	-0,80	Max _s (3*)	773,18
297,00		770,88	-0,86		776,43
390,33		730,55	-0,77		771,36
499,83		690,4	-0,06		733,17
574,16		656,78	0,29		714,08
209,50	Min _s	462,56	-0,80	Min _s (3*)	521,13
297,00		483,15	-0,86		519,42
390,33		487,41	-0,77		522,16
499,83		482,60	-0,06		586,01
574,16		469,68	0,29		546,72
209,50	D ₁	828,97	-0,80	Max _s (3*)/ Min _s (3*)	647,16
297,00		808,10	-0,86		647,92
390,33		761,67	-0,77		646,76
499,83		736,93	-0,06		659,59
574,16		702,15	0,29		630,40

Tab. 9: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (4) PES příze 2x25tex

PES 2x25	Experimentální hodnoty		Vztah (4*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Charakteristický rozměr [μm]	
209,50	D ₁	828,97	D ₁ (4*)	724,48
297,00		808,10		719,37
390,33		761,67		712,15
499,83		736,93		701,59
574,16		702,15		693,29

Tab. 10: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (1*) PES příze 2x29,5tex

PES 2x29,5 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (1*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Charakteristický rozměr [μm]	
215,30	Max _s	808,90	Max _s (1*)	779,74
306,43		843,24		779,74
395,65		838,66		779,74
499,30		800,90		779,74
562,08		780,60		779,74
215,30	Min _s	486,62	Min _s (1*)	551,36
306,43		530,29		551,36
395,65		559,30		551,36
499,30		556,81		551,36
562,08		555,34		551,36
215,30	D ₁	849,64	Max _s (1*)/ Min _s (1*)	665,55
306,43		884,50		665,55
395,65		877,79		665,55
499,30		829,71		665,55
562,08		811,73		665,55

Tab. 11: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (2*) PES příze 2x29,5tex

PES 2x29,5 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (2*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Charakteristický rozměr [μm]	
215,30	Max _s	808,90	Max _s (2*)	779,74
306,43		843,24		779,74
395,65		838,66		779,74
499,30		800,90		779,74
562,08		780,60		779,74
215,30	Min _s	486,62	Min _s (2*)	393,24
306,43		530,29		396,67
395,65		559,30		401,14
499,30		556,81		407,68
562,08		555,34		412,30
215,30	D ₁	849,64	Max _s (2*)/ Min _s (2*)	586,49
306,43		884,50		588,21
395,65		877,79		590,44
499,30		829,71		593,71
562,08		811,73		596,02

Tab. 12: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (3*) PES příze 2x29,5tex

PES 2x29,5 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (3*)		
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Seskání [%]	Charakteristický rozměr [μm]	
215,30	Max_s	808,90	-0,84	Max_s(3*)	801,76
306,43		843,24	-0,85		802,18
395,65		838,66	-0,47		792,06
499,30		800,90	0,29		772,08
562,08		780,60	0,93		755,70
215,30	Min_s	486,62	-0,84	Min_s(3*)	555,90
306,43		530,29	-0,85		555,40
395,65		559,30	-0,47		571,18
499,30		556,81	0,29		583,85
562,08		555,34	0,93		553,07
215,30	D₁	849,64	-0,84	Max_s(3*)/ Min_s(3*)	678,83
306,43		884,50	-0,85		678,79
395,65		877,79	-0,47		681,62
499,30		829,71	0,29		677,96
562,08		811,73	0,93		654,39

Tab. 13: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (4*) PES příze 2x29,5tex

PES 2x29,5 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (4*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Charakteristický rozměr [μm]	
215,30	D₁	849,64	D₁(4*)	775,29
306,43		884,50		766,38
395,65		877,79		757,85
499,30		829,71		745,67
562,08		811,73		737,32

Tab. 14: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (1*) PES přize 2x35,5tex

PES 2x35,5 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (1*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Charakteristický rozměr [μm]	
218,43	Max _s	959,76	Max _s (1*)	872,87
296,35		928,80		872,87
393,04		857,92		872,87
505,04		788,27		872,87
561,74		770,73		872,87
218,43	Min _s	606,02	Min _s (1*)	617,21
296,35		620,59		617,21
393,04		603,97		617,21
505,04		583,12		617,21
561,74		571,25		617,21
218,43	D ₁	999,05	Max _s (1*)/ Min _s (1*)	745,04
296,35		963,19		745,04
393,04		891,77		745,04
505,04		818,77		745,04
561,74		799,10		745,04

Tab. 15: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (2*) PES přize 2x35,5tex

PES 2x35,5 tex	Experimentální hodnoty		Vztah (2*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]		Charakteristický rozměr [μm]	
218,43	Max _s	959,76	Max _s (2*)	872,87
296,34		928,80		872,87
393,04		857,92		872,87
505,04		788,27		872,87
561,73		770,73		872,87
218,43	Min _s	606,02	Min _s (2*)	441,29
296,34		620,59		445,34
393,04		603,97		451,96
505,04		583,12		461,78
561,73		571,25		467,58
218,43	D ₁	999,05	Max _s (2*)/ Min _s (2*)	657,08
296,34		963,19		659,11
393,04		891,77		662,42
505,04		818,77		667,33
561,73		799,10		670,23

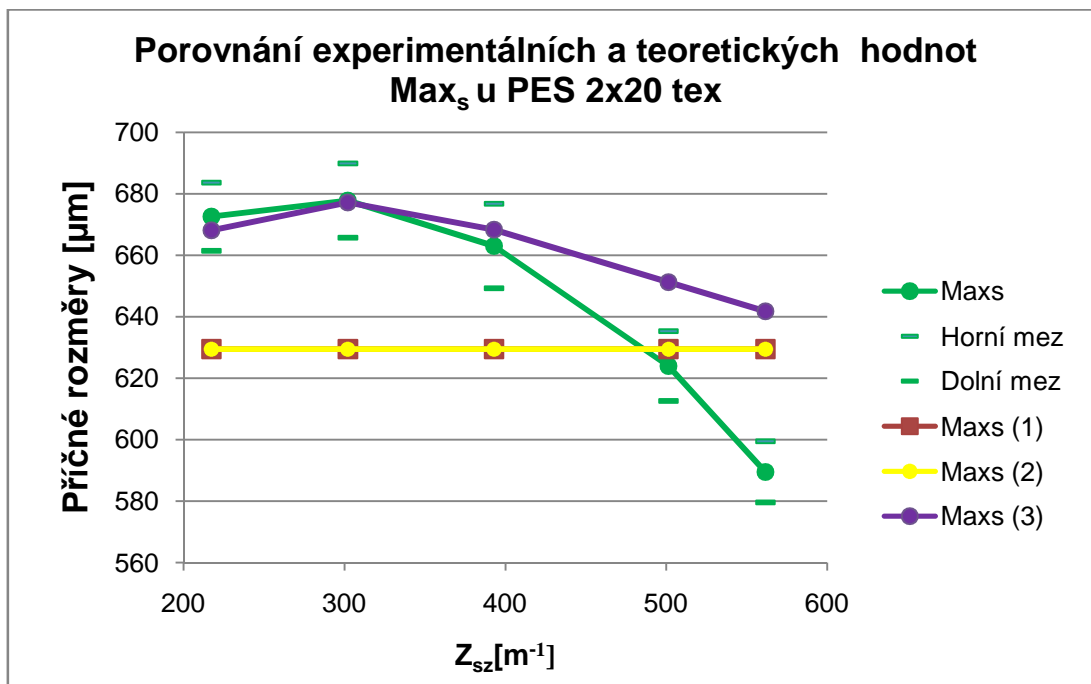
Tab. 16: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (3*) PES příze 2x35,5tex

PES 2x35,5 tex		Experimentální hodnoty		Vztah (3*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]	Seskání [%]	Charakteristický rozměr [μm]		
218,43	Max _s	959,76	-0,712	Max _s (3*)	893,74
296,34		928,80	-0,56		889,26
393,04		857,92	-0,10		875,90
505,04		788,27	1,12		836,22
561,74		770,73	1,92		818,30
218,43	Min _s	606,02	-0,71	Min _s (3*)	627,15
296,34		620,59	-0,50		634,28
393,04		603,97	-0,10		686,55
505,043		583,12	1,12		613,73
561,73		571,25	1,92		598,56
218,43	D ₁	999,05	-0,71	Max _s (3*)/ Min _s (3*)	760,44
296,34		963,19	-0,56		761,77
393,04		891,77	-0,10		781,22
505,05		818,77	1,12		724,97
561,73		799,10	1,92		708,43

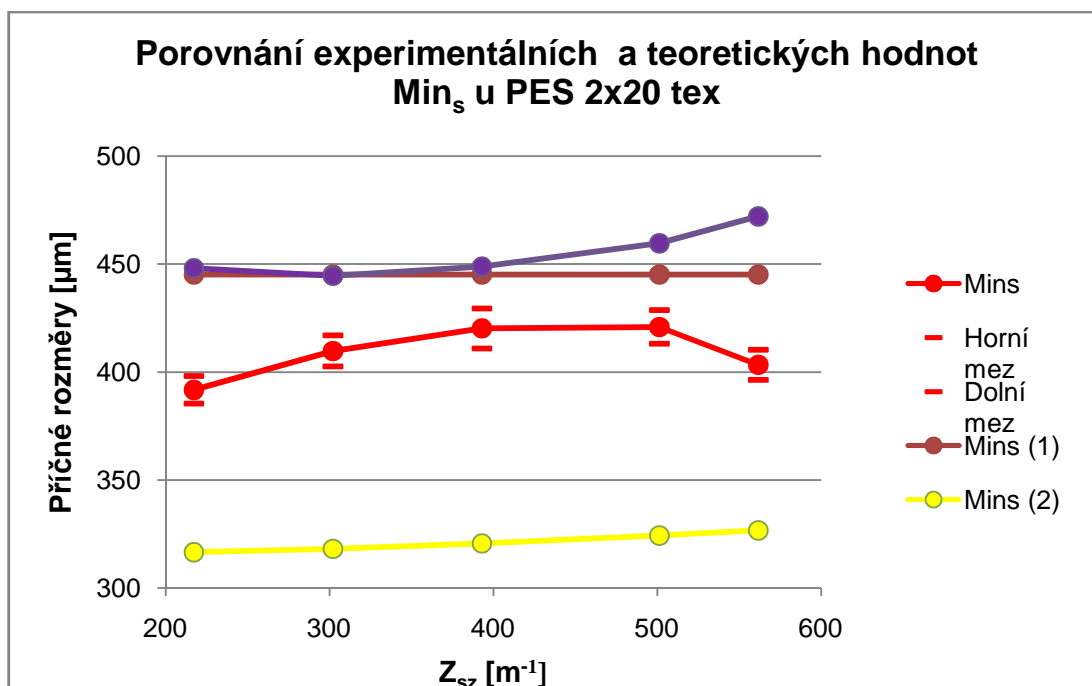
Tab. 17: Experimentální a teoretické hodnoty vztahu (4*) PES příze 2x35,5tex

PES 2x35,5		Experimentální hodnoty		Vztah (4*)	
Zs [m ⁻¹]	Charakteristický rozměr [μm]	Charakteristický rozměr [μm]			
218,43	D ₁	999,05	D ₁ (4)	863,28	
296,34		963,19		855,42	
393,04		891,77		842,90	
505,04		818,77		824,97	
561,73		799,10		814,74	

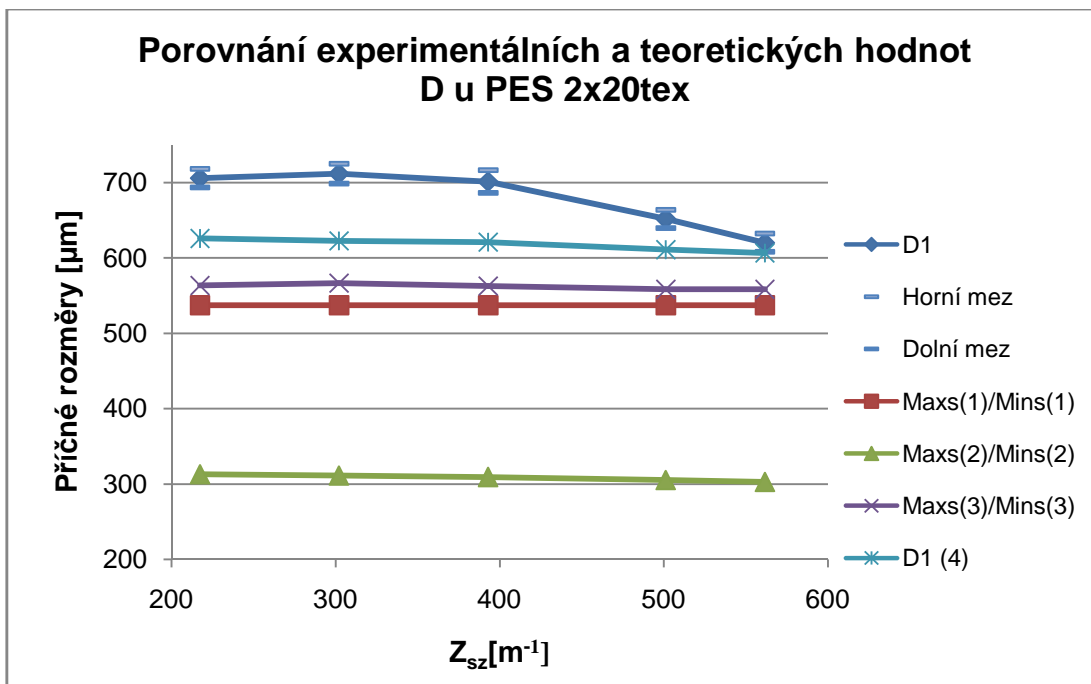
Obr. 36 – 38 znázorňují srovnání příčných rozměrů Max_s , Min_s , $D1$ s hodnotami vypočítanými podle vztahů (1*), (2*), (3*), (4*) PES přízi 2x20 tex.



Obr. 36: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot Max_s u PES 2x20 tex

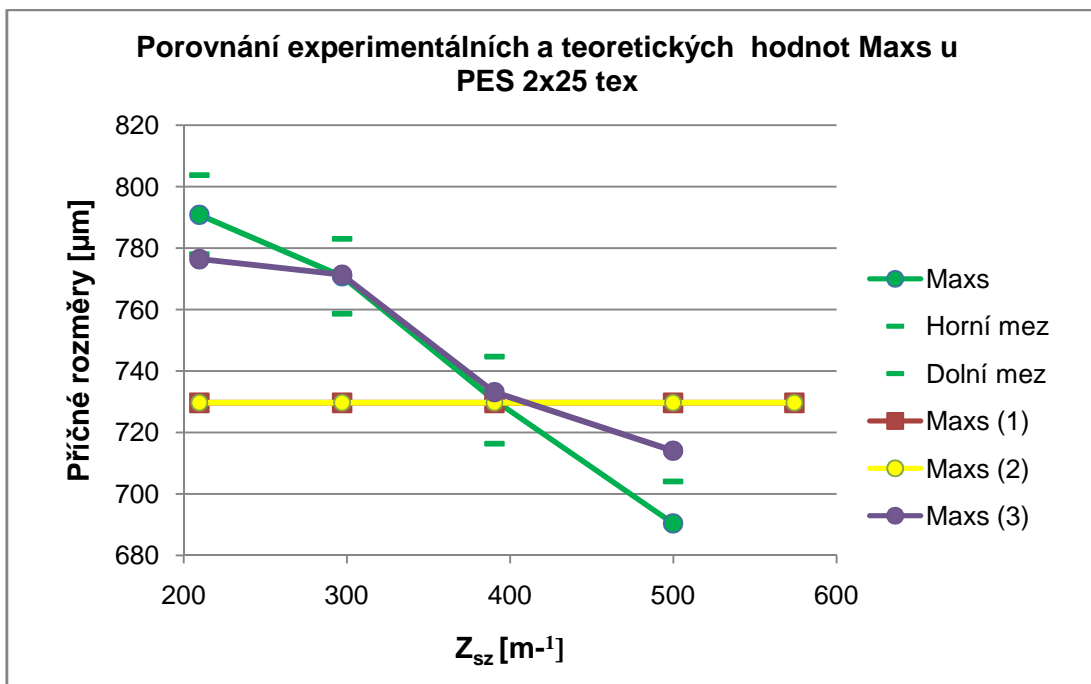


Obr. 37: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot Min_s u PES 2x20 tex

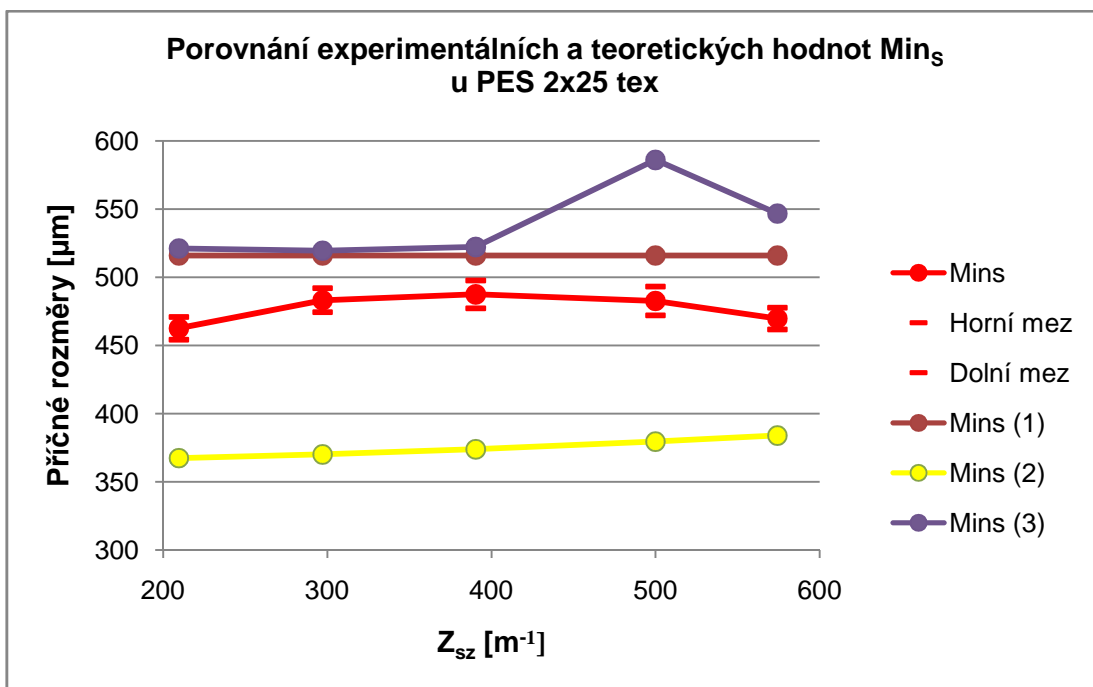


Obr. 38: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot D_1 u PES 2x20 tex

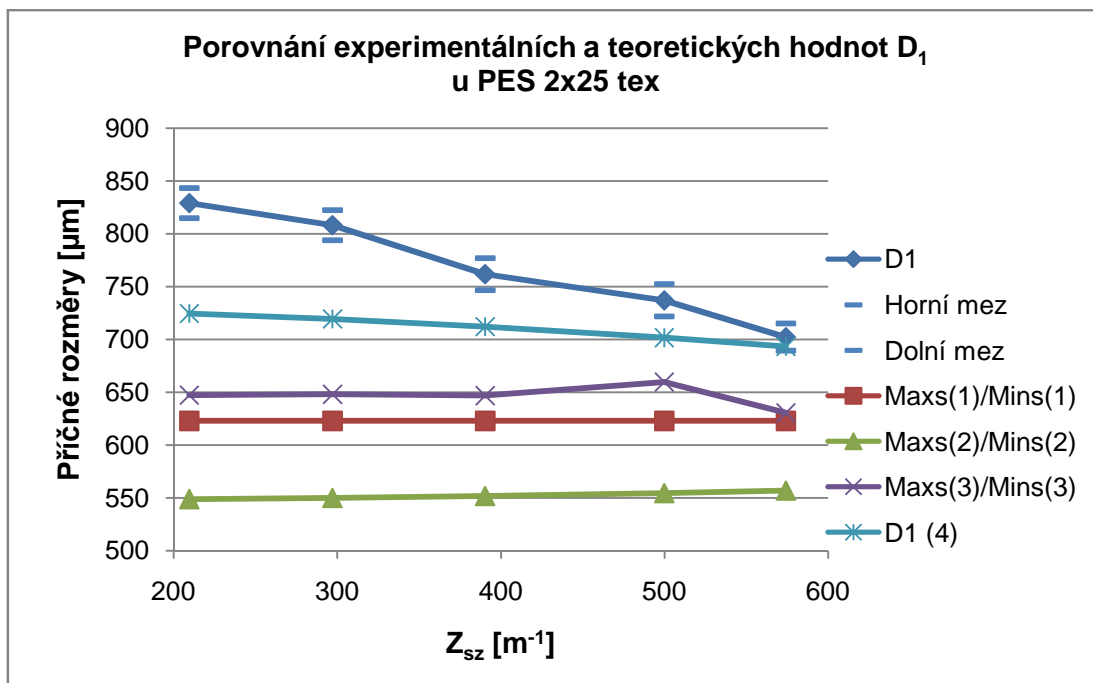
Obr. 39 – 41 znázorňují srovnání příčných rozměrů Max_s , Min_s , D_1 s hodnotami vypočtenými podle vztahů (1*), (2*), (3*), (4*) PES přízí 2x25 tex.



Obr. 39: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot Max_s u PES 2x25 tex

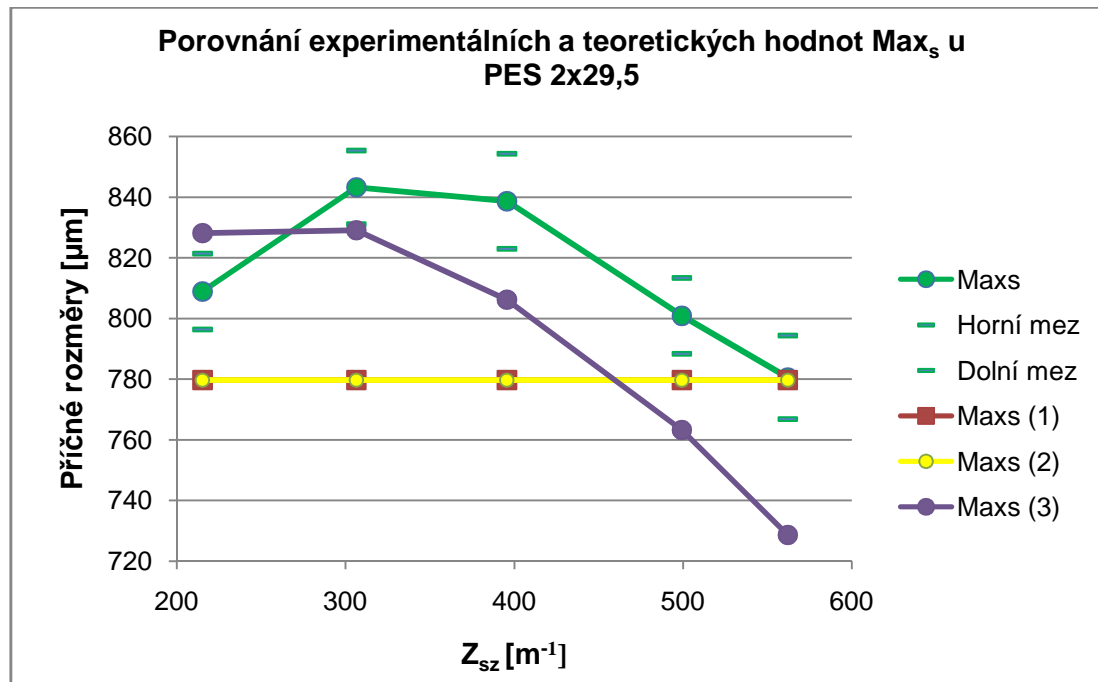


Obr. 40: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot Min_s u PES 2x25 tex

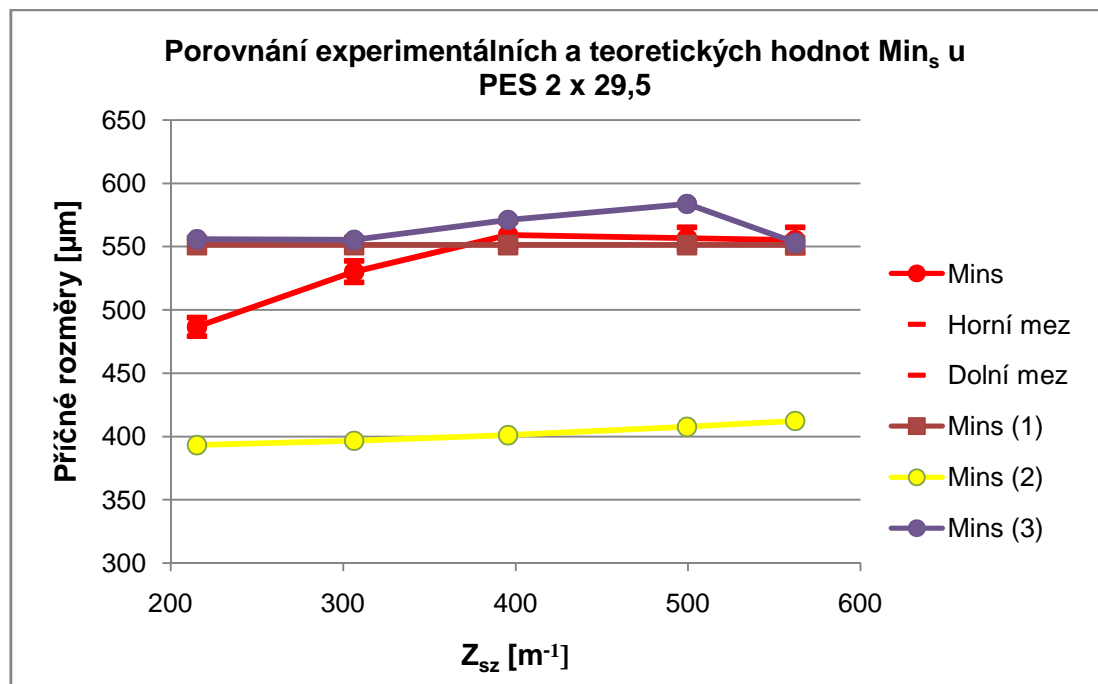


Obr. 41: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot D_1 u PES 2x25 tex

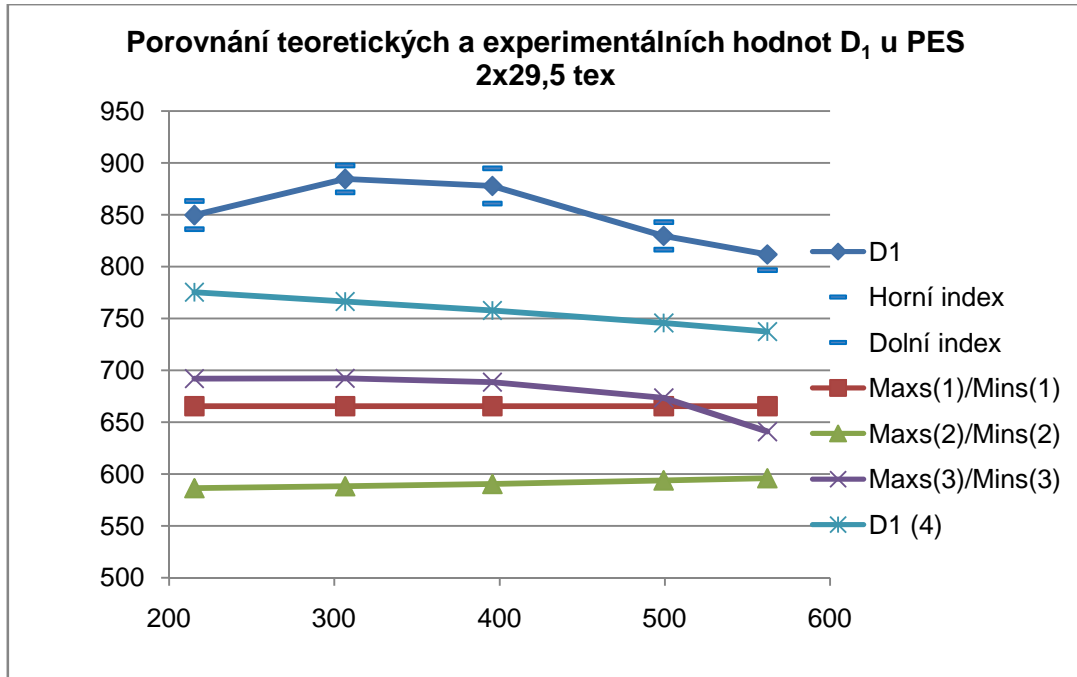
Obr. 42 – 44 znázorňují srovnání příčných rozměrů Max_s , Min_s , $D1$ s hodnotami vypočítanými podle vztahů (1*), (2*), (3*), (4*) PES přizí 2x29,5 tex.



Obr. 42: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot Max_s u PES 2x29,5 tex

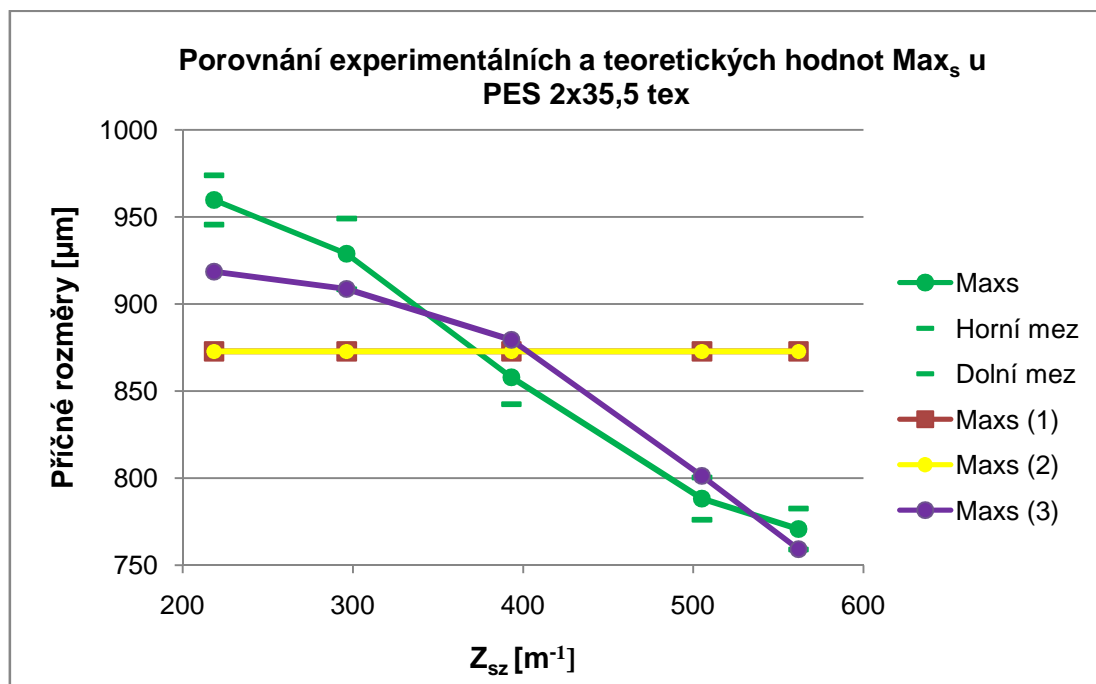


Obr. 43: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot Min_s u PES 2x29,5 tex

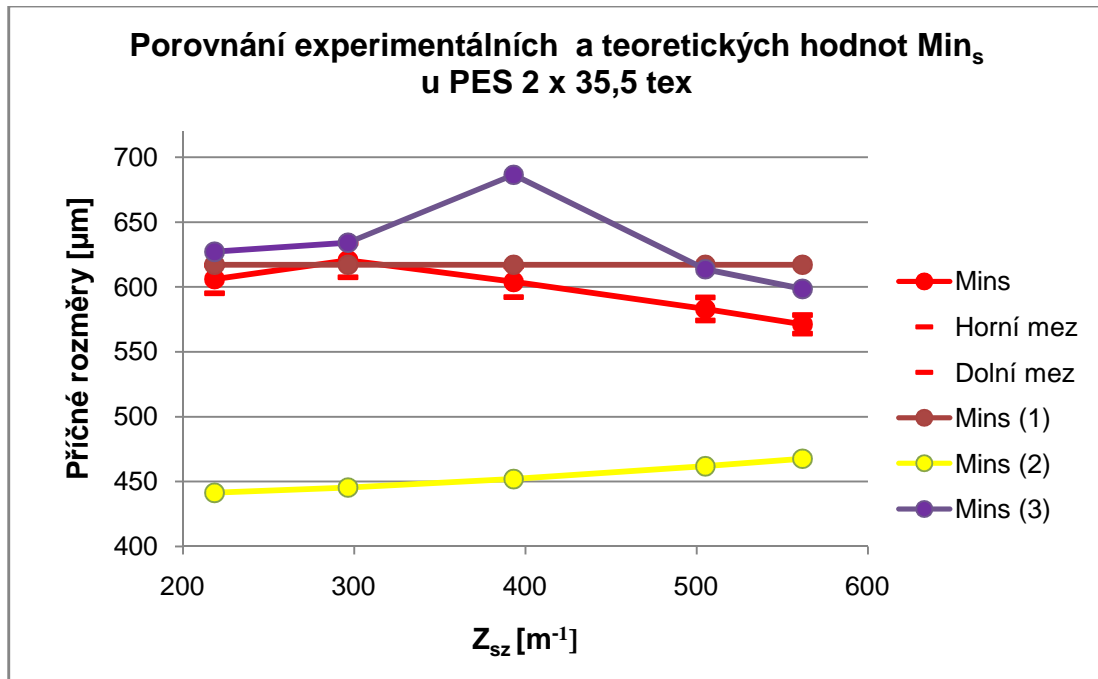


Obr. 44: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot D_1 u PES 2x29,5 tex

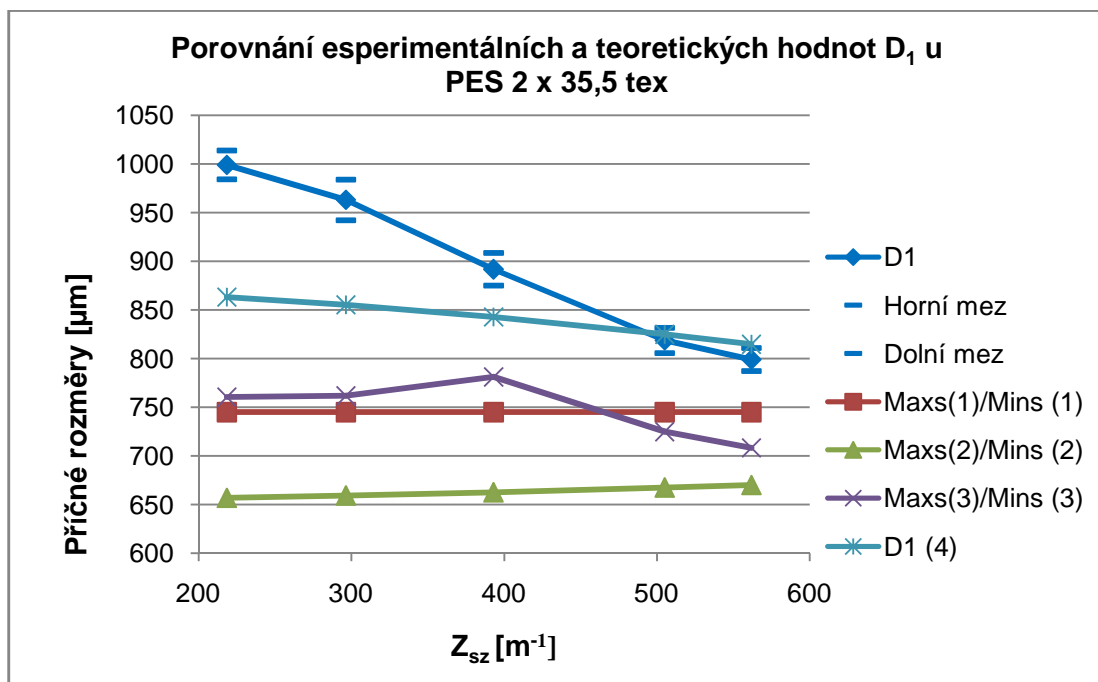
Obr. 45 až 47 znázorňují srovnání příčných rozměrů Max_s , Min_s , D_1 s hodnotami vypočtenými podle vztahů (1*), (2*), (3*), (4*) PES přízi 2x35,5 tex.



Obr. 45: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot Max_s u PES 2x35,5 tex



Obr. 46: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot Min_s u PES 2x35,5 tex



Obr. 47: Porovnání experimentálních a teoretických hodnot Max_s u PES 2x35,5 tex

Diskuze teoretických vztahů:

Hodnocení teoretických vztahů a experimentálních hodnot charakteristických rozměrů z Tab. 2-17 a Obr. 36 – 47 bylo podrobně rozebráno pro každý vztah zvlášť.

Teoretický vztah (1*)

Tento vztah je zjednodušený, počítá jenom s průměrem jednoduché příze, tudíž je přesnost zpochybnitelná při určování charakteru u rozměrů dvojmo skané příze. Vztahy Max_s a Min_s byly tvořeny jenom jednou hodnotou a to průměrem jednoduché příze. Výsledky budou vždy odpovídat vodorovným přímkám.

Max_s: Ani jedna z křivek, která vychází z teoretického vztahu (1*) nenapodobuje trend klesání experimentálních hodnot směrem k vyšším zákrutům, viz graf na Obr. 36, 39, 42, 45. Naopak je průběh konstantní, nezohledňuje vliv seskání vlivem předních zákrutů a zaplnění příze. Příčný rozměr Max_s je počítán jako dvojnásobek průměru jednoduché příze.

Min_s: Z Obr. 37, 40, 42, 45 vyplývá, že u všech přízí čtyř různých jemností dochází u experimentálních křivek Min_s k mírnému stoupání při nižších skacích zákrutech. Následně začínají klesat, což nenapodobuje trend křivky vypočítané z teoretického vztahu Min_s (1*). Křivky mají tvar přímky, neberou v úvahu změnu příčného rozměru vlivem rozkručováním vláken při předním zákrutu a stlačení vláken při zákrutu skacím. Vztah počítá s deformací původního průřezu u jednoduché volné příze v přízi dvojmo skané.

Max_s/ Min_s: Charakteristické rozměry byly sečteny a vyděleny dvěma, vznikla tak průměrná hodnota příčných rozměrů. Vztah je sice porovnáván s experimentálním rozměrem D_1 , poskytuje nám pouze funkci informativní. S tímto příčným rozměrem se hodnoty ani u jednoho typu příze neshodují, jsou nižší a spíše se přibližují experimentálním hodnotám Max_s , viz Obr.: 38, 41, 44, 47. Vztah uváděný jako průměr skané příze u teoretických modelů (1*), (2*), (3*) je nevhodný.

Teoretický vztah (2*)

Max_s: Vztah (2*) je počítán jako dvojnásobek průměru jednoduché příze, stejně jak je tomu u předchozího vztahu. Na Obr. 36, 39, 42, 45 je vidět konstantní průběh obou rozměrů, je nevhodný ze stejných důvodů jako vztah (1*).

Min_s: Na Obr. 37, 40, 43, 46 můžeme vidět, že teoretická křivka má výrazně nižší charakter než experimentálně naměřená. Vztah počítá s úhlem sklonu vlákna vlivem zvyšujícího se zákrutu, křivka stoupá, nekopíruje však trend experimentální, kde po vlastním skaní nastává zaplnění vláken a tím pokles hodnot Min_s. Vztah se zdá nevhodný.

Teoretický vztah (3*)

Vztah vycházející ze vztahu (1*) je doplněn o seskání, což jak již bylo řečeno, je jedním z nejdůležitějších faktorů působících na příčné rozměry.

Max_s: Křivky na Obr. 36, 39, 42, 45 na rozdíl od ostatních napodobují trend křivky experimentální, zaznamenáváme odpovídající pokles vlivem zakrucování. Pro tento rozměr je vztah (3*) nejvhodnější.

Min_s: U teoretického výpočtu tohoto rozměru se projevuje vliv seskání. Křivka stoupá, což by mělo korespondovat s rozkrucováním předních zákrutů a následný pokles, kde by mělo nastat vlastní skaní. Z Obr. 40, 43, 46 však vidíme, že tyto jevy začínají v jiných hodnotách zákrutů než ty experimentální. Opačný trend má příze o jemnosti 2x20 tex Obr. 37. U této příze, jak již bylo řečeno v kapitole 3.3.2, jsou hodnoty seskání neustále v záporných hodnotách.

Teoretický vztah (4*)

Podobně jak je to u vztahu (*2), počítá vztah (4*) s úhlem sklonu vlákna.

D₁: Z grafů na Obr. 38, 41, 44, 47 vyplývá, že tento vztah je nejbližší experimentálním hodnotám a napodobuje trend klesání vlivem zakrucování. Vztah je nejvhodnější pro výpočet tohoto příčného rozměru.

3. Závěr

Diplomová práce je zaměřená na dvojmo skanou přízi, její strukturu, vlastnosti a způsob skaní. Teoretická část nám přibližuje technologii skaní, základní parametry, definuje příčné rozměry, možnosti a popis jejich měření. Také jsou v této části uvedeny existující vztahy pro definici příčných rozměrů dvojmo skané příze.

Cílem práce bylo zjistit vliv parametrů (zákrut, seskání) na charakteristické rozměry Max_s , Min_s , D_1 , ověření existujících teoretických vztahů pro výpočet těchto rozměrů a porovnání s hodnotami získanými z experimentu. Samotnému experimentu předcházelo zjištění základních parametrů skané příze, provedení snímání podélných pohledů a vyhodnocení příčných rozměrů. Pro každou jemnost bylo nasnímáno 100 pohledů. Příze byly měřeny obrazovou analýzou a hodnoty zpracovány programem MatLab.

Na základě výsledků experimentálního měření bylo popsáno chování polyesterové dvojmo skané příze o různé jemnosti a zákrutové hustotě. Při sledování vlivů rostoucího počtu zákrutů je zřetelný pokles všech tří rozměrů. Dochází k vnitřnímu stlačení vláken, tzv. zaplnění. V této kapitole byla také predikována závislost příčných rozměrů na zákrutech pomocí regresní přímky. Vyhodnocením koeficientu determinace se nám potvrdila poměrně silná závislost hlavně u vyšších rozměrů.

Důležité bylo sledování seskání, kde byl vysvětlen počátečný vzestup hodnot a následné klesání, které jsme mohli nejlépe pozorovat u rozměru Min_s . Při skaní nastává nejdříve rozkrucování přadních zákrutů u jednoduchých přízí, seskání je v záporných hodnotách. Jemnější příze mají vyšší počet těchto zákrutů než příze s jemností větší, jak jsme mohli vidět u PES příze 2x20 tex, kde po celou dobu dochází k rozkrucování jednoduchých přízí. Naopak u příze 2x35,5 dochází k vlastnímu skaní a zaplnění vláken dříve.

Dalším úkolem byla komparace teoretických vztahů a experimentálních hodnot příčných rozměrů dvojmo skané příze. Teoretické vztahy (1*), (2*), (3*), (4*) byly porovnány s hodnotami získanými z experimentálního měření.

Pro výpočet Max_s se zdá být nejvhodnější teoretický vztah (3*), který má tendenci napodobovat tvar křivky experimentální. Pro příčný rozměr Min_s se tento vztah oproti ostatním také jeví jako nejvhodnější, avšak hodnoty, kde by mělo začínat



rozkrucování přádních zákrutů, jsou výrazně posunuté. Tento vztah je potřeba dále vyvíjet. Bylo by vhodné počítat s přádním zákrutem a zaplněním vláken v přízi.

Z výsledků všech vztahů můžeme usoudit, že kromě Max_s (3*), nejlépe koresponduje s experimentálním měřením teoretický vztah (4*) pro výpočet průměru příze D_1 . Do budoucna se doporučuje i pro tento vztah napodobit model (3*), kde se významně projevil vliv seskání. Naopak se nedoporučuje počítat podle vztahů (1*), (2*), které se značně odkloňují od skutečného vývoje trendu příčných rozměrů.

Faktorů, které ovlivňují příčné rozměry, je mnoho. Především však počet přádních zákrutů, jemnost příze a velikost seskání, zaplnění příze, atd. Všechny vztahy je potřeba dále vyvíjet a pokusit se o zlepšení nejlépe teoretického vztahu (4*), který by nejhodněji zastupoval hodnotu průměru skané příze. To by mohlo být námětem další diplomové práce.



4. Literatura

- [1] Ursíny, P.: Předání II., skripta TUL, Liberec 2001
- [2] Křemenáková, D.: Modelování geometrie a pevnosti bavlnářských přízí. Habilitační práce, Liberec 2005
- [3] IN 12-108-01/01 Definice. Geometrické vlastnosti staplových přízí. TUL, 2002
- [4] <http://www.miniknittingstuff.com/yarn6.htm>
- [5] Dostálová, M. Křivánková, M.: Základy textilní a oděvní výroby. Skriptum TUL, 2004
- [6] Jirásková, P.: Experimentální analýza skaní opačným skacím zákrutem, Diplomová práce, Liberec, 1995
- [7] Neckář, Bohuslav; Kovářová, Anastázie. Struktura Příze: Fyzikální model vnitřní struktury. Liberec: SVÚT, 1980.
- [8] http://www.amtaxyarns.com/plied_yarns.htm
- [9] Marko, J.: Jádrová skaná nit, Kandidátská dizertační práce, Liberec, 1990
- [10] Neckář, B.: Příze. SNTL Praha, 1990
- [11] Ursíny, P.: Předání I. Skriptum TUL, 2001
- [12] IN 11-108-01/01 Definice. Geometrické veličiny vláken
- [13] Dolinská, A.: Modelování ťažnosti dvojmo skané příze, Diplomová práce, 2009
- [14] Vyšanská, M.: Základní charakteristiky popisující strukturu příze a jejich souvislosti – - dvojmo skaná příze. Interní zpráva. VUTS
- [15] Kopecká, L.: Příčné rozměry dvojmo skané příze, Diplomová práce, 2009
- [16] Voborová, J., Neckář, B.: Chlupatost a průměr příze, interní norma IN 22-102-01/01, Liberec, 2001
- [17] Vyšanská, M.: Hodnocení podélných pohledů na přízi – dvojmo skaná a jednoduchá příze



- [18] IN 22-102-02/01 Příčné rozměry dvojmo skané příze a průměr příze. Řezy
- [19] IN 22-108-01/01 Průměr a chlupatost příze
- [20] Vyšanská, M.: Skaná příze – interní zpráva I, II, III pro VÚTS, TUL, Liberec, 2007
- [21] Obrázek katedry KTM
- [22] <http://www.skolertextilu.cz/vlakna/index.php?page=13>
- [23] ČSN EN ISO 2061 Textilie - Zjišťování zákrutů nití - Metoda přímého počítání
- [24] <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/TextilniZkusebnictvi.pdf>
- [25] Vyšanská, M.: Interní norma č. 32-102-01/01, Příčné rozměry dvojmo skané příze a průměr jednoduché příze, Podélné pohledy, TUL, Liberec, 2007
- [26] http://is.muni.cz/el/1423/podzim2004/SOC418/Lekce_10_regrese.doc



5 Přílohy

Příloha č. 1: Vyhodnocení příčných rozměrů dvojmo skané PES příze o jemnosti 2 x 20 tex

Příloha č. 2: Vyhodnocení příčných rozměrů dvojmo skané PES příze o jemnosti 2 x 25 tex

Příloha č. 3: Vyhodnocení příčných rozměrů dvojmo skané PES příze o jemnosti 2 x 29,5 tex

Příloha č. 4: Vyhodnocení příčných rozměrů dvojmo skané PES příze o jemnosti 2 x 35,5 tex

Příloha č. 5: Vyhodnocení zákrutů a seskání dvojmo skané PES příze

Příloha č. 6: Ukázka sejmutého obrazu dvojmo skané příze

Příloha č. 7: Vztahy pro empirický výpočet mocnin o , m pro teoretický vztah (3*)



Příloha č. 1: Vyhodnocení příčných rozměrů dvojmo skané PES příze o jemnosti 2 x 20 tex

Zs[m ⁻¹]	Max _s [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní mez	Dolní mez	
217,28	672,56	56,54	8,40	683,64	661,48	666,10
302,08	677,77	61,85	9,12	689,89	665,65	671,61
392,96	663,01	69,84	10,53	676,76	649,25	664,27
501,28	623,90	57,95	9,28	635,25	612,54	616,56
561,60	589,49	50,69	8,59	599,48	579,51	583,53
Zs[m ⁻¹]	Min _s [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní mez	Dolní mez	
217,28	391,73	32,50	8,29	398,10	385,36	392,69
302,08	409,75	36,63	8,94	416,93	402,57	411,04
392,96	420,21	47,29	11,25	429,48	410,94	416,54
501,28	420,86	39,47	9,38	428,64	413,08	414,71
561,60	403,32	35,53	8,81	410,32	396,32	403,70
Z _s [m ⁻¹]	D ₁ [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní mez	Dolní mez	
217,28	705,88	63,57	9,01	718,34	693,42	700,97
302,08	711,68	67,26	9,45	724,87	698,50	711,98
392,96	701,30	76,60	10,92	716,39	686,21	704,64
501,28	651,79	61,62	9,45	663,87	639,71	653,26
561,60	620,26	60,83	9,81	632,18	608,34	612,89



Příloha č. 2: Vyhodnocení příčných rozměrů dvojmo skané PES příze o jemnosti 2 x 25 tex

Zs[m ⁻¹]	Max _s [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní mez	Dolní ímez	
209,50	790,89	65,47	8,28	803,72	778,05	792,72
297,00	770,89	61,78	8,01	783,06	758,72	774,37
390,33	730,55	72,05	9,86	744,74	716,36	726,66
499,83	690,44	69,04	10,00	704,04	676,84	689,96
574,17	656,78	62,16	9,46	669,03	644,54	653,26
Zs[m ⁻¹]	Min _s [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní m	Dolní mez	
209,50	462,57	42,12	9,11	470,87	464,27	466,09
297,00	483,16	44,86	9,29	491,95	474,36	482,61
390,33	487,41	51,93	10,66	497,59	477,23	488,11
499,83	482,61	54,25	11,24	493,24	471,97	480,77
574,17	469,69	40,57	8,64	477,72	461,65	469,76
Zs[m ⁻¹]	D ₁ [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní mez	Dolní mez	
209,50	828,98	72,80	8,78	843,32	814,64	836,76
297,00	808,10	72,17	8,93	822,32	793,89	803,73
390,33	761,67	76,14	10,00	776,75	746,60	752,35
499,83	736,94	78,01	10,59	752,23	721,65	724,83
574,17	702,16	65,61	9,34	715,08	689,23	700,97



Příloha č. 3: Vyhodnocení příčných rozměrů dvojmo skané PES příze o jemnosti 2 x 29,5 tex

Z_z [m ⁻¹]	Max _s [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní index	Dolní index	
215,30	808,90	63,7993	7,8871	821,40	796,40	811,07
306,43	843,24	61,5223	7,2959	855,36	831,12	836,76
395,65	838,66	79,9483	9,5328	854,33	822,99	829,42
499,30	800,9041	63,7839	7,9640	813,40	788,40	796,39
562,09	780,6090	70,2335	8,9973	794,37	766,84	778,04
Z_z [m ⁻¹]	Min _s [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní index	Dolní index	
215,30	486,6272	37,1279	7,6296	493,94	479,31	488,11
306,43	530,2965	43,3872	8,1817	538,84	521,74	528,48
395,65	559,3080	52,8395	9,4473	569,66	548,95	561,51
499,30	556,8124	44,0464	7,9105	565,44	548,17	559,67
562,09	555,3444	50,6301	9,1169	565,26	545,42	552,33
Z_z [m ⁻¹]	D ₁ [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní index	Dolní index	
215,30	849,6424	68,4533	8,0567	863,19	836,08	844,10
306,43	884,5071	65,8109	7,4404	897,47	871,54	877,13
395,65	877,7906	86,0413	9,8020	894,65	860,92	860,61
499,30	829,7166	67,2450	8,1046	842,96	816,47	825,75
562,09	811,7306	77,2831	9,5208	826,87	796,58	809,23



Příloha č. 4: Vyhodnocení příčných rozměrů dvojmo skané PES příze o jemnosti 2 x 35,5 tex

Zs[m ⁻¹]	Max _s [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní index	Dolní index	
218,43	959,76	71,78	7,47	973,90	945,61	957,87
296,35	928,80	103,41	11,13	949,07	908,53	924,84
393,04	857,92	78,18	9,11	873,32	842,52	844,10
505,04	788,27	61,97	7,86	800,42	776,13	792,72
561,74	770,73	59,82	7,76	782,46	759,01	765,19
Zs[m ⁻¹]	Min _s [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní index	Dolní index	
218,43	606,02	55,91	9,22	616,98	595,06	601,88
296,35	620,59	66,50	10,71	633,63	607,56	614,72
393,04	603,97	60,31	9,98	615,79	592,14	598,21
505,04	583,12	45,35	7,77	592,01	574,23	583,53
561,74	571,25	35,94	6,29	578,34	564,17	565,18
Zs[m ⁻¹]	D ₁ [μm]	Směrodatná odchylka [μm]	Variačný koeficient [-]	IS [%]		Medián [μm]
				Horní index	Dolní index	
218,43	999,05	75,38	7,54	1013,90	984,20	998,24
296,35	963,19	106,53	11,06	984,07	942,31	945,02
393,04	891,77	85,34	9,56	908,58	874,96	884,47
505,04	818,77	66,09	8,07	831,73	805,82	823,91
561,74	799,10	60,14	7,52	810,89	787,31	796,39

Příloha č. 5: Vyhodnocení zákrutů a seskání**PES příze o jemnosti 2 x 20 tex**

Zs [m ⁻¹]	Směr.odch. [m ⁻¹]	Var.koef.	Seskání [%]
217,28	14,59	14,88	-0,86
302,08	17,97	16,81	-1,03
392,96	18,84	20,85	-0,83
501,28	18,96	26,43	-0,49
561,60	21,97	25,56	-0,27

PES příze o jemnosti 2 x 25 tex

Zs [m ⁻¹]	Směr.odch.[m ⁻¹]	Var.koef.	Seskání [%]
209,50	10,13	20,67	-0,81
297,00	13,41	22,15	-0,87
390,33	24,00	16,27	-0,78
499,83	22,21	22,51	-0,07
574,17	31,63	18,15	0,29

PES příze o jemnosti 2 x 29,5 tex

Zs [m ⁻¹]	Směr.odch.[m ⁻¹]	Var.koef.	Seskání [%]
215,30	10,42	20,66	-0,84
306,43	12,75	24,04	-0,86
395,65	13,85	28,56	-0,47
499,30	23,53	21,22	0,30
562,09	29,71	18,92	0,94

PES příze o jemnosti 2 x 35,5 tex

Zs [m ⁻¹]	Směr.odch.[m ⁻¹]	Var.koef.	Seskání [%]
218,43	14,10	15,49	-0,71
296,35	19,18	15,45	-0,56
393,04	18,85	20,85	-0,10
505,04	21,82	23,15	1,13
561,74	22,07	25,45	1,92

Příloha č.6: Ukázka sejmutých obrazů dvojmo skané příze



Příloha č. 7: Vztahy pro empirický výpočet mocnin o , m pro teoretický vztah (3*)

$$M_{\max} = \left| \frac{\log Max_s - \log(2)Max_s}{\log(1 - \delta)} \right|$$

$$M_{\min} = \left| \frac{\log\left(\frac{1}{\delta \cdot 100}\right)}{\log Min_s - \log(2)Min_s} \right|$$