

Hodnocení povrchových vlastností plošných textilií

Bakalářská práce

Studijní program:

B3107 Textil

Studijní obor:

Výroba oděvů a management obchodu s oděvy

Autor práce:

Lenka Budošová

Vedoucí práce:

Ing. Eva Hercíková
Katedra oděvnictví





Zadání bakalářské práce

Hodnocení povrchových vlastností plošných textilií

Jméno a příjmení: **Lenka Budošová**
Osobní číslo: T15000363
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Výroba oděvů a management obchodu s oděvy
Zadávací katedra: Katedra oděvnictví
Akademický rok: **2017/2018**

Zásady pro vypracování:

1. Popište vlastnosti specifikující povrch plošných textilií
2. Provedte rešerši zaměřenou na problematiku hodnocení povrchových vlastností plošných textilií. Zaměřte se především na drsnost a tření plošných textilií.
3. Navrhněte experiment pro hodnocení výše zmíněných vlastností na dostupných zařízeních.
4. Provedte experiment dle návrhu a získaná data vhodně vyhodnoťte. Formulujte zjištěné závěry.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

dle rozsahu dokumentace
cca 40 stran
tištěná
Čeština



Seznam odborné literatury:

- Park, K. H., Kwon, Y. H., Oh, K. W.: The Surface Roughness Measurement for Textiles Fabrics by a Non-Contact Method for Tactile Perception. In. College of Advanced Technology, Kyung Hee University, Korea, 2010
- Xin, B., Hu, J., Baciu, G.: Visualisation of Textile Surface Roughness Based on Silhouette Image Analysis, Textile Research Journal 80(2), 166-176, 2010
- Semnani, D., Hasani, H., Behtaj, S., Ghorbani, E.: Surface Roughness Measurement of Weft Knitted Fabrics Using Image Processing. Fibres&Textiles in Eastern Europe, vol. 19(3), pp. 55-59 (2011).
- GUPTA, Bhupender S. a Radko KOVÁŘ. Friction in textile materials. Boca Raton: CRC Press, 2008. ISBN 978-1-85573-920-8.

Vedoucí práce:

Ing. Eva Hercíková
Katedra oděvnictví

Datum zadání práce:

16. listopadu 2017

Předpokládaný termín odevzdání:

10. ledna 2020

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

L.S.

prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
vedoucí katedry

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

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

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

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS/STAG se shodují.

15. prosince 2019

Lenka Budošová

Poděkování

Děkuji své vedoucí bakalářské práce Ing. Evě Hercíkové za trpělivost, odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnovala. Dále děkuji své rodině, svým přátelům a blízkým za podporu během studia a při psaní bakalářské práce.

Anotace

Cílem mé bakalářské práce bylo vyhodnotit a porovnat výsledky koeficientu tření a drsnosti povrchu plošné textilie získané z přístroje KES-FB4 a výsledky drsnosti povrchu, které byly naměřeny přístrojem Talysurf CLI 500 a přístrojem KES-FB4 .

Rešeršní část této bakalářské práce se zabývá problematikou hodnocení povrchových vlastností textilií, především hodnocením drsnosti povrchu plošných textilií. Jsou zde popsány povrchové vlastnosti plošných textilií, tření a drsnost povrchu.

V praktické části bylo pracováno s deseti vybranými vzorky. Všechny vzorky byly změřeny systémem KES i na přístroji Talysurf CLI 500. Kvůli absenci přístroje pro měření tření textilií, jsme se pokusili ze získaných výsledků alespoň popsat závislost tření a drsnosti pomocí systému KES. Větší pozornost je tedy věnována hodnocení drsnosti povrchu textilií, která byla měřena i na přístroji Talysurf CLI 500.

Klíčová slova: Plošná textilie, tření, drsnost povrchu, KES, Talysurf CLI 500

Annotation

The aim of my bachelor's thesis is to compare results of friction and roughness on surface of fabrics which were taken from device KES-FB4 and results of roughness on surface of fabrics from device Talysurf CLI 500 and from device KES-FB4.

The research part of this bachelor's thesis is aimed at the problematic of evaluation of surface properties of textiles, primarily the evaluation of surface roughness of flat textiles. This bachelor's thesis describes surface properties of fabrics, friction and roughness of surface.

In the practical part were selected and measured ten samples. All of these samples were measured by system KES and also by Talysurf CLI 500. Because of the absence of device, which measures friction of fabrics, we tried to describe dependence of friction and roughness on all samples with the help of system KES. Therefore greater attention is paid to evaluation of roughness of textiles, which was measured on device Talysurf CLI 500.

Key words: Textile fabrics, friction, roughness of surface, KES, Talysurf CLI 500

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	10
1 Úvod.....	12
Rešeršní část	13
2 Plošné textilie.....	13
2.1 Tkaniny	13
2.2 Pleteniny.....	14
2.3 Netkané textilie	15
2.4 Vrstvené textilie	16
2.5 Oděvní krajkovina.....	17
3 Vlastnosti povrchu plošných textilií	18
3.1 Lesk.....	18
3.2 Otěr.....	19
3.3 Klouzavost.....	19
3.4 Žmolkovitost	21
3.5 Zátřhovost	21
3.6 Oděr.....	22
4 Tření.....	23
4.1 Tribologie.....	23
4.2 Definice tření.....	24
4.3 Makroskopické zákony tření	24
4.4 Druhy třecích sil.....	25
4.4.1 Smykové tření	25
4.4.2 Valivé tření	26
4.4.3 Tření opásáním (Eulerovo tření).....	27
4.5 Lubrikace.....	28

4.6	Tření v textilu.....	29
5	Drsnost.....	30
5.1	Definice drsnosti povrchu	30
5.2	Přehled současné situace	30
5.3	Metody hodnocení povrchu textilií	33
5.3.1	Subjektivní metoda hodnocení drsnosti povrchu textilií	34
5.3.2	Objektivní metody hodnocení drsnosti povrchu.....	34
5.4	Základní pojmy drsnosti povrchu.....	39
5.5	Normalizované charakteristiky drsnosti povrchu.....	42
5.5.1	Střední aritmetická odchylka profilu	42
5.5.2	Výška nerovností profilu z deseti bodů	43
5.5.3	Největší výška nerovností profilu.....	43
5.5.4	Střední rozteč nerovností profilu	43
5.5.5	Střední rozteč místních výstupků profilu.....	44
5.5.6	Nosný podíl.....	44
	Experimentální část.....	45
6	Použitý materiál	45
7	Vyhodnocení výsledků	47
7.1	Vyhodnocení výsledků z přístroje KES-FB4.....	50
7.1.1	Vyhodnocení výsledků z přístroje KES-FB4 ve směru osnovy	51
7.1.2	Vyhodnocení výsledků ze systému KES ve směru útku.....	53
7.2	Vyhodnocení TALYSURF CLI 500	56
7.3	Porovnání obou měřících zařízení.....	61
7.4	Diskuze k získaným výsledkům.....	63
8	Závěr	64
9	Zdroje.....	66

Seznam obrázků.....	68
Seznam tabulek.....	69
Seznam příloh.....	70

Seznam použitých zkratk a symbolů

$(y)_x$	funkce popisující profil
Σ	suma
3D	třidimenzionální rozměr
f	koeficient tření [-]
F	součinitel smykového tření [N]
f_s	součinitel tření opásáním [-]
F_0	napínací síla před tělesem [N]
F_n	normálová síla [N]
F_t	třecí síla [N]
k	počet průsečíků křivky profilu se střední čarou měřeného úseku
KES	Kawabata Evaluation System
L	dráha pohybu snímačů [mm]
l	základní délka [m]
l_p	nosná délka profilu
m_1	hmotnost vzorku před zkouškou [kg]
m_2	hmotnost vzorku po zkoušce [kg]
MIU	střední hodnota koeficientu [-]
MMD	střední odchylka koeficientu tření [-]
n	počet roztečí na střední čáře profilu
N	počet nejvyšších bodů místních výstupků v základní délce
N_p	počet měření
P parametr	parametr vypočítaný ze základního profilu
R	poloměr tělesa [m]
R - parametr	parametr vypočítaný z profilu drsnosti
R_a	střední aritmetická odchylka profilu [μm]
R_m	největší výška nerovností profilu [μm]
R_p	největší výška výstupku profilu [μm]
R_t	celková výška profilu [μm]
R_z	výška nerovností profilu z deseti bodů [μm]
S	střední rozteč místních výstupků profilu [μm]
S	směrodatná odchylka

S_i	rozteč místních výstupků
S_m	střední rozteč nerovností profilu [m]
S_m	střední rozteč nerovností profilu [μm]
SMD	střední odchylka geometrické drsnosti [μm]
S_x	směrodatná odchylka 1. veličiny
S_{ys}	směrodatná odchylka 2. veličiny
T	tloušťka textilie [mm]
t_p	nosný podíl [%]
U	úbytek hmotnosti [%]
V	variační koeficient [%]
W - parametr	parametr vypočítaný z profilu vlnitosti
x	úsečka profilu odečítaná na střední čáře
X_s	šířka prvku
y_i	souřadnice n bodů profilu povrchu v mezích základní délky
y_{pmi}	výška i - tého nejvyššího výstupku profilu
y_{vmi}	výška i - tého nejvyšší prohlubně profilu
Z_p	výška výstupků profilu
Z_t	výška prvku profilu
Z_v	hloubka prohlubně
θ	úhel opásání [rad]
M	koeficient tření [-]
M	koeficient tření [-]
ρ	korelační koeficient [-]
ρ_s	plošná měrná hmotnost [g/m^2]
ξ	rameno valivého odporu [m]

1 Úvod

Drsnost je jedním z parametrů struktury povrchu a také patří mezi povrchové vlastnosti plošných textilií. Drsnost povrchu je spojena s kvalitou, uživatelským komfortem, vzhledem a omakem textilie. Lze ji ovlivnit například použitým materiálem, plošnou hmotností, povrchovou úpravou nebo vazbou. O drsnosti nelze mluvit jako o nežádoucí vlastnosti. Je to vlastnost určená pro konkrétní účel. Stejně tomu je i u tření.

Tření způsobuje opotřebení materiálů, čímž omezuje jejich životnost a zvyšuje tak i provozní náklady, na druhé straně si život bez něj nedokážeme představit. Tření provází veškeré vzájemné působení všech těles v přírodě, která spolu přijdou do styku. Tření je velice důležitou součástí našeho života, protože doprovází jak relativní klid, tak i pohyb těles, tedy i lidského těla. S drsností velmi úzce souvisí také tření. Čím drsnější je povrch textilie, tím větší je tření. S třením se zvyšuje námaha a také opotřebení plošných textilií.

Rešeršní část se zabývá hodnocením povrchových vlastností plošných textilií. Hlavním tématem je především tření a drsnost povrchu plošných textilií.

V experimentální části je měřeno a hodnoceno celkem deset vzorků. K hodnocení byly použity přístroje Talysurf CLI 500 a KES- FB4 pro měření drsnosti a tření povrchu textilií. Cílem je zhodnotit naměřená data z obou přístrojů a porovnat je.

Rešeršní část

2 Plošné textilie

Jedním z důležitých produktů textilní výroby je délková textilie, jako vlákno či příze. Podle způsobu výroby vzniknou plošné textilie zpracováním délkových textilií na tkaninu, pleteninu, netkanou textilií, krajkou, vrstvenou textilií atd. Struktura příze se vytváří během její výroby, a proto je zvolená technologie výroby pro strukturu příze a tím tedy i **plošné textilie** stěžejní. Pro příze mají značný význam mechanické vlastnosti vláken. Podskupinu mechanických vlastností tvoří tření, se kterým úzce souvisí drsnost. [1]

2.1 Tkaniny

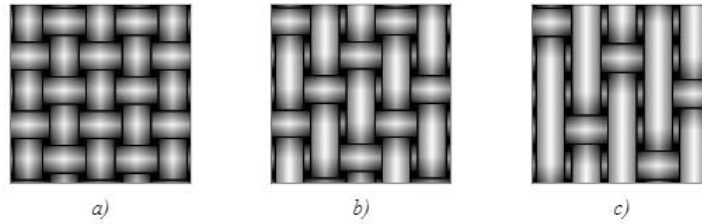
Tkanina je plošná textilie, která je z pravidla vytvořená ze dvou nebo více vzájemně kolmých soustav nití – osnovní a útkové, které se navzájem provazují a tak vznikají různé druhy vazeb. Vazba určuje vzhled tkaniny, vytváří vzory a ovlivňuje užité a zpracovatelské vlastnosti tkaniny. Tkaniny vznikají v procesu tkaní na tkalcovském stavu. Tkaniny jsou dostatečně pevné a méně pružné než pleteniny. Schéma tkaniny je zobrazeno na obr. 2. [1, 2]

Parametry, které definují tkaninu jsou:

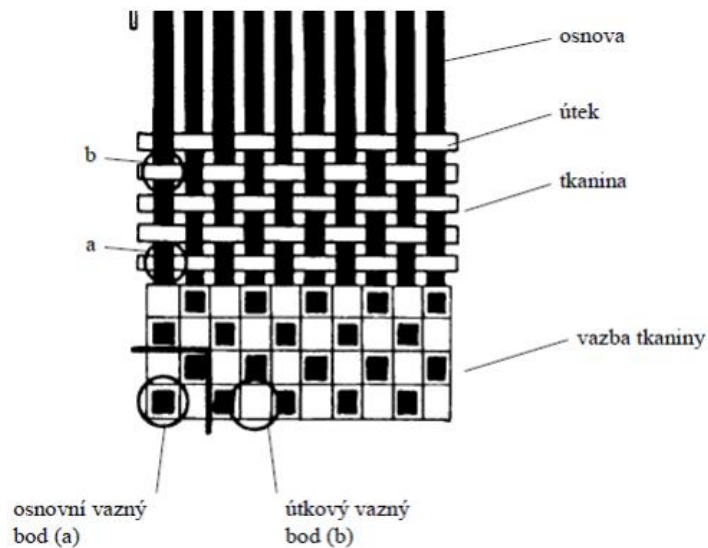
- *materiálové složení* \Rightarrow surovina
- *plošná hmotnost* \Rightarrow $[\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}]$
- *objemová hmotnost* \Rightarrow $[\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}]$
- *tloušťka* \Rightarrow $[\text{mm}]$
- *dostava* \Rightarrow počet nití jedné soustavy na jednotku délky druhé soustavy
- *setkání* \Rightarrow relativní hodnota vyjadřující zkrácení nitě způsobené tkaním [%] [2]

Základní vazby tkanin (viz. obr. 1)

- plátňová vazba
- keprová vazba
- atlasová vazba [2]



Obrázek 1 a) plátňová vazba, b) třívazný osnovní kepr, c) pětivazná osnovní atlasová vazba s postupným číslem 3



Obrázek 2 Základní pojmy tkaniny

2.2 Pleteniny

Pleteniny jsou další velkou skupinou plošných textilií, které se používají v oděvním průmyslu. Vytváří se z jedné nebo více soustav nití, které jsou vzájemně propojeny pletařskou technikou. Základním prvkem pletenin je očko. Pletenina je tedy tvořena očky, která se navzájem různě prolétají a určují vzor a vlastnosti pleteniny.

Pleteniny mají vyšší tažnost, jsou pružné, prodyšné, nemačkové a mají dobré tepelně-izolační vlastnosti. Na straně druhé jsou snadno páratelné a může docházet k zátrhovosti. [2, 3]

Parametry, které definují pleteninu jsou:

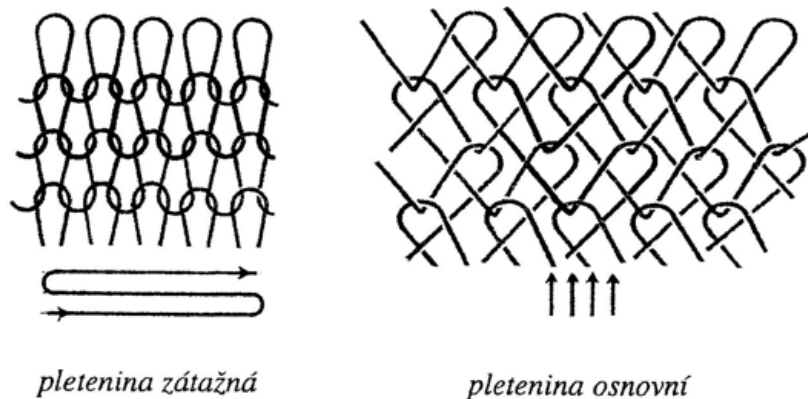
- *materiálové složení* ⇒ surovina
- *plošná hmotnost* ⇒ [kg.m⁻²]
- *tloušťka* ⇒ [mm]
- *hustota* ⇒ počet řádků/sloupků na jednotku délky[ř/100 mm], [sl/100 mm]
- *spletení* ⇒ [%]
- *vazba* ⇒ (zátažná, osnovní) [2]

Rozdělení pletenin podle použité soustavy nití:

- **Pleteniny zátažné** – z příčné soustavy nití
- **Pleteniny osnovní** – z podélné soustavy nití

Pletenina zátažná (ZP) je tvořena z vodorovné soustavy nití (jedné nebo více) postupně v příčném směru po řádcích, nit je vedena ve směru řádku. ZP je snadněji páratelná.

Pletenina osnovní (OP) je tvořena ze svislé soustavy nití. Očka se tvoří v podélném směru po sloupcích (celý řádek najednou), nit je vedena ve směru sloupků. OP je obtížněji páratelná. Osnovní i zátažnou pleteninu můžeme vidět na obr. 3. [4]



Obrázek 3 Pletenina zátažná a osnovní

2.3 Netkané textilie

Netkaná textilie je plošný textilní útvar vyrobený z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených třením, kohezí nebo adhezí jednotlivých částic textilie. Jedná se o novou technologii 20. století, kdy základem je vlákenné rouno, které se různými způsoby pojí. Již podle názvu jde o textilie, které se netkají. Výroba je méně náročná na kvalitu vláken a technologii výroby je ekonomicky výhodná.

Netkané textilie jsou často používány pro jednorázové použití speciálních vrchových materiálů jako jsou ochranné oděvy do laboratoří, do nemocnice atd.. V oděvní výrobě slouží NT také jako oděvní výztužné vložky za účelem vyztužení oděvů a dále jako výplňkový materiál pro zvýšení tepelně izolačních účinků. NT je zobrazena na obr. 4. [5]



Obrázek 4 Netkaná textilie

2.4 Vrstvené textilie

Vrstvené textilie jsou složeny ze dvou či tří textilních materiálů, které jsou spojené různými způsoby. Prvním způsobem je prošívání nebo proplétání, druhým způsobem je natavování nebo laminování (lepení pěny). Příklad vrstvené textilie je zobrazen na obr. č. 5. [1]

- Spojení textilních materiálů prošíváním nebo propletením

Jednotlivé vrstvy textilních materiálů jsou spojeny v jeden celek na vícejehlových strojích.

Je to například:

- dvouvrstvý útvar = vrchový materiál + rouno
- trojvrstvý útvar = vrchový materiál + rouno + podšívka

- Spojení textilních materiálů natavováním nebo lepením polyuretanové pěny

Tento způsob je u oděvních textilií nejvíce rozšířený. Povrch pěny je v celé šíři nataven plamenem a tím se stává lepivým. K takto vzniklému lepivému povrchu je přitlačena textilie. Po ochlazení se vytvoří pevný spoj. [1]

Druhý způsob výroby je lepením polyuretanové folie s nosnou textilií s použitím roztoků nebo disperzí pojiv. [1]



Obrázek 5 Vrstvená textilie

2.5 Oděvní krajkovina

Příkladem další plošné textilie je oděvní krajkovina zobrazena na obr. č. 6. Je to řídká průhledná textilie, která se zhotovuje krajkářskou technikou. Základem výroby krajkovin bylo paličkování, od něhož bylo následně odvozeno šití, háčkování, pletení i síťování. Podle způsobu výroby ji můžeme rozdělit do dvou skupin. První skupinou je ruční krajkovina – krajkovina šitá, paličkovaná, háčkováná, pletená, provazovaná. Druhou skupinou je strojová krajkovina – krajkovina tylová, paličkovaná, vyšívána. [2]



Obrázek 6 Oděvní krajkovina

3 Vlastnosti povrchu plošných textilií

Vlastnosti povrchu plošných textilií patří mezi charakteristiky, které je možné hodnotit subjektivní metodou nebo objektivní metodou pomocí měřících zařízení. Používáním oděvu se vlastnosti povrchu textilií mění, snižuje se jejich užitná hodnota (stírá se vybarvení, odírá se atd.) Mezi povrchové vlastnosti patří např.:

- lesk, otěr, klouzavost, žmolkovitost, zátrhovost, oděr

Všechny tyto vlastnosti pak dohromady určují výslednou kvalitu povrchu plošné textilie. Každou uvedenou vlastností se budeme zabývat zvlášť. Třením a drsností plošných textilií se budeme zabývat ve zbytku práce, viz kapitola 4 a 5. [2, 6]

Vlastnosti plošných textilií jsou závislé:

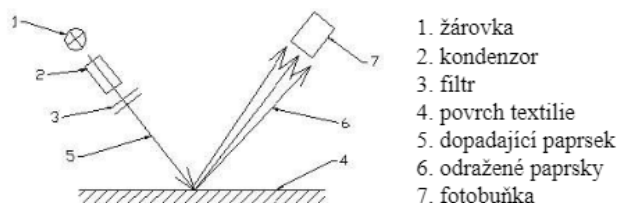
- na vlastnostech délkových textilií (vláken, přízí, nití)
- na konstrukci plošné textilie
- na konečné úpravě [2, 6]

3.1 Lesk

Lesk na povrchu textilie vzniká zatlačením odstávajících vláken do povrchu textilie (buď záměrně technologií, nebo užíváním oděvu). Povrch pak více odráží dopadající světlo a tím vykazuje vyšší lesk. Lesk samotných vláken (přírodních i chemických) nemusí být konstantní a může se podle jejich zpracování měnit (např. bavlna mercerací), což má pak za následek získání vyššího lesku. U některých textilií, zejména u sportovních oděvů, se dokonce vyžaduje vysoký lesk lícního povrchu, protože taková textilie má velmi nízký odpor tření vůči vzduchu a napomáhá tak vyšší rychlosti (lyžařské kombinézy). Míra lesku se značí λ a udává v [%]. U běžných textilií se pohybuje míra lesku kolem 17- 35 %. [1, 6]

Zkušební zařízení

Pro měření lesku lze použít přístroj Goniophotometer GP 3 jehož princip měření můžeme vidět na obr. č. 7. Dle normy DIN 675 30: spočívá měření v dopadu proudu světelného paprsku na povrch textilie (úhel dopadu světla je 20° , 60°). [1]



Obrázek 7 Princip činnosti přístroje Goniophotometer GP 3

3.2 Otěr

Otěr je charakteristika, vyjadřující stálobarevnost ve smyslu stírání barvy z povrchu plošné textilie. Tento parametr je používán tam, kde je povrch textilie vystaven tomuto účinku při používání a působení okolních vlivů (sluneční svit, atp.). [6]

Princip měření spočívá v tom, že zkoumaný vzorek je otírán reznou tkaninou, na které je pak množství přenesené barvy, následně je výsledný vzorek porovnán s etalony. [6]

Stálobarevnost – stálost vybarvení:

- Stálost vybarvení v otěru, v praní, v chemickém čištění (hodnocení pomocí šedé stupnice: 5- nejlepší, 1- nejhorší, pro hodnocení změny odstínu, zapouštění)
- Stálost vybarvení na světle (modrá stupnice, 8 stupňů)
- Stálobarevnost v otěru – organická rozpouštědla, v praní, v chemickém čištění, v domácím a konvenčním praní, na denním/umělém světle [6]

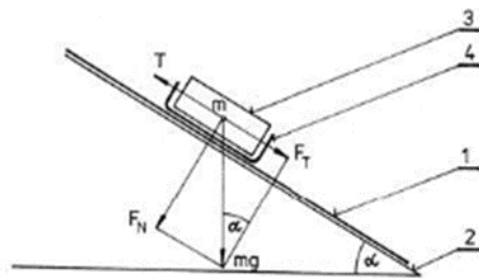
3.3 Klouzavost

Klouzavost a jí opačný pojem drsnost patří mezi povrchové vlastnosti plošných textilií, které vyplývají z třecích charakteristik vláken. Klouzavost je vyjádřena koeficientem tření [-]. Čím nižší je koeficient tření, tím roste klouzavost (pohyb je snadnější). Je určována vždy mezi dvěma povrchy a vyjadřuje ji dynamický koeficient tření, jež je odvozen ze vzájemné relace třecí a normálové síly.

U některých textilií je žádáno, aby byl jejich povrch velmi klouzavý (např. podšívkoviny). Vysoká klouzavost však velmi ovlivňuje nakládací, oddělovací i spojovací proces. Tření je věnována kapitola 4. [1, 6]

Zkušební zařízení

Měřicí přístroj Tribometr na obr. č. 8 je přístroj s nakloněnou rovinou a s regulovatelným úhlem sklonu. Úhel sklonu nakloněné roviny se postupně zvyšuje až do okamžiku, kdy se závaží dá do pohybu, tzn. že třecí síla F_T je vyšší než reakce tření T . [1, 6]



1. zkoušená textilie
2. nakloněná rovina
3. kovové závaží
4. normovaná textilie

Obrázek 8 Měřicí přístroj Tribometr

Koeficient tření je dán výrazem:

$$\mu = \frac{F_t}{F_n} \quad (1)$$

kde: F_t - třecí síla = $mg \cdot \sin \alpha$

F_n - normálová síla = $mg \cdot \cos \alpha$

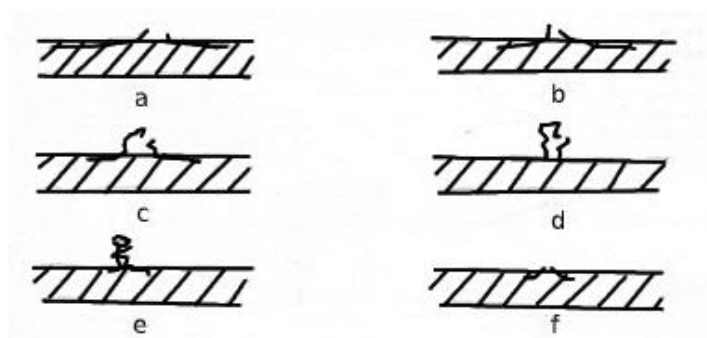
Po dosazení dostáváme:

$$\mu = \frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = \tan \alpha \quad (2)$$

platí pro $\alpha < 45^\circ$ [1], [6]

3.4 Žmolkovitost

Žmolkovitost je charakterizována jako negativní vlastnost, která se projevuje u všech druhů vláken. Žmolkování je proces, při kterém vlivem tření dochází k pozvolnému vytahování vláken nad povrch textilie. Textilie obsahuje vyčnívající vlákna (tzv. chlupatost textilie), která jsou schopna odíráním textilie o textilií nebo textilie o jiný povrch se stočit a přibírat tak k sobě další vlákna z jiné textilie. Tak vzniká klubičko vláken, které se nazývá žmolek. Tvorba žmolku je znázorněna na obr. č. 9. Žmolek může po krátkém čase odpadnout (textilie žmolkuje méně), a nebo zůstane na textilií upnutý déle (textilie žmolkuje). Proces žmolkování není tak jednoduchý, podílí se na něm už migrace vláken při tvorbě příze, jejich délka nebo hustota. Ke vzniku žmolků přispívá tření textilií po sobě, ale rovněž její ohýbání, kdy dochází mezi vlákny v přízi k vzájemnému pohybu. Žmolkování se vyjadřuje stupněm žmolkovitosti podle počtu žmolků na danou plochu (ČSN 80 08 39). [1, 6]



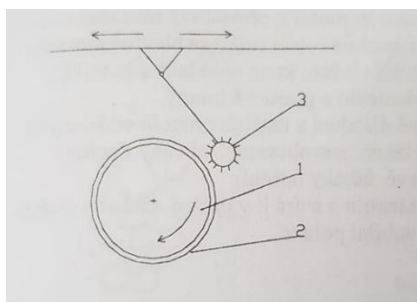
Obrázek 9 Tvorba žmolků

3.5 Zátrhovost

Zátrhovost je stejně negativní vlastnost jako žmolkovitost. Dochází k ní u oděvních textilií, kdy ostrý předmět zachytí v textilií nit a tu vytáhne. Vytažení je umožněno především tím, že tvarovaná nit dovolí deformaci již při použití nepatrné síly a třecí síly ve vazných bodech brání zpětnému pohybu nitě. Tím se nad povrchem textilie tvoří klička, která znehodnocuje vzhled. [1, 6]

Zkušební přístroj

Přístroj Mace Snag Tester tvoří čtyři pogumované hliníkové válce řazené za sebou a hnané ozubeným pásem od elektromotoru. Hodnocení probíhá podle etalonů, nebo stanovením počtu zátrhů na jednotku plochy. Schéma přístroje je zobrazeno na obr. č. 10. [1, 6]



1. válec
2. zkoušená pletenina
3. kovová koule s hroty

Obrázek 10 Schéma přístroje pro měření zatrhávání

3.6 Oděr

Způsob namáhání (narušení povrchu) plošné textilie oděrem simuluje způsob jejího praktického užívání (oděv), kdy je textilie vystavena různým povrchům. Oděr je nejagresivnější narušení povrchu celé plošné textilie a dochází k němu při kontaktu textilie s jinou textilií nebo textilie s drsným povrchem. Jednotlivá vlákna se odírají, to vede k následnému odpadávání a ulamování vláken. Dochází tak k postupnému opotřebení povrchu. Oděrové zkoušky jsou nejlepším způsobem zjištění trvanlivosti textilie. Vzorek textilie je možné odírat až do porušení, tedy porušení (prodření) prvního vazného bodu. Podle způsobu dělíme oděr do dvou skupin: oděr v ploše a oděr v hraně. [1, 6]

Hodnotí se počet otáček, kterých bylo zapotřebí k prodření textilie vzájemným pohybem odíracího kužele a kotouče s napnutým vzorkem textilie. Dále můžeme tuto vlastnost hodnotit pomocí rovnice č. 3 pro měření úbytku hmotnosti vzorku.

$$U = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 10^2 \quad (3)$$

kde: \underline{U} ... úbytek hmotnosti [%]

$\underline{m_1}$... hmotnost vzorku před zkouškou [kg]

$\underline{m_2}$... hmotnost vzorku po zkoušce [kg]

4 Tření

Tření je mechanický odpor působící proti pohybu pevného tělesa, které je v dotyku s jiným pevným tělesem nebo s tekutinou. Na jedné straně způsobuje tření opotřebení materiálů, čímž omezuje jejich životnost a zvyšuje tak i provozní náklady, na druhé straně se bez něj neobejdou žádné třecí mechanismy. Za třecí mechanismus lze v určitém slova smyslu považovat i textilie. Vliv tření mezi vlákny na trvalé deformace textilií je důležitou informací pro konstrukce textilních výrobků. [11, 12]

Tření je jedním z nejstarších jevů pozorovaných člověkem. Již v pravěku napomohlo tření k obrovskému objevu, který ovlivnil život celého lidstva – vznik ohně. Oheň byl lidem samozřejmě známý odnepaměti, když byl založený např. bleskem. Takto vzniklý oheň se první lidé snažili získat nebo se pokoušeli o jeho udržení, které bylo nesmírně obtížné a často se nevydařilo. Způsob jakým bylo možné rozdělat oheň, byl pro lidstvo důležitým objevem. K objevu ohně došlo podle archeologicky doložených dat zhruba před 1,5 milionem let v Africe. V Evropě pak zhruba před půl milionem let. Oheň se lidé naučili rozdělat nejprve křesáním kamenů či třením dřívěk o sebe. [7]

I když se na první pohled zdá, že tření není žádoucím jevem, tak si život bez tření nedokážeme představit. Tření provází veškeré vzájemné působení všech těles v přírodě, která přijdou spolu do kontaktu. Tření je velice důležitou součástí našeho života, protože doprovází jak relativní klid, tak i pohyb těles, tedy i lidského těla. Hlavní zákony tření formulovali už Amonton, Coulomb, Euler a další. [11, 12]

4.1 Tribologie

Při práci s kovy se vyvíjela řada základních myšlenek o tření. Výsledkem je i zkoumání nekovů, zejména textilu a kaučuku, což vedlo k hlubšímu pochopení tohoto oboru. Práce s kovy vedla k vytvoření klasických zákonů, které byly snadno srozumitelné a použitelné. [9]

Tření vede k namáhání a opotřebení materiálů. Z toho důvodu se muselo přijít na to, jak nejlépe tření, tedy koeficient tření, snížit. To všechno vedlo k zavedení nové disciplíny "**Tribologie**"

TRIBÉ je z řeckého jazyka výraz pro tření

TRIBOMETR je přístroj pro měření třecí síly. Tento výraz pochází z Francie z uvedeného řeckého významu slova *tribé* a výrazu *metron* – měření. [8, 9]

Tribologie se tedy zabývá studiem a hodnocením jevů souvisejících s povrchem, které se projevují v důsledku vzájemného kontaktu a pohybu dvou nebo více těles. Mezi studované jevy patří především tření, opotřebením a mazání. Tento termín je opět odvozen z řeckých výrazů *tribé* a *logios* – věda. Tribologie využívá poznatků z chemie, fyziky, nauky o materiálech, matematické statistiky a dalších věd a oborů, což jen potvrzuje její mezioborový charakter.[8, 9]

4.2 Definice tření

Tření je odpor (síla), který vzniká při pohybu tělesa v těsném kontaktu s jiným tělesem. Většinou je třením míněno tření mezi pevnými tělesy. Pokud těleso vykonává pohyb, tak na něj zákonitě působí i brzdící síly. Při posunu tělesa po pevné podložce nevzniká odporová síla, ale síla třecí. Nelze zapomenout další variantu tření a to viskozitu tekutin. U textilií se tření pevných těles a tekutin často kombinuje (např. vosková vrstva na povrchu vlákna bavlny, tuk na vlněných vláknech se nechovají jako ideální pevné těleso). [11, 12]

4.3 Makroskopické zákony tření

Jsou-li dvě dotýkající se tělesa v navzájem relativním pohybu, působí v místě styku odpor označovaný jako třecí síla F_t [N]. Poměr třecí síly F_t k normále F_n [N] je stálý a je dán příslušnou konstantou úměrnosti.

$$f = F_t / F_n \quad (4)$$

kde: F_t ... třecí síla [N]

f ... koeficient tření [-]

F_n ... tlaková (normálová) síla (kolmá na podložku) [N]

Konstantu f nazýváme koeficientem tření. Během minulých let výzkumu byly objeveny tři zákony tření: [10, 11, 12]

- 1) Velikost síly tření je přímo úměrná zatížení.
- 2) Velikost síly tření nezávisí na celkové ploše společného styku.
- 3) Síla tření při rovnoměrném pohybu po podložce je menší než síla při uvedení tělesa z klidu do pohybu. To znamená, že statický koeficient tření f_s je větší než koeficient tření za pohybu f_k , tuto skutečnost dokumentuje vztah: $f_s > f_k$. [10, 11, 12]

4.4 Druhy třecích sil

Podle způsobu tření rozdělujeme tření na:

- tření smykové (kluzné, vlečné)
- tření valivé (valivý odpor)
- tření opásáním (Eulerovo tření) [11]

4.4.1 Smykové tření

Poměrně častým typem tření je tření smykové. Toto tření vzniká při vzájemném posuvném pohybu těles, značí se jako F_t a jeho základní jednotkou je Newton [N]. Původ tohoto tření spočívá v nerovnostech obou ploch, kterými se tělesa vzájemně dotýkají. Smykové tření je zobrazeno na obr. č. 11.

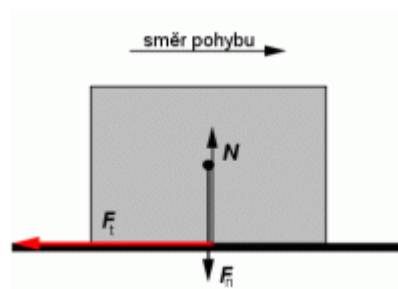
Smykové tření je možno vyjádřit následujícím vzorcem:

$$F_t = f * F \quad (5)$$

kde: F_t ... třecí síla [N]

f ... součinitel smykového tření (závisí na materiálech, povrchu ...) [N]

F_n ... tlaková (normálová) síla (kolmá na podložku) [N]



Obrázek 11 Smykové tření

Síla potřebná k uvedení tělesa do pohybu je větší než síla, která těleso udržuje v rovnoměrném přímočarém pohybu. Mezi tělesem a podložkou působí za klidu klidové tření. Z pokusů plyne, že součinitel smykového tření f_0 v klidu je za jinak stejných podmínek větší než součinitel smykového tření f v pohybu. [11, 13]

4.4.1.1 Koeficient tření

Pomocí koeficientu tření můžeme definovat velikost třecí síly. Platí, že čím je koeficient tření větší, tím je větší i samotné tření. Velikost koeficientu tření výrazně ovlivňuje úroveň zpracovatelnosti textilního materiálu a následně i užité vlastnosti hotového výrobku. Rozlišujeme dva koeficienty tření. Prvním je statický koeficient tření f_0 , který se uplatňuje, pokud jsou tělesa v klidu. Druhým je kinetický (dynamický) koeficient tření f , který se uplatňuje, když se tělesa pohybují. Statický koeficient tření bývá zpravidla větší ($f < f_0$). Hodnoty součinitele smykového tření závisí na reálné ploše kontaktů těles, dále na konkrétní dvojici látek, na povrchu, drsnosti těles, mezi nimiž smykové tření probíhá, ale také na velikosti přítláčné síly F_n . [10, 12]

4.4.2 Valivé tření

Toto tření vzniká při valivém pohybu tělesa kruhovitého průřezu po jiném tělese, ke kterému je první těleso tlačeno silou, tomuto pohybu odporuje valivé tření. Tento odpor je jiný než u smykového tření. Valivé tření je zobrazeno na obr. č. 12.

Valivé tření je možno vyjádřit následujícím vzorcem:

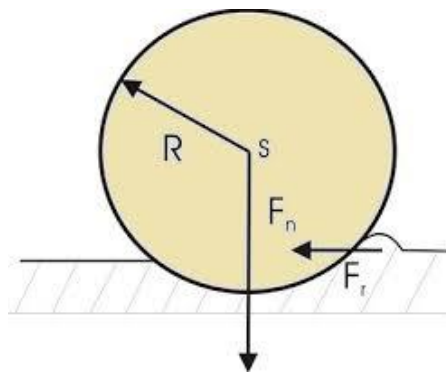
$$F_t = \xi * \frac{F_n}{R} \quad (6)$$

kde: F_t ... třecí síla [N]

F_n ... síla kolmá na podložku (normálová) [N]

R ... poloměr tělesa [m]

ξ ... rameno valivého odporu [m]



Obrázek 12 Valivé tření

Valivý odpor je pro stejnou přítláčnou sílu F_n výrazně menší než smykové tření. Rameno valivého odporu (součinitel valivého tření) je fyzikální veličina, která udává poměr velikosti valivého odporu a kolmé tlakové síly mezi tělesy při jednotkovém poloměru kola. [11, 12]

4.4.3 Tření opásáním (Eulerovo tření)

Tření opásáním se též nazývá Eulerovo tření a jde zde o tření opásaných předmětů kruhového průřezu. Je zobrazeno na obr. č. 13.

Při zjišťování tření opásáním používáme Eulerova vztahu:

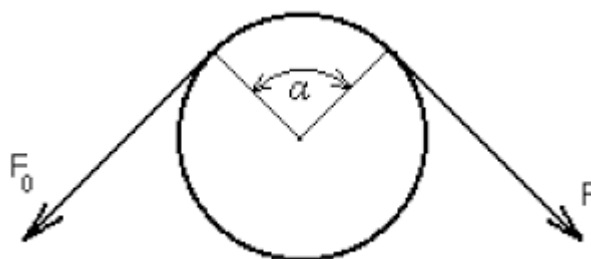
$$F_t = F_0 * e^{f * \theta} \quad (7)$$

kde: F_t ... třecí síla [N]

F_0 ... napínací síla před tělesem [N]

f ... součinitel tření opásáním [-]

θ ... úhel opásání [rad]



Obrázek 13 Tření opásáním

V technice se tření při bezprostředním kontaktu tuhých těles označuje jako suché (tření bez maziva), tření kapalinné vzniká u funkčních ploch, které jsou dokonale odděleny souvislou vrstvou maziva nebo jiného média (tření na vzduchovém polštáři ap.). Přejíčovou oblastí mezi třením suchým a třením kapalinným je tření polosuché (polokapalinné), kdy z vrstvy maziva vystupují vrcholy nerovností povrchu. [11]

Oproti pojmu tření je rozlišován pojem opotřebení, které je definováno jako progresivní ztráta materiálu při pohybu jednoho tělesa po druhém. Při žádoucím opotřebení hovoříme o obrábění. [11]

Prostředkem ke snížení třecího odporu je lubrikace, která vlivem mazadel (lubrikantů) snižuje koeficient tření a také snižuje opotřebení. Lubrikanty mohou zajišťovat tzv. kapalinné tření. [11]

4.5 Lubrikace

Cílem je koeficient tření snižovat, protože v textilním odvětví má tření ve více případech záporný vliv. Toho se docílí pomocí různých úprav povrchů textilních a netextilních materiálů. Lubrikace je tedy povrchová úprava ideální pro kontakt dvou těles s omezením tření (vlákno-vodič).

Prostředkem ke snížení třecího odporu je lubrikace, která jednak snižuje koeficient tření a snižuje opotřebení vlivem mazadel (lubrikantů).

Při povrchové úpravě vláken lubrikací, nepokryje použitý prostředek celý povrch jednolitou vrstvou, ale utvoří kapičky. Lubrikační prostředek je možno sušit v píce, infrazářičem nebo jen volně na vzduchu. Mezi nejvhodnější lubrikační prostředky se řadí syntetické pryskyřice rozpuštěné v organických rozpouštědlech, různé vosky, pravé pryskyřice, oleje a silikony. [11, 12]

4.6 Tření v textilu

Jak již bylo zmíněno, tření hraje významnou roli při technologickém zpracování a výrobě přízí a následném vytváření plošných textilií. Třecí vlastnosti textilií jsou velmi důležité při výrobě oděvů a textilních produktů, i při jejich každodenním používání a nošení. Při vzájemném tření vláken může docházet k poškození jejich povrchu. Tento jev má za následek rychlé opotřebení textilie. Dnešní uživatele nejvíce zajímají materiálové vlastnosti textilie i to, jak na sebe vzájemně textilie působí při jejich používání (tření mezi nimi). Pokud se materiály nevhodně zkombinují, může docházet k rychlejšímu opotřebení látky nebo nabíjení statickou elektřinou.

Vysokého tření je požadováno např. u potahů sedaček v automobilech, u pohovek a ostatního sedacího nábytku a také všude tam, kde je nutné zabránit nepřijemnému klouzáni mezi oděvem a jiným textilním produktem. Vysoké tření může být také požadováno mezi vrstvami šatů a dekoračních tkanin. Košile a halenky by měly mít vysoké tření proti horní části vnitřní strany kalhot a sukní a předcházet tak vyklouznutí. Tření je také důležité v procesu šití, aby nedocházelo ke skluzu jednoho dílu přes druhý a předešlo se tak nežádoucího vzhledu hotového výrobku. Nízké tření je naopak požadováno u podšívek bund nebo kabátů kvůli menšímu opotřebení. Ponožky a punčochy by měly klouzat kvůli snadnějšímu oblékání. [14]

5 Drsnost

Drsnost patří mezi povrchové vlastnosti plošných textilií a je také jedním z důležitých parametrů struktury povrchu. Pro hodnocení kvality výrobků se používají také povrchové charakteristiky. Drsnost povrchu je tedy spojena nejen s kvalitou, ale i s uživatelským komfortem, vzhledem a omakem textilie. Drsnost povrchu textilie lze ovlivnit například použitým materiálem, povrchovou úpravou, plošnou hmotností, zákrutem příze a vazbou. O drsnosti nelze mluvit jako o nežádoucí vlastnosti. Je to vlastnost určená pro konkrétní účel. Někde je vyžadována, někde naopak potlačována. [15]

S drsností velmi úzce souvisí také tření. Čím více je drsnější povrch textilie, tím větší je tření. S třením se zvyšuje námaha a také opotřebení plošných textilií. Drsnost je určována mezi dvěma povrchy např. (při hodnocení omaku mezi rukou a plošnou textilií). Podle normy ISO 4287 lze stanovit definice a parametry pro určování struktury povrchu. [16, 23]

Na drsnost textilií má vliv sama technologie výroby a parametry příze tj. jemnost, zákrut nebo nestejnomyšnost. Konečný vliv na drsnost textilie a omak mají také speciální úpravy, např. nemačková úprava a závěrečné úpravy. Drsnost se také mění během nošení a údržby textilií. [15, 16, 23]

5.1 Definice drsnosti povrchu

Drsností se rozumí souhrn nerovností povrchu s poměrně malou vzdáleností. Tyto nerovnosti vznikají při výrobě nebo jejím vlivem. Do hodnocení drsnosti se však nezahrnují vady povrchu materiálu, tj. náhodné ojedinělé a nepravidelné nerovnosti (rysky, trhlinky, důlky), které vznikají vadami materiálu nebo poškozením. [15]

5.2 Přehled současné situace

Pro hodnocení drsnosti textilie se nejvíce používají kontaktní metody, ale i metody bezkontaktní. Mezi nejvíce používané kontaktní metody patří Kawabata systém (KES), o kterém se zmíníme dále v textu. Mezi bezkontaktní metody řadíme například profilometry, měření pomocí kamer a měření textilie ohnuté přes hranu. Využitím obrazové analýzy pro hodnocení drsnosti povrchu textilie se zabývá několik studií, které jsou uvedeny níže.

Oděvní komfort je jedním z hlavních atributů současného zájmu o textil. Je založen na lidském smyslovém vnímání. Drsnost povrchu byla tradičně měřena metodou profilování – výška povrchu. Moderní metody jsou založeny na zpracování obrazu povrchu textilií (obrazová analýza). Práce autorů [17] se zabývá studiem měření drsnosti pletenin bezkontaktní metodou – obrazovou analýzou. Je známo, že systém KES se řadí mezi kontaktní metody měření. Tato metoda je bohužel časově náročná a mimo jiné je i snadněji ovlivněna podmínkami okolního prostředí, například vlhkostí. Z toho důvodu se autoři této studie zabývali takovým měřením, aby nedošlo k případným deformacím. Drsnost povrchu pletenin bez jakékoli deformace byla měřena bezkontaktním způsobem s použitím skeneru s vysokým rozlišením. Výsledná data byla zpracována pomocí softwaru MATLAB k získání indexu drsnosti. Výsledky byly porovnány s hodnotami měřeními systémem KES, což dokazuje kladnou korelaci mezi naměřenými hodnotami obou zmíněných metod. Tato bezkontaktní metoda měření drsnosti povrchu pleteniny pomocí skeneru s vysokým rozlišením se jeví jako vhodný způsob měření. [17]

Jak bylo zmíněno v předešlé práci autorů [17] systém KES pro hodnocení drsnosti povrchu textilie je založen na kontaktním měření. Tato metoda je snadněji ovlivněna podmínkami okolního prostředí, a proto může dojít k deformaci. Autoři studie [18] měřili drsnost povrchu textilie bezkontaktní metodou za použití laserových senzorů s rozlišením 1 μm s přesností 0,01% a vysoce přesně řízeným lineárním motorem při konstantní rychlosti. Poté byly výsledky drsnosti povrchu různých textilií porovnány s výsledky naměřenými pomocí systému KES. Autoři studie porovnávají výsledky drsnosti textilií získanými bezkontaktní metodou se subjektivní smyslovou analýzou. [18]

Autoři práce [19] prezentují digitální zobrazovací metodu založenou na obrazové analýze siluety k vizualizaci trojrozměrného povrchu textilie a zkoumají princip hodnocení drsnosti povrchu na základě 3D konstrukce povrchu. Autoři této práce vyvinuli prototyp následujícího systému snímání obrazu sestávajícího z pěti komponentů: zdroje světla, vzorkovací fáze, zařízení na posun vzorku, detektoru (CCD kamera) a softwaru pro analýzu. Touto metodou byly získány informace o povrchu textilie, která byla posouvána přes hranu. Tato metoda dokáže konstruovat 3D povrch, zatímco eliminuje informaci o barvě a stínu, což je problém analýzy 2D obrazu. KES systém je použit na porovnání efektivnosti tohoto navrhovaného systému. [19]

Hlavním cílem autorů práce [20] je popis nového zařízení a přístupu pro kontaktní vyhodnocení drsnosti povrchu. Pro drsnost povrchu jsou navrženy postupy založené na klasických a neklasických (komplexních) parametrech. Pro získání profilu drsnosti ve zvoleném směru bylo zapotřebí textilií ohnout přes ostrou hranu. Systém řízeného pohybu umožňuje získat profil drsnosti povrchu ve dvou rozměrech. Měření drsnosti tkaniny přístrojem RCM je užitečným nástrojem pro popis drsnosti v jednotlivých řezech a v celé hrubé rovině. Tato metoda nahrazuje tradiční metody profilování. [20]

Práce autorů [21] popisuje další bezkontaktní metodu pro měření drsnosti povrchu textilií, jejímž principem je usměrňování laserového paprsku, který prochází fotodiodou na povrch tkaniny. Paprsek je převeden na signál elektrického napětí. Výsledná hodnota je frekvence vrcholů, která je ovlivněna strukturou a hustotou tkaniny. Výsledkem měření této bezkontaktní metody je výška profilu, která závisí na energii odraženého paprsku na příslušné frekvenci. [21]

Autoři práce [22] se zabývali měřením hrubosti netkaných textilií pomocí trojrozměrných profilových dat. Povrchová data byla získána za použití trojrozměrné bezkontaktní kamery a byly vypočítány fraktální rozměry pro vyhodnocení drsnosti povrchu. Data byla porovnána s hodnotami povrchového tření měřenými systémem KES-FB. [22]

Článek [23] popisuje způsob použití laserového senzoru pro měření drsnosti povrchu a porovnává výsledky s výsledky získanými konvenčními kontaktními metodami. Dále jde o studium anizotropie drsnosti v deseti tkaninách. [23]

5.3 Metody hodnocení povrchu textilií

Problematika hodnocení drsnosti povrchu textilie sahá do 30. let dvacátého století, kdy se projevuje snaha vytvořit systémy a měřicí přístroje za účelem kontroly a měření drsnosti povrchu. Do této doby byla nejznámější a nejrozšířenější metoda zraková a hmatová – subjektivní metoda. Postupně se však zvyšovaly nároky na tuto problematiku a tak byl tento způsob hodnocení postupně nahrazen kvantitativním měřením. První měřicí přístroje pro měření drsnosti povrchu vyjadřovaly hodnoty drsnosti při přeježdění snímacím hrotem kolmo k výrobku. Například měřicí přístroj firmy Taylor – Hobson (Talysurf) byl později vybaven i zapisovacím zařízením, měřil průměrné hodnoty drsnosti a dokázal zaznamenat i křivky profilu. [15]

Jednou z nejdůležitějších částí zařízení pro měření drsnosti povrchu je snímač. Malý zdvih snímače kombinovaný s velmi malou přitlačnou silou a velkým zvětšením mají za důsledek vývoj velmi citlivých zařízení. Důležité bylo stanovit dráhu měření po textilií, protože z ní musíme získat informace o drsnosti, vlnitosti a odchylkách tvaru. Základní délka musí být dostatečně dlouhá, aby respektovala drsnost, ale zároveň dostatečně krátká, aby zanedbala vlnitost textilie. Důležité je stanovit střední čaru profilu, protože právě k ní jsou charakteristiky drsnosti povrchu vztaženy. [15]

Měření drsnosti povrchu může vycházet ze dvou metod:

1) Systém 2D hodnocení drsnosti povrchu

Na tomto systému jsou založeny všechny dosavadní normy hodnocení drsnosti povrchu. Výstupem je křivka profilu povrchu.

2) Systém 3D hodnocení drsnosti povrchu

Podrobnější popis drsnosti povrchu. Upřednostňují se bezdotykové a optické metody snímání drsnosti povrchu. [25]

Měření drsnosti povrchu se rozděluje na objektivní a subjektivní metodu. Subjektivní metoda spočívá v hodnocení vzorků samotným subjektem nebo předem vybranými respondenty. Objektivní metoda je naopak založena na principu kvantitativního hodnocení drsnosti povrchu textilie pomocí měřících zařízení.

Tato zařízení měří drsnost povrchu textilie pomocí snímačů, které zaznamenávají nerovnost povrchů ve vybraném úseku. Výsledky měření se zaznamenávají číselně nebo graficky. [24, 25]

Objektivní metody se dále dají rozdělit na bezkontaktní a kontaktní. Bezkontaktní metody jsou založené na principu optického snímání povrchu textilie. Kontaktní metody jsou založené na pohybu snímacího hrotu po textilií a zaznamenávání nerovností povrchu textilie. Nevýhodou těchto měření je možná deformace povrchu. [24, 25]

5.3.1 Subjektivní metoda hodnocení drsnosti povrchu textilií

Subjektivním hodnocením se určuje drsnost povrchu pomocí lidských smyslů. Pomocí našeho zraku a hmatu můžeme porovnávat povrch daného objektu se vzorovými etalony, nebo také vizuálně pomocí jednoduchých optických pomůcek, jako jsou lupy a komparační mikroskopy. Subjektivní hodnocení je velmi důležité, protože je založené na požadavcích spotřebitelů. Výhodou této metody je, že si spotřebitel sám určí, jaká vlastnost dané textilie je pro něj důležitá, bez měřicích přístrojů a zařízení. Nevýhodou je, že každý hodnotitel je jiný. Každý člověk jinak vnímá, proto se výsledky mohou výrazně lišit. [16, 24, 25]

Subjektivní hodnocení se dělí na dvě metody:

- 1) **absolutní (přímá) metoda**
 - minimálně 30 respondentů, data se třídí do ordinální škály
- 2) **komparativní (nepřímá) metoda**
 - porovnání textilií s nejpříjemnějším omakem a s nejhorším omakem a následné setřídění textilií. [16, 24, 25]

5.3.2 Objektivní metody hodnocení drsnosti povrchu

Tato metoda měla za účel nahradit metodu subjektivní, která je časově náročná a eliminovat lidský faktor při hodnocení drsnosti povrchu. Objektivní metody se dají rozdělit do dvou základních skupin na kontaktní a bezkontaktní. Obě metody mají své výhody i nevýhody. [24, 25]

5.3.2.1 Objektívni kontaktní metody hodnocení drsnosti povrchu textilie

Mezi výhody objektivní kontaktní metody patří časová nenáročnost a jednoduchost měření. Naopak nevýhodou může být deformace materiálu při měření a vysoká citlivost čidla na nerovnosti povrchu. Další nevýhodou této metody je finanční a přístrojová náročnost. Hlavní součástí zařízení pro kontaktní měření je snímač, který kopíruje profil povrchu materiálu. Profil je charakterizován proměnlivostí tloušťky ve vybraných směrech. Mezi kontaktní metody můžeme zařadit systém KES, Tloušťkoměr SDL m034/1, přídatné zařízení k dynamometru, které je založené na principu snímání odporu síly potřebné k pohybu hrotu po povrchu textilie. [24, 25]

5.3.2.2 KES (KAWABATA EVALUATION SYSTEM)

Systém KES je nejvíce využíván pro měření omaku a drsnosti povrchu textilií, který byl navržený profesorem Kawabatou v roce 1980. Systém umožňuje testování šesti základních mechanických vlastností plošných textilií (tah, smyk, ohyb, stlačitelnost, koeficient tření a drsnost). Přístroje simulují namáhání textilie stejně jako při běžném nošení. ISO/IEC 17025:2017.

Systém KES je sada čtyř přístrojů, které měří patnáct vlastností textilie rozdělených do pěti skupin.

- *tahové vlastnosti*: linearita, deformační energie a pružnost v tahu
- *smykové vlastnosti*: tuhost ve smyku, hystereze při úhlu smyku $\phi=0,5^\circ$, hystereze při úhlu smyku $\phi=5^\circ$
- *ohybové vlastnosti*: tuhost ohybu na jednotku délky, moment hystereze na jednotku délky
- *objemové vlastnosti*: linearita, energie potřebná ke stlačení
- *povrchové vlastnosti*: koeficient tření, průměrná odchylka, geometrická drsnost [16, 24, 25]

Tyto měřené vlastnosti simulují běžné namáhání oděvních textilií při nošení. Šestnáctou charakteristikou, která se používá při predikci omaku, je plošná hmotnost.

Na základě těchto vlastností je možné stanovit THV (Total Hand Value) - hodnocení omaku. Omak představuje základní kvalitativní charakteristiku oděvních textilií zahrnující vlastnosti jako například tuhost, hladkost, měkkost, plnost a poddajnost. Vyjádření THV je světovým standardem hodnocení omaku garantované The Hand Evaluation and Standardization Committee, The Textile Machinery Society of Japan.

Princip hodnocení povrchu textilie systémem KES je založený na získání profilu povrchu pomocí dotykového čidla (snímače). Snímač tvoří ocelový drát o průměru 0,5 mm, který se pohybuje po textilii konstantní rychlostí 1 mm.s⁻¹ v úseku dlouhém 20 mm. Ocelový drát zaznamenává nerovnosti povrchu textilie. Profil povrchu (Surface HeightVariation - SHV) je graficky zaznamenávaný pomocí připojeného softwaru. Tento systém má řadu výhod a nevýhod. Princip měření pomocí systému KES bude popsán v praktické části. [16, 24, 25]

Výhody měření drsnosti povrchu textilie pomocí systému KES

- konstrukce systému je vhodná pro běžné oděvní materiály
- jednoduchost a časová nenáročnost měření
- přímé grafické a statistické zpracování výsledků

Nevýhody měření drsnosti povrchu textilie pomocí systému KES

- měření je omezené tloušťkou materiálů
- měření je nevhodné pro extrémně drsné a hrubé materiály
- měření je nepřesné u pletenin, neboť při měření dochází k roztažení textilie, a to má za následek zkreslení výsledků
- čidlo snímající profil povrchu textilie je příliš citlivé na nerovnosti povrchu [16, 24, 25]

KES-FB se skládá ze čtyř přístrojů, které můžeme vidět na obr. č. 14-17:

- KES-FB1 (tah, smyk)
- KES-FB2 (ohyb)
- KES-FB3 (tlak)
- KES-FB4 (tření, drsnost) [16, 24, 25]



Obrázek 14 KES-FB1



Obrázek 15 KES-FB2



Obrázek 16 KES-FB3



Obrázek 17 KES-FB4

5.3.2.3 Objektivní bezkontaktní metody hodnocení drsnosti povrchu textilie

Metody bezkontaktního měření drsnosti povrchu jsou většinou založené na optickém měření. U bezkontaktních metod nedochází k poškození a deformaci povrchu, a proto je možné měřit téměř jakékoli materiály s různě členitým povrchem. Nevýhodou tohoto typu měření je časová náročnost v závislosti na nastavení parametrů. Finanční a přístrojová náročnost je zde také jako u kontaktních metod nevýhodou. Měřicí bezkontaktní přístroje vycházejí z principu usměrňování laserového paprsku dopadajícího přes optickou soustavu na povrch textilie. Intenzita odraženého laserového paprsku je pomocí fotodiody převáděna na signál elektrického napětí, který je zpracováván Fourierovou analýzou. Nevýhodou přístrojů těchto konstrukcí je citlivost na chování laserového paprsku (odrazivost paprsku, speckleové obrazce, citlivost na změny barev a odstínů). [24, 25]

5.3.2.4 Talysurf CLI 500

Přístroj Talysurf CLI 500 je menší z řady univerzálních přístrojů CLI. Je to přístroj, který umožňuje současně měřit rozměry, tvar a drsnost povrchu. Přístroj Talysurf je určen pro bezkontaktní měření a analýzu struktury povrchu. Princip snímání povrchu materiálu je ve snímání bodů laserovým paprskem, který tvoří soubor hodnot X,Y,Z při posuvu vzorku pod stacionární hlavou. Přístroj Talysurf CLI 500 je zobrazen na obr. 18.

Talysurf měří drsnost povrchu textilie na ploše maximálně 200 x 50 mm s výškovou nastavitelností v závislosti na výšce textilie. Bezdotykové snímání struktury povrchu spočívá v tom, že světelný paprsek je zaostřen na snímáný povrch. Paprsek polovodičového laseru se odrazí od měřeného povrchu do přijímacího optického systému a je zaostřen na CCD snímacím poli. Zaznamenaný povrch vzorku lze hodnotit ve 3D modelu pomocí softwaru Talymap. ISO EN 610 10 - 1

Mezi výhody bezkontaktního měření tímto přístrojem patří:

- obousměrné snímání povrchu
- možnost měřit citlivé, pružné a měkké materiály
- optické měřidlo je méně náchylné k opotřebení a poškození
- nesnímá barvu, ale pouze výšku povrchu, což je výhodou zejména u vzorovaných textilií

Mezi nevýhody řadíme:

- velká finanční investice
- delší čas snímání v závislosti na nastavení parametrů



Obrázek 18 Příklad přístroje Talysurf CLI 500

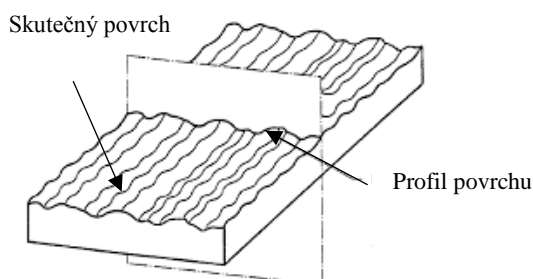
5.4 Základní pojmy drsnosti povrchu

V této kapitole jsou uvedeny a vysvětleny vybrané pojmy z normy ČSN EN ISO 4287 - Geometrické požadavky na výrobky.

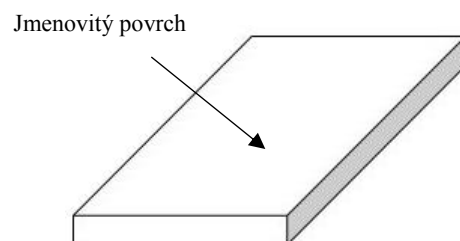
Základní povrch – je takový povrch, ze kterého se vyhodnocují veličiny drsnosti povrchu. Má tvar jmenovitého povrchu a jeho poloha odpovídá obecnému směru skutečného povrchu v prostoru.

Skutečný povrch – je povrch ohraničující těleso a oddělující ho od přilehlého prostředí.

Profil povrchu – je profil vzniklý jako průsečnice skutečného povrchu s rovinou. Je potřeba provést kolmý řez k základnímu povrchu. V praxi se obvykle volí rovina kolmá k rovině rovnoběžné.



Obrázek 19 Profil povrchu



Obrázek 20 Jmenovitý povrch

Základní profil – je základem pro hodnocení parametrů základního profilu.

Profil drsnosti - profil odvozený ze základního profilu potlačením dlouhovlnných složek použitím filtru.

Střední čára profilu drsnosti - čára odpovídající dlouhovlnné složce profilu potlačené filtrem profilu.

Střední čára základního profilu - čára nejmenších čtverců přiléhající jmenovitému tvaru základního profilu.

Základní délka l - je délka základní čáry, využívaná pro oddělení nerovností charakterizující vyhodnocovaný profil.

Vyhodnocovaná délka l_n - je délka ve směru osy x, použitá pro posouzení vyhodnocovaného profilu.

Názvy geometrických parametrů:

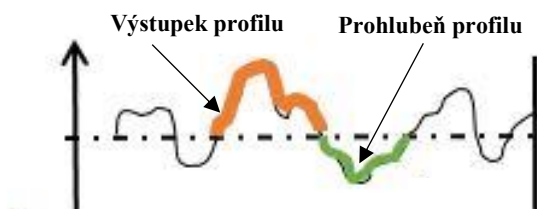
P - parametr - parametr vypočítaný ze základního profilu

R - parametr - parametr vypočítaný z profilu drsnosti

W - parametr - parametr vypočítaný z profilu vlnitosti

Výstupek profilu – je část skutečného profilu, spojující dva jeho sousední průsečíky se střední čarou profilu směrem z materiálu (směřující ven).

Prohlubeň profilu - je část skutečného profilu, spojující dva jeho sousední průsečíky se střední čarou profilu směrem z materiálu do materiálu (směřující dovnitř).



Obrázek 21 Výstupky a prohlubně profilu

Prvek profilu - se skládá z výstupku profilu a přilehlé prohlubně. Je zobrazen obr. č. 22.

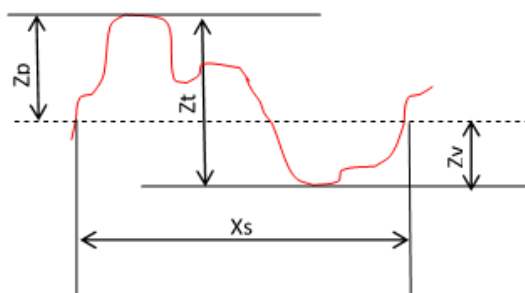
Výška výstupků profilu (Z_p) – je vzdálenost mezi osou x a nejvyšším bodem výstupku profilu.

Výška prvku profilu (Z_t) – je součet výšky výstupku a hloubky prohlubně prvku profilu.

Hloubka prohlubně profilu (Z_v) – je vzdálenost mezi osou x a nejnižším bodem prohlubně profilu.

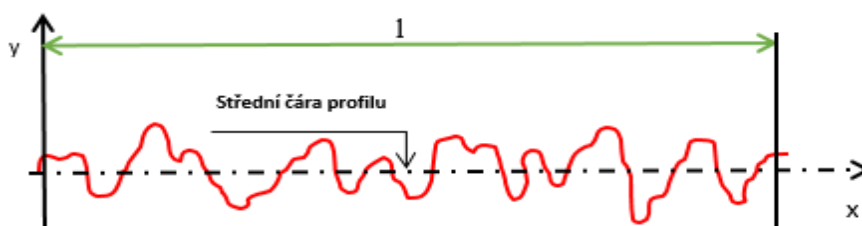
Šířka prvku profilu (X_s) – je délka úseku osy x protínající prvek profilu.

[15]



Obrázek 22 Prvek profilu

Střední čára profilu (m) - Základem mezinárodních i národních norem je tzv. M - systém, tj. systém střední čáry profilu jako základny pro vyhodnocení parametrů drsnosti. Poloha střední čáry m je určena metodou nejmenších čtverců. Pro objektivní hodnocení drsnosti povrchu textílie se používají veličiny drsnosti povrchu, které se vyhodnocují vzhledem k základní čáře. Při praktickém hodnocení drsnosti povrchu v souladu normou ČSN EN ISO 25178-601 (01 4451) je touto základní čarou střední čára profilu, neboli přímka jmenovitého profilu. Parametry drsnosti jsou rozděleny do tří základních skupin: výškové, podélné a tvarové. Střední čára profilu je zobrazena na obr. 23. [15]



Obrázek 23 střední čára profilu

Střední aritmetická čára profilu m je základní čára neboli přímka jmenovitého profilu. Je ekvidistantní se směrem skutečného profilu a rozděluje skutečný profil tak, že v rozsahu základní délky jsou součty ploch po obou jejích stránkách stejné. [15]

5.5 Normalizované charakteristiky drsnosti povrchu

jsou následující:

Ra - střední aritmetická odchylka profilu [μm]

Rz - výška nerovností profilu z deseti bodů [μm]

Rm - největší výška nerovností profilu [μm]

Sm - střední rozteč nerovností profilu [μm]

S - střední rozteč místních výstupků profilu [μm]

tp - nosný podíl [%] [15]

5.5.1 Střední aritmetická odchylka profilu

Střední aritmetická odchylka profilu Ra je přednostní výškou charakteristickou drsností povrchu. Je to střední aritmetická hodnota absolutních odchylek profilu v rozsahu základních délek. [15]

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^1 |y(x)| dx \quad (8)$$

kde: \underline{x} ... úsečka profilu odečítaná na střední čáře

$(y)\underline{x}$... funkce popisující profil

y_i ... souřadnice n bodů profilu povrchu v mezích základní délky; $i= 1, 2, 3, \dots, n$

\underline{l} ... základní délka

Je třeba si uvědomit, že výšková charakteristika Ra ve své podstatě udává pouze střední hodnotu vzdálenosti souřadnic jednotlivých bodů profilu zkoumaného povrchu od střední čáry profilu. Je pouze statistickou hodnotou. Z tohoto důvodu nemusí být Ra ve všech případech efektivní při hodnocení drsnosti profilu povrchu.

Získané hodnoty vykazují poměrně značnou přesnost při opakovaném měření. Je zaručeno i jednoduché označování předepsané drsnosti povrchu na výkresech nebo v dokumentaci. Není však možno přehlédnout známou skutečnost, že dva povrchy mající stejnou hodnotu Ra mohou být zcela rozdílné, ve svém chování z hlediska funkční spolehlivosti či životnosti součástí. [15]

5.5.2 Výška nerovností profilu z deseti bodů

Výška nerovností profilu z deseti bodů Rz je definována jako střední hodnota z absolutních hodnot výšek pěti největších výstupků profilu a hloubek pěti nejnižších prohlubní profilu v rozsahu základní délky. [15]

$$Rz = \sum_{i=1}^5 |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vmi}| \quad (9)$$

kde: y_{pmi} ... výška i - tého nejvyššího výstupku profilu

y_{vmi} ... výška i - tého nejvyšší prohlubně profilu

5.5.3 Největší výška nerovností profilu

Největší výška nerovností profilu Rm je výškovou charakteristikou drsnosti povrchu. Je určena vzdáleností mezi čarou výstupků profilu a čarou prohlubní profilu v rozsahu základní délky, tedy: [15]

$$Rm = y_{pmax} + y_{vmax} \quad (10)$$

5.5.4 Střední rozteč nerovností profilu

Střední rozteč nerovností profilu Sm je charakteristikou drsnosti povrchu v podélném směru povrchu. Určuje se jako střední hodnota roztečí nerovností povrchu Smi v rozsahu základní délky.

$$s_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_{mi} = \frac{2l_1}{k-1} \quad (11)$$

kde: l_1 ... délka úseku na střední čáře profilu ($l_1 > l$) ohraničená prvním a posledním lichým průsečíkem křivky profilu se střední čarou

k ... počet průsečíků křivky profilu se střední čarou na délce měřeného úseku

n ... počet roztečí na střední čáře profilu [15]

5.5.5 Střední rozteč místních výstupků profilu

Střední rozteč místních výstupků S je charakteristikou drsnosti povrchu v podélném směru profilu. Určuje se jako střední hodnota roztečí místních výstupků, ležící v rozsahu základní délky. [15]

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i = \frac{l}{N-1} \quad (12)$$

kde: S_i ... rozteč místních výstupků, resp. délka úseků střední čáry profilu mezi průmětem dvou nejvyšších bodů sousedních místních výstupků profilu

n ... počet roztečí na střední čáře profilu

N ... počet nejvyšších bodů místních výstupků profilu v rozsahu základní délky

l ... základní délka [15]

5.5.6 Nosný podíl

Nosný podíl t_p je tvarovou charakteristikou profilu. Je definován jako poměr nosné délky profilu k základní délce. [15]

$$t_p = \frac{l_p}{l} \quad (13)$$

kde: l ... základní délka

l_p ... nosná délka profilu, součet délek úseku vytvořených v určité poloze řezu v materiálu profilu čarou, která je rovná a v určité vzdálenosti (ekvidistantní) se střední čarou profilu v rozsahu základní délky [15]

Experimentální část

Cílem této bakalářské práce je vyhodnotit a porovnat výsledky koeficientu tření a drsnosti povrchu plošné textilie získané z přístroje KES-FB4 a výsledky drsnosti povrchu zjištěné z přístroje Talysurf CLI 500 a přístroje KES-FB4.

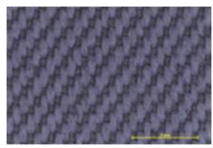
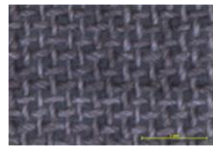
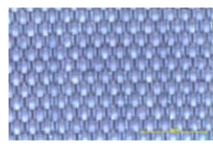

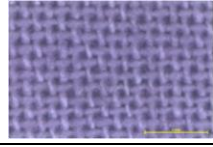
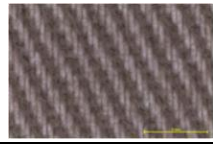
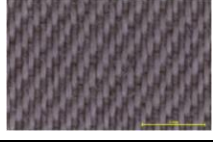

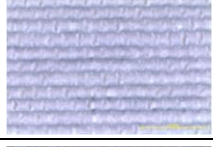

6 Použitý materiál

V praktické části bylo vybráno a změřeno celkem deset vzorků viz. tabulka č.1 a č. 2. V tabulce je uvedeno materiálové složení, vazba, plošná měrná hmotnost, dostava osnovy i útku a také celková dostava jednotlivých vzorků. Všechny tyto vzorky byly měřeny přístrojem KES-FB4 i na přístroji Talysurf CLI 500 a následně vzájemně porovnány.

Tabulka 1 Použitý materiál (část 1.)

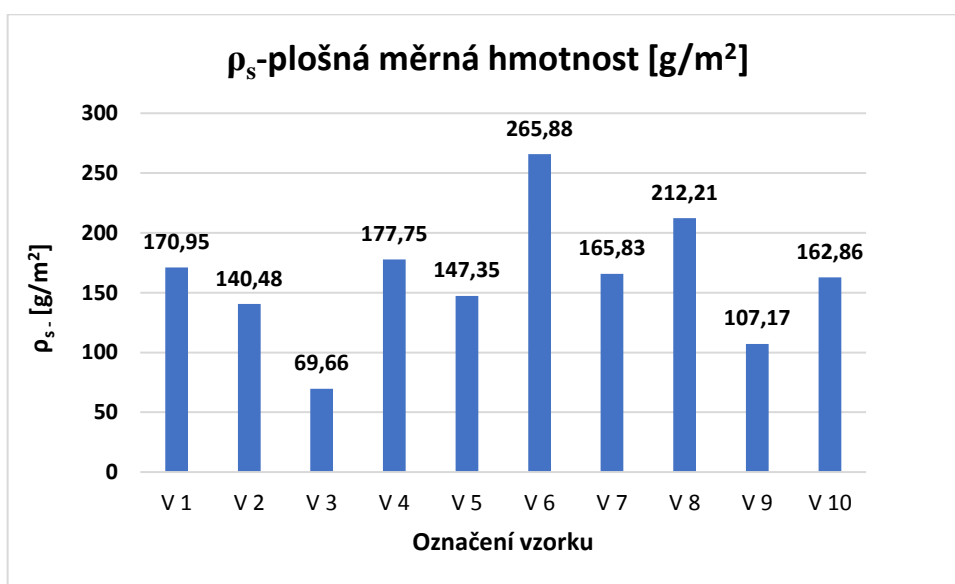
Označení vzorku	Dostava osnovy [cm]	Dostava útku [cm]	Celková dostava [cm]	P. měř. hm. [g/m ²]	Tloušťka [mm]	Vazba
V1	24	46	1 104	170,95	0,395	$K \frac{2}{1} Z$
V2	20	22	440	140,48	0,34	$P \frac{1}{1}$
V3	26	26	676	69,66	0,132	$P \frac{1}{1}$
V4	24	26	624	177,75	0,46	$P \frac{1}{1}$
V5	22	26	572	147,35	0,425	$P \frac{1}{1}$
V6	40	44	1 760	265,88	0,582	$K \frac{3}{1} S$
V7	32	42	1 344	165,83	0,43	$K \frac{2}{1} Z$
V8	22	44	968	212,21	0,466	$P \frac{1}{1}$
V9	40	42	1 680	107,17	0,196	$P \frac{1}{1}$
V10	22	22	440	162,86	0,37	$P \frac{1}{1}$

Tabulka 2 Použitý materiál (část 2.)

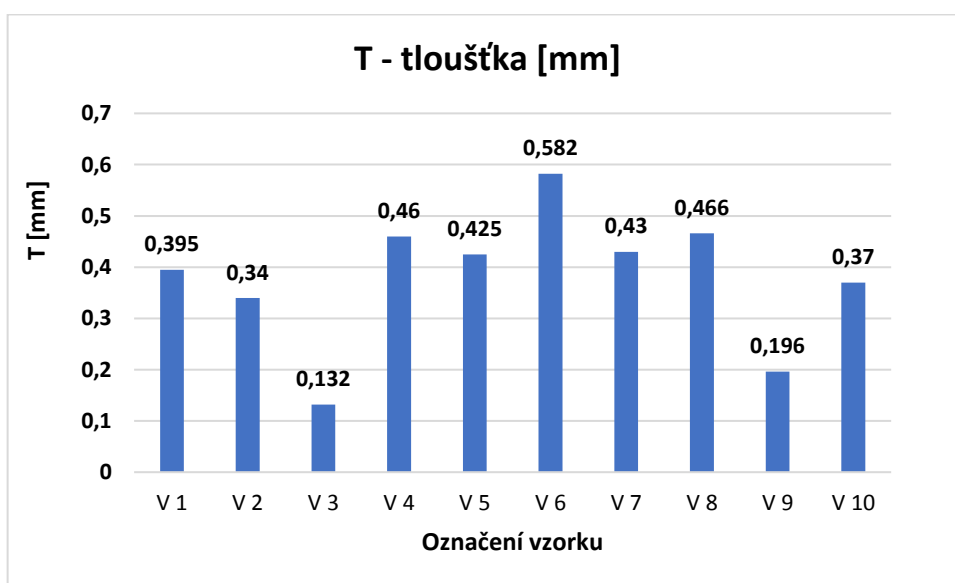
Označení vzorku	Barva vzorku	Materiálové složení	Obrázek vzorku
V 1	Šedá	70% Polyester / 22% vlna / 8% elastan	
V 2	Šedá melírovaná	20% Polyester / 12% vlna / 68% viskóza	
V 3	Světle modrá	100% viskóza	
V 4	Černá	100% polyester	
V 5	Světle fialová	100% bavlna	
V 6	Okrová	100% bavlna	
V 7	Běžová	97% polyester / 3% elastan	
V 8	Fialová	97% polyester / 3% elastan	
V 9	Bílá	Polyester/bavlna	
V 10	Zelená	100% polyester	

7 Vyhodnocení výsledků

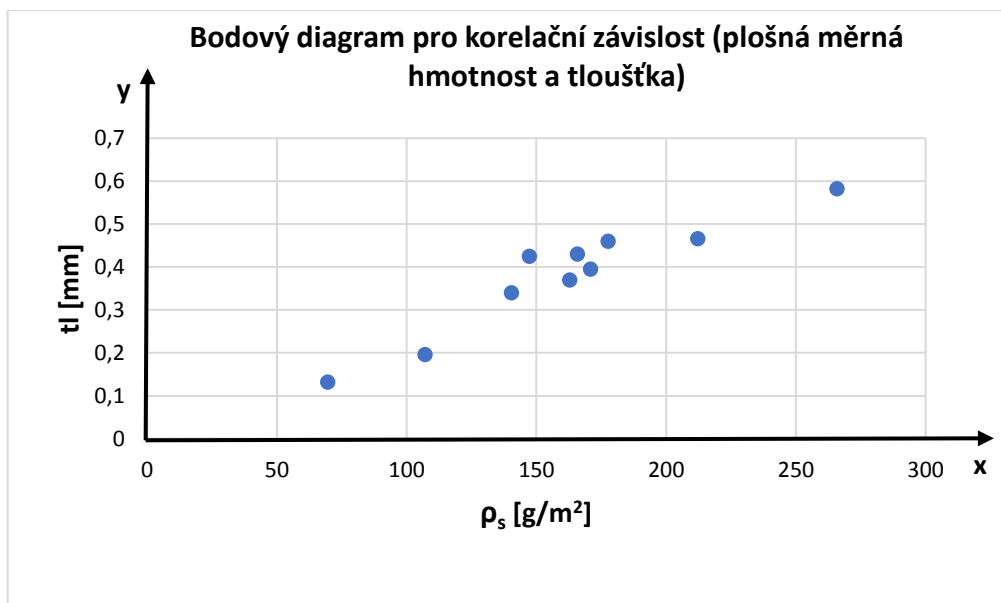
Na obrázcích č. 24 a č. 25 můžeme vidět grafické znázornění plošné měrné hmotnosti, která se udává v $[g/m^2]$ a grafické znázornění tloušťky materiálu uvedenou v $[mm]$. Jak si můžeme na již zmíněných grafech všimnout, obě tyto veličiny jsou na sobě závislé, což nám potvrzuje obrázek č. 26, na kterém nám vyšla přímá, tedy pozitivní závislost (korelace). U vzorku č. 3 (V 3) je plošná měrná hmotnost nejmenší, tedy i tloušťka materiálu je nejnižší. Naopak nejvyšší plošná měrná hmotnost byla naměřena u vzorku č. 6 (V 6), čemuž odpovídá i tloušťka daného vzorku.



Obrázek 24 Grafické znázornění plošné měrné hmotnosti $[g/m^2]$



Obrázek 25 Grafické znázornění tloušťky materiálu $[mm]$



Obrázek 26 Bodový diagram korelační závislosti

Použité vzorce v experimentální části

Průměrná hodnota (14)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Výběrový rozptyl (15)

$$s^2 = \frac{1}{n-1} (x_i - \bar{x})^2$$

Směrodatná odchylka (16)

$$s = \sqrt{s^2}$$

Variační koeficient (17)

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100[\%]$$

Korelační koeficient (18)

$$\rho = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{S_x \cdot S_y}$$

\bar{x} ... průměrná hodnota

S...směrodatná odchylka

S_x ...směrodatná odchylka 1. veličiny

S_y ...směrodatná odchylka 2. veličiny

n...počet měření

Σ ...suma

ρ ...korelační koeficient [-]

v...variační koeficient [%]

Tabulka 3 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu

Označení vzorku	(X) - ρ_s [g/m ²]	(Y) - T [mm]	(X*Y)
V 1	170,95	0,395	67,57
V 2	140,48	0,34	47,76
V 3	69,66	0,132	9,23
V 4	177,75	0,46	81,76
V 5	147,35	0,425	62,62
V 6	265,88	0,582	154,74
V 7	165,83	0,43	71,30
V 8	212,21	0,466	98,98
V 9	107,17	0,196	21
V 10	162,86	0,37	60,25
\bar{x}	162,014	0,3796	67,50
s	53,61	0,13	

Korelační koeficient

$$\rho = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{S_x \cdot S_y} = \frac{67,50 - (162 \cdot 0,3796)}{53,61 \cdot 0,13} = +0,86$$

Variační koeficient

$$v(\rho_s) = 33 \%$$

$$v(T) = 34,24 \%$$

Dle výsledku z rovnice č. 18 a tabulky č. 3 můžeme konstatovat, že závislost je skutečně pozitivní (přímá). Čím silnější je materiál, tím větší má plošnou měrnou hmotnost.

7.1 Vyhodnocení výsledků z přístroje KES-FB4

Princip měření

Přístroj KES – FB4 měří povrchové vlastnosti textilie. Mezi tyto měřené vlastnosti patří povrchové tření a geometrická drsnost. Každé měření se provádí zvlášť ve směru osnovy a ve směru útku, a to celkem třikrát v každém směru. Vzorek testované textilie je upnutý na pracovní desce mezi dvě čelisti, které jsou dlouhé 20 cm a od sebe vzdálené 15 cm. Přístroj je vybaven dvěma senzory – zadní sensor slouží k měření koeficientu tření [-] s přítlakem $P=0,49$ N a přední sensor k měření geometrické drsnosti [μm] s přítlakem $P=0,098$ N. Oba senzory se pohybují ve stejnou chvíli po dráze 30 mm tam i zpět na třech různých místech plošné textilie. Ze tří získaných hodnot vypočítáme průměrnou hodnotu. Do vyhodnocení se započítává 20 mm ze zmíněných 30 mm kvůli přesnosti měření. Průběh měření a zpracování výsledků je řízeno počítačovým softwarem.

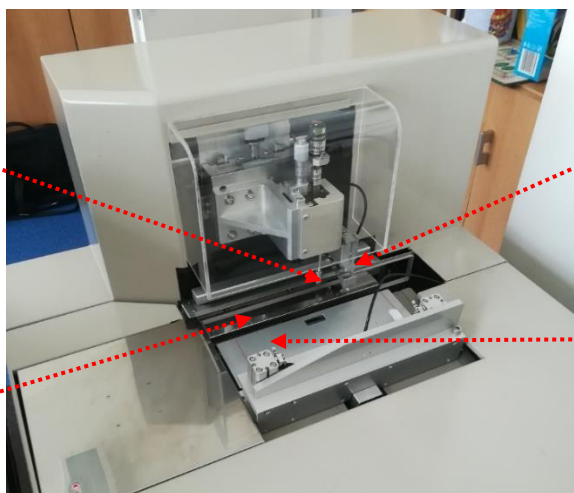
Vzorek textilie

Na pracovní desku přístroje KES - FB4 se vloží mezi dvě čelisti vzorek o velikosti 20 x 20 cm. Zkušební vzorek musí být bez pomačkání a záhybů.

Popis přístroje

**Snímač
geometrické
drsnosti**

**Prosto pro
umístění
vzorku**



**Snímač
koeficientu tření**

Pracovní deska

Obrázek 27 Přístroj KES – FB4

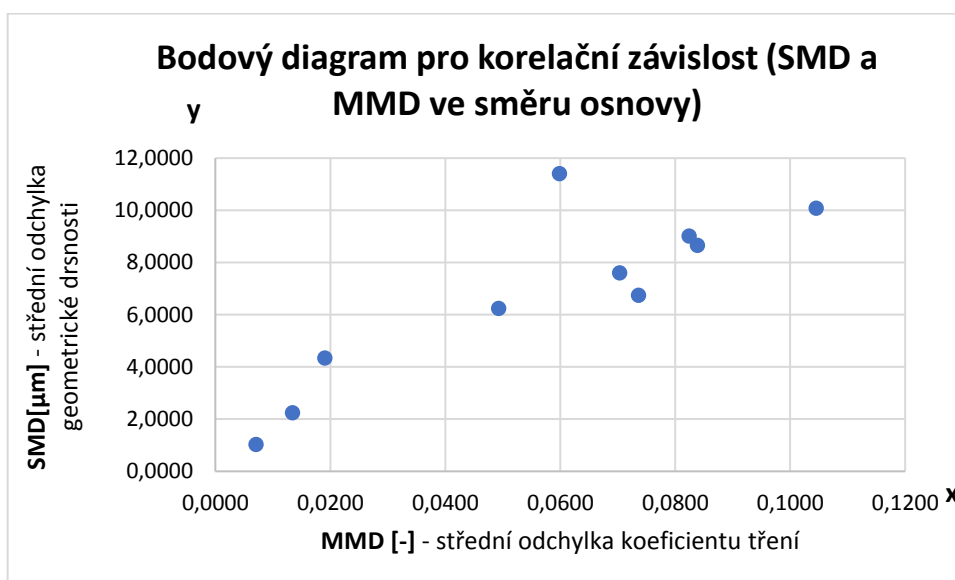
7.1.1 Vyhodnocení výsledků z přístroje KES-FB4 ve směru osnovy

Výsledná data z přístroje KES-FB4 jsme vypočítali a následně porovnali ve směru osnovy i ve směru útku. Zajímala nás střední odchylka koeficientu tření - MMD [-] a střední odchylka geometrické drsnosti – SMD [μm]. Tyto dvě veličiny jsme mezi sebou porovnali.

V tabulce č. 4 jsou uvedeny výsledky ve směru osnovy, které jsou následně graficky znázorněny pomocí bodového diagramu na obr. č. 28.

Tabulka 4 Výsledná tabulka průměrných hodnot ze systému KES ve směru osnovy

WARP - OSNOVA			
Označení vzorku	MIU [-]	MMD [-]	SMD [μm]
V 1	0,1846	0,0191	4,3300
V 2	0,2388	0,0599	11,4024
V 3	0,1788	0,0824	9,0057
V 4	0,2463	0,0839	8,6507
V 5	0,1524	0,0493	6,2320
V 6	0,1526	0,0071	1,0184
V 7	0,1752	0,0134	2,2374
V 8	0,1641	0,0703	7,5967
V 9	0,1138	0,0737	6,7394
V 10	0,1841	0,1046	10,0788



Obrázek 28 Bodový diagram korelační závislosti (tření na drsnosti ve směru osnovy)

Tabulka 5 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu (tření a drsnost ve směru osnovy)

Označení vzorku	(X)-MMD	(Y)-SMD	(X*Y)
V 1	0,0191	4,3300	0,0827
V 2	0,0599	11,4024	0,683
V 3	0,0824	9,0057	0,742
V 4	0,0839	8,6507	0,725
V 5	0,0493	6,2320	0,307
V 6	0,0071	1,0184	0,00723
V 7	0,0134	2,2374	0,029
V 8	0,0703	7,5967	0,559
V 9	0,0737	6,7394	0,496
V 10	0,1046	10,0788	1,054
\bar{x}	0,056	6,729	0,468
s	0,033	3,357	

Korelační koeficient

$$\rho = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{S_x \cdot S_y} = \frac{0,468 - (0,056 * 6,729)}{0,033 * 3,357} = +\mathbf{0,823}$$

Variační koeficient

$$v(MMD) = \mathbf{58,9\%}$$

$$v(SMD) = \mathbf{49,88\%}$$

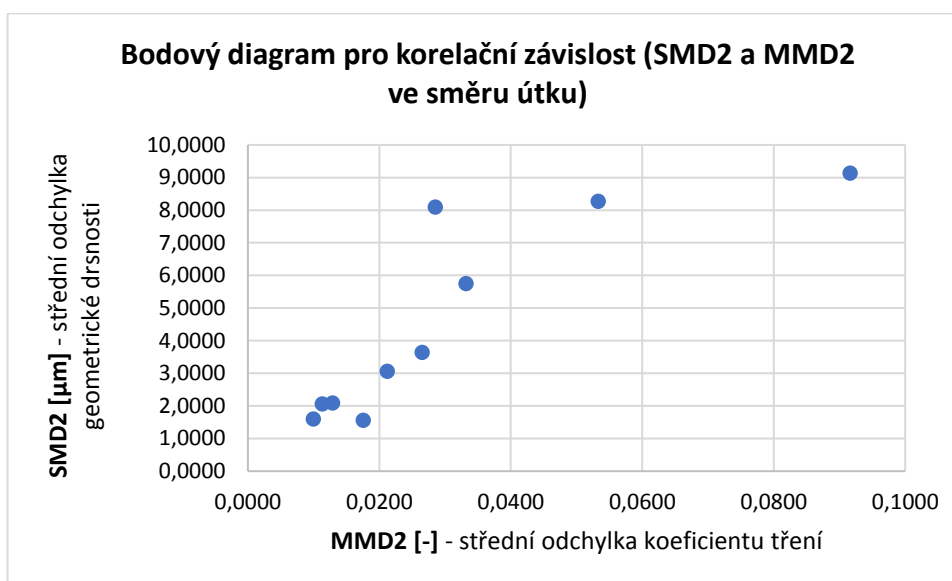
Jak je patrné z bodového diagramu korelační závislosti, vyšla nám přímá tedy pozitivní závislost, kterou jsme následně potvrdili výpočtem pomocí rovnice č. 18. Výsledek nabývá kladné hodnoty +0,823. Čím vyšší hodnoty nabývá drsnost, tím vyšší je i koeficient tření.

7.1.2 Vyhodnocení výsledků ze systému KES ve směru útku

V tabulce č. 6 jsou uvedeny výsledky ve směru útku, které jsme i v tomto případě graficky znázornili pomocí bodového diagramu na obr. č. 29 a potvrdili výsledkem pomocí rovnice č. 18.

Tabulka 6 Výsledná tabulka průměrných hodnot ze systému KES ve směru útku

WEFT - ÚTEK				Metoda pořadí
Označení vzorku	MIU [-]	MMD2 [-]	SMD2 [μm]	
V 1	0,1692	0,0100	1,5983	9
V 2	0,2236	0,0286	8,0976	3
V 3	0,2168	0,0266	3,6432	5
V 4	0,2258	0,0533	8,2731	2
V 5	0,1496	0,0332	5,7477	4
V 6	0,1768	0,0113	2,0557	8
V 7	0,1898	0,0129	2,0916	7
V 8	0,1640	0,0212	3,0599	6
V 9	0,1309	0,0176	1,5592	10
V 10	0,1846	0,0917	9,1369	1



Obrázek 29 Bodový diagram korelační závislosti (tření a drsnosti ve směru útku)

Tabulka 7 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu (tření na drsnosti ve směru útku)

Označení vzorku	(X)-MMD-útek	(Y)-SMD2útek	(X*Y)
V 1	0,0100	1,5983	0,0159
V 2	0,0286	8,0976	0,231
V 3	0,0266	3,6432	0,0969
V 4	0,0533	8,2731	0,440
V 5	0,0332	5,7477	0,1908
V 6	0,0113	2,0557	0,0232
V 7	0,0129	2,0916	0,0269
V 8	0,0212	3,0599	0,0642
V 9	0,0176	1,5592	0,02744
V 10	0,0917	9,1369	0,831
\bar{x}	0,03	4,526	0,1947
s	0,025	3,01	

Korelační koeficient

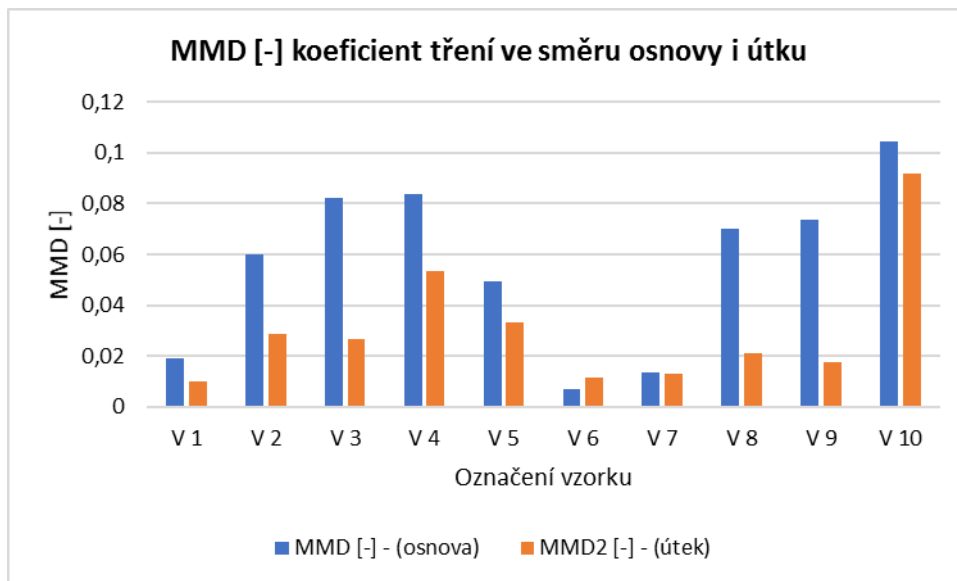
$$\rho = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{S_x \cdot S_y} = \frac{0,1947 - (0,03 \cdot 4,526)}{0,025 \cdot 3,01} = +\mathbf{0,782}$$

Variační koeficient

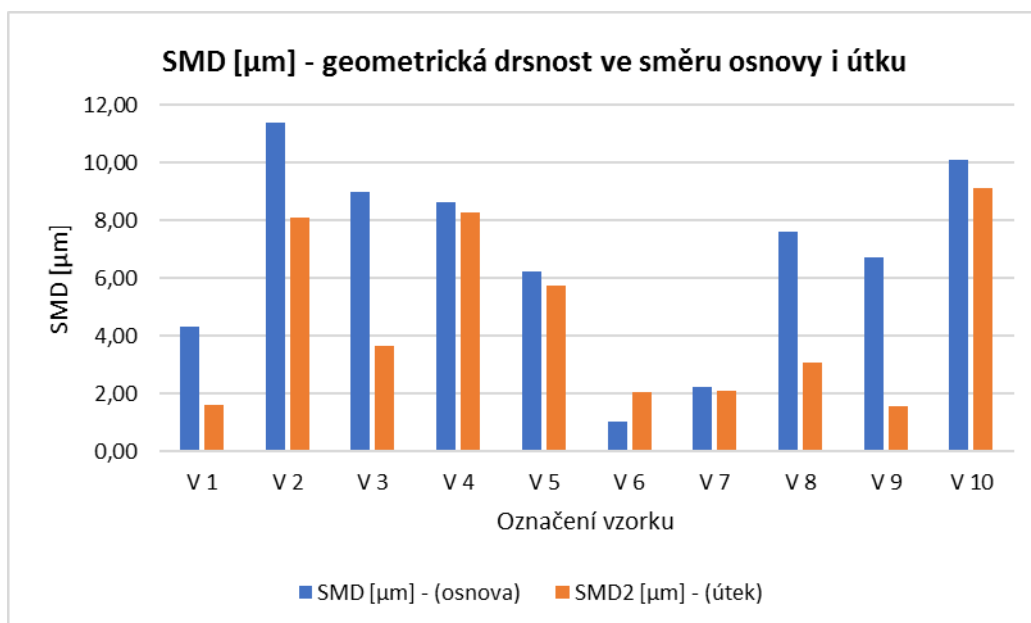
$$v(MMD2) = \mathbf{83,3\%}$$

$$v(SMD2) = \mathbf{66,5\%}$$

Z bodového diagramu korelační závislosti ve směru útku č. 29 a výsledkem z rovnice č. 18 pro korelační koeficient můžeme říct, že korelační koeficient vyšel i v tomto případě kladný +0,782. Závislost těchto dvou veličin je pozitivní neboli přímá. Čímž můžeme potvrdit tvrzení z rešeršní části, že čím vyšší je drsnost tím vyšší je i tření. Obě tyto veličiny jsou na sobě závislé.



Obrázek 30 Grafické znázornění koeficientu tření ve směru osnovy i útku



Obrázek 31 Grafické znázornění geometrické drsnosti ve směru osnovy i útku

Na grafech č. 30 a 31 vidíme, že ve směru osnovních nití je koeficient tření i geometrická drsnost vyšší než ve směru útkových nití. Jediný vzorek č. 6 je ze směru útku drsnější než zbylé vzorky.

7.2 Vyhodnocení TALYSURF CLI 500

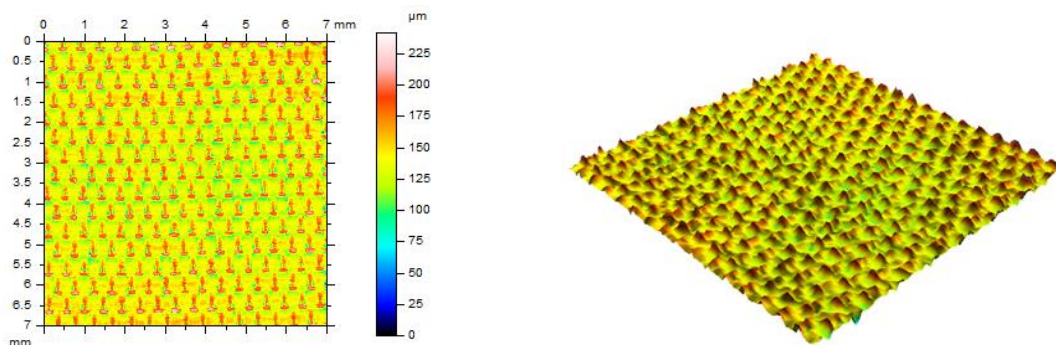
Před měřením je zapotřebí zvolit typ snímače (laserový snímač) a směr měření. V našem případě jsme měřili vzorky ve směru útku. Dále je potřeba nastavit základní (výchozí) bod, od kterého se začne snímat, velikost snímané plochy, rychlost snímání a výsledné rozlišení. Na celkový čas měření má velký vliv velikost snímané plochy a rychlost snímání. Bližší popis přístroje Talysurf je uveden v kapitole 4.3.2.4. Následně byla data vyhodnocena softwarem Talymap.

Parametry snímání povrchu vzorku přístrojem Talysurf:

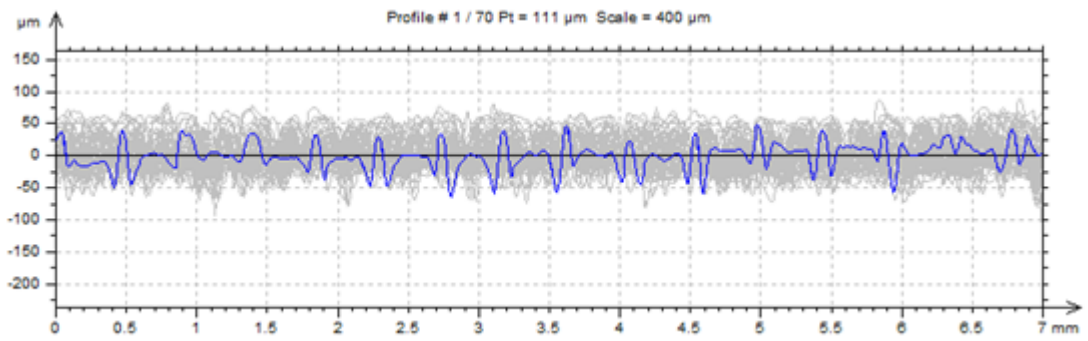
- velikost snímané plochy 7 x 7 mm
- rychlost snímání 2 mm/s
- rozlišení vzorku 701 x 701 dpi
- čas měření vzorku 1 hodina 50 minut
- směr měření povrchu vzorku \Rightarrow po útku

Zde následují uvedené příklady naměřených vzorků. Uveden je vzorek č. 3, 4 a 9 u kterých vyšla vzájemná shoda. Ostatní naměřené vzorky jsou uvedeny v příloze.

Vzorek č. 3

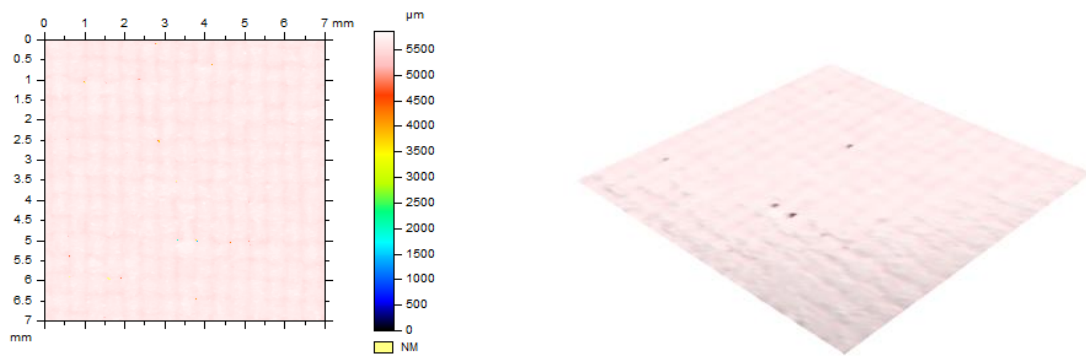


Obrázek 32 Profil povrchu vzorku 1 získaný Talysurfem CLI 500 a 3D graf

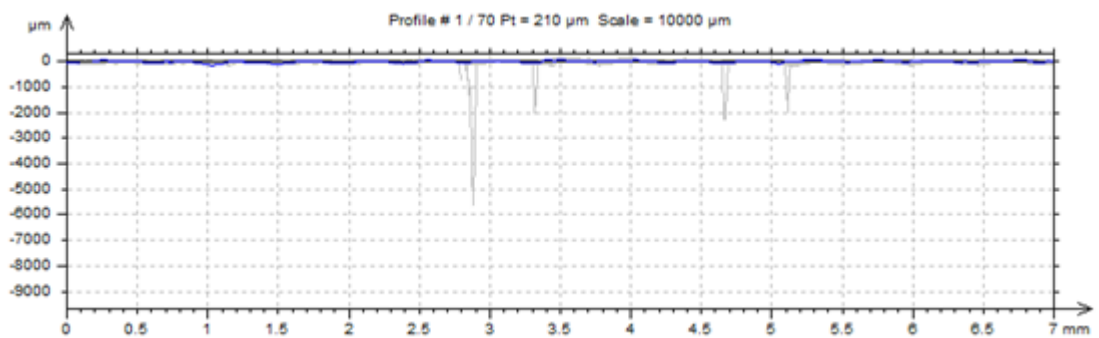


Obrázek 33 Profil drsnosti získaný z průměrné hodnoty

Vzorek č. 4

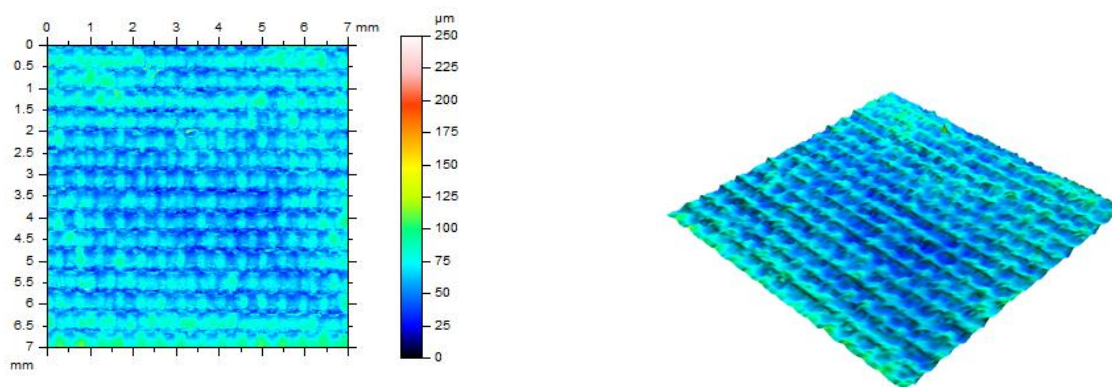


Obrázek 34 Profil povrchu vzorku 4 a 3D graf vzorku 4

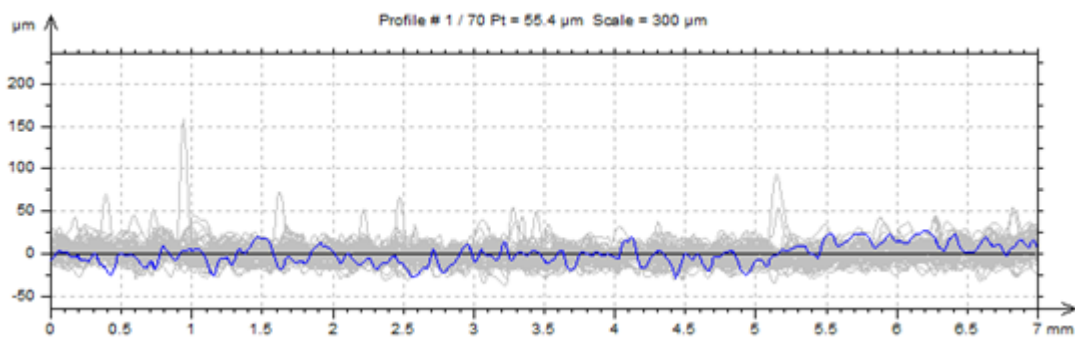


Obrázek 35 Profil drsnosti vzorku 4 z průměrné hodnoty

Vzorek č. 9



Obrázek 36 Profil povrchu vzorku 9 a 3D graf vzorku 9



Obrázek 37 Profil drsnosti vzorku 9 z průměrných hodnot

Tabulka 8 Vyhodnocení dat z přístroje Talysurf CLI 500

Označení vzorku	Ra [μm]	Rz [μm]	Rm [μm]	Rp [μm]	Rt [μm]	Metoda pořadí
V 1	15,1 (5)	58,3 (6)	58,3 (6)	27 (7)	76,1 (8)	6
V 2	20,3 (2)	106 (2)	106 (2)	42 (2)	191 (2)	2
V 3	13,7 (6)	65,8 (5)	65,8 (5)	36,4 (5)	87,8 (5)	5
V 4	22,5 (1)	120 (1)	120 (1)	46,9 (1)	289 (1)	1
V 5	12,4 (8)	53 (9)	53 (9)	23,4 (9)	75,6 (9)	9
V 6	20,2 (3)	103 (3)	103 (3)	40,3 (3)	151 (3)	3
V 7	12,5 (7)	57,9 (7)	57,9 (7)	28,8 (6)	83,2 (6)	7
V 8	11,7 (9)	55,4 (8)	55,4 (8)	26,8 (8)	81,7 (7)	8
V 9	5,9 (10)	27,3 (10)	27,3 (10)	14,9 (10)	41,8 (10)	10
V 10	18,3 (4)	83,5 (4)	83,5 (4)	37 (4)	121 (4)	4

V tabulce č. 8 jsou uvedena získaná data z přístroje Talysurf CLI 500, která byla následně vyhodnocena v softwaru Talymap. V tabulce jsou uvedeny parametry, které jsou vysvětleny níže.

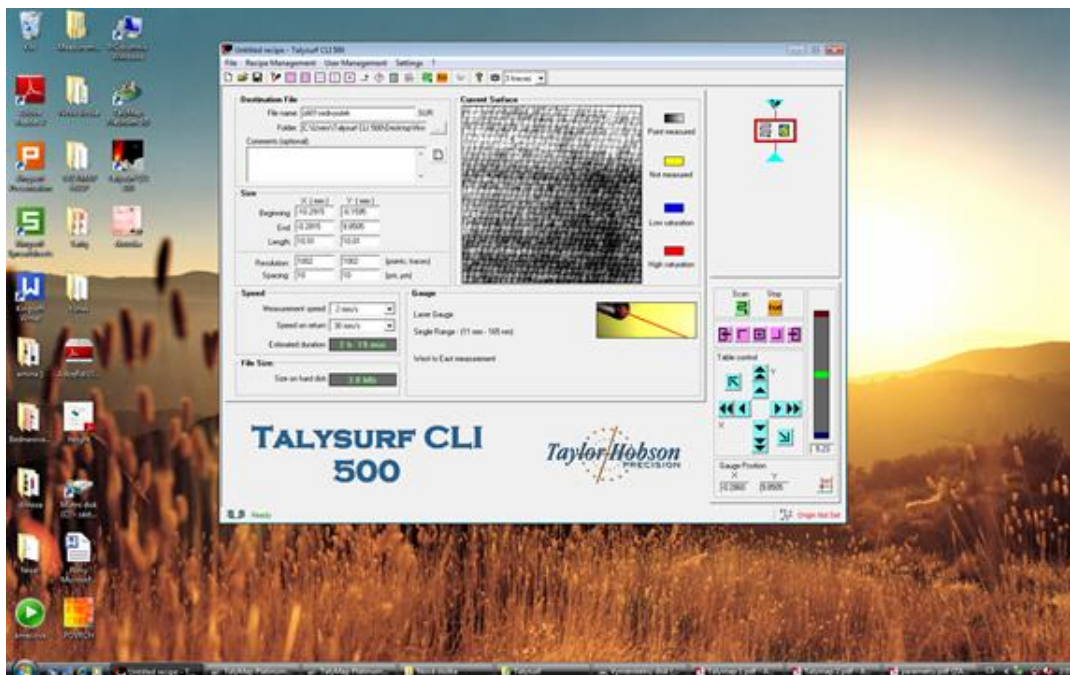
Ra ...střední aritmetická odchylka profilu [μm]

Rz ... výška nerovností profilu z deseti bodů [μm]

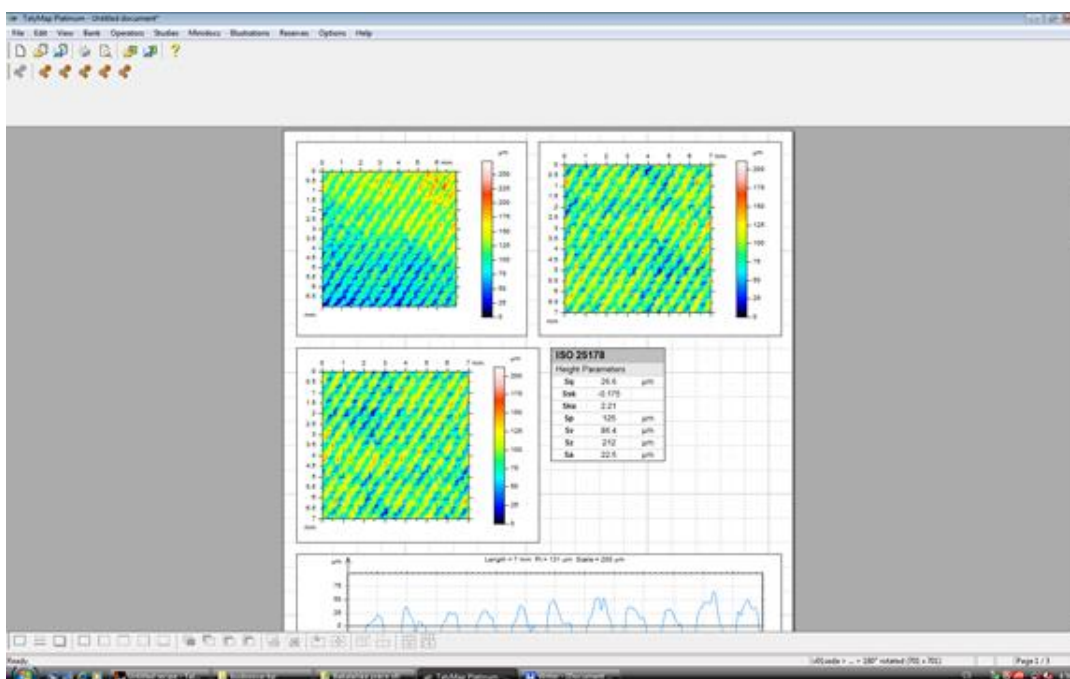
Rm ... největší výška nerovností profilu [μm]

Rp...největší výška výstupku profilu [μm]

Rt...celková výška profilu [μm]



Obrázek 38 Ukázka z měření na přístroji Talysurf CLI 500



Obrázek 39 Ukázka softwaru Talymap

7.3 Porovnání obou měřících zařízení

Tabulka 9 Porovnání obou měřících zařízení metodou pořadí

Označení vzorku	Systém KES	Talysurf CLI 500	Vzájemná shoda
V 1	9	6	Spíše ne
V 2	3	2	Spíše ano
V 3	5	5	Ano
V 4	2	1	Spíše ano
V 5	4	9	Ne
V 6	8	3	Ne
V 7	7	7	Ano
V 8	6	8	Spíše ano
V 9	10	10	Ano
V 10	1	4	Spíše ne

Tabulka 10 Srovnání výsledků obou měřících zařízení podle přístroje KES

Označení vzorku	Systém KES	Talysurf CLI 500	Vzájemná shoda
V 10	1	4	Spíše ne
V 4	2	1	Ano
V 2	3	2	Spíše ano
V 5	4	9	Ne
V 3	5	5	Ano
V 8	6	8	Spíše ano
V 7	7	7	Ano
V 6	8	3	Ne
V 1	9	6	Spíše ne
V 9	10	10	Ano

V tabulce č. 9 jsou porovnány obě dostupná zařízení metodou pořadí. Vzájemná shoda či neshoda jednotlivých zařízení je barevně znázorněna. Červenou barvou neshoda a zelenou shoda obou zařízení. V tabulce č. 10 jsou zařízení porovnána mezi sebou také metodou pořadí podle vzestupného seřazení přístroje KES-FB4 ve směru útku, protože i na přístroji Talysurf CLI 500 jsme vzorky snímali ve směru útku. Stupnice je od 1-10 od nejdrsnějšího po nejméně drsný vzorek.

V tabulce č. 11 jsou uvedeny vlastnosti z pohledu uživatele pro jednotlivá měřicí zařízení, která jsou znázorněna barevnou stupnicí. Červenou barvou je naznačena nevýhoda a zelenou barvou naopak výhoda daného přístroje. Shoda nastala z pohledu finanční náročnosti. Obě tato měřicí zařízení nejsou levnou záležitostí.

Tabulka 11 Porovnání výhod a nevýhod přístroje Talysurf CLI 500 a přístroje KES

Uživatelské vlastnosti	Systém KES	Talysurf CLI 500
Finanční náročnost	Vysoká	Vysoká
Časová náročnost měření	Nízká	Vysoká
Nastavení parametrů a složitost měření	Jednoduché	Složitě
Optické měřidlo	Více náchylné	Méně náchylné
Prostorová náročnost	Vysoká	Nízká
Měřený materiál	Nepřesné u pletenin	Vhodný u všech druhů materiálu

7.4 Diskuze k získaným výsledkům

Přístrojem KES bylo naměřeno celkem deset vzorků. Princip měření je popsán v rešeršní části v kapitole 5.3.2.2. Bohužel kvůli absenci přístroje pro hodnocení tření textilií, je v bakalářské práci popsána pouze závislost tření na drsnosti zjištěná z přístroje KES-FB4. Z bodových diagramů potvrzených výpočtem korelačního koeficientu je patrné, že jsou tyto dvě vlastnosti na sobě závislé. Jak ve směru osnovy, tak i ve směru útku. Čímž můžeme konstatovat, že čím vyšší je geometrická drsnost, tím vyšší je koeficient tření. Pro zajímavost jsme ještě zhodnotili koeficient tření jen ve směru osnovy a jen ve směru útku. To samé jsme provedli i s geometrickou drsností. Zjistili jsme, že osnovní nitě se jeví jako více drsné oproti útkovým nitím.

Přístroj Talysurf CLI 500 byl použit pouze pro hodnocení drsnosti povrchu textilií a porovnán s výsledky z přístroje KES-FB4. Princip měření je popsán v rešeršní části v kapitole 5.3.2.4. Oba přístroje jsme porovnali pomocí metody pořadí, abychom zjistili vzájemnou shodu nebo naopak neshodu u jednotlivých vzorků. Metoda pořadí byla použita pouze u hodnocení ve směru útku. Protože vzorky byly snímány na přístroji Talysurf CLI 500 ve směru útku, použili jsme pro srovnání data ve směru útku i z přístroje KES-FB4. Dále pak ještě následuje tabulka hodnocení přístrojů z hlediska uživatelských vlastností.

8 Závěr

Cílem rešeršní části bylo popsat vlastnosti specifikující povrch plošných textilií a zaměřit se na problematiku hodnocení povrchových vlastností plošných textilií, především na tření a drsnost. Obě tyto vlastnosti jsou popsány v kapitolách 4 a 5.

Cílem experimentální části bylo navrhnout a provést experiment pro hodnocení výše zmíněných vlastností na dostupných zařízeních a výsledná data vyhodnotit. Vybraná zařízení byla KES-FB4. Systém KES přednostně hodnotí omak textilií. V našem případě nás proto zajímal pouze KES-FB4, který měří tření a drsnost. A dále přístroj Talysurf CLI 500, který měří rozměry, tvar a drsnost povrchu textilií. Systém KES je zástupce kontaktní metody hodnocení a Talysurf CLI 500 je zástupce bezkontaktní metody hodnocení.

V experimentální části jsme na přístroji KES-FB4 hodnotili závislost tření na drsnosti. Jelikož přístroj KES-FB4 měří vzorek ve směru osnovy i útku z lící strany, hodnotili jsme proto data jak ze směru osnovy, tak i ze směru útku. V obou případech vyšla pozitivní (přímá) závislost. Konkrétně ve směru osnovy vyšel korelační koeficient $\rho = +0,823$ a ve směru útku $\rho = +0,782$. Pro zajímavost jsme hodnotili koeficient tření i koeficient drsnosti zvlášť ve směru osnovy a zvlášť ve směru útku. Grafickým vyjádřením jsme zjistili, že osnovní nitě mají oba tyto koeficienty vyšší, což znamená, že osnovní nitě jsou drsnější než útkové.

Na přístroji Talysurf CLI 500 jsme hodnotili pouze povrch drsnosti textilií. Princip snímání a nastavení parametrů je popsán výše v textu. Nasnímané vzorky jsme následně hodnotili v softwaru Talymap. Výsledky z přístroje KES-FB4 a Talysurfu CLI 500 jsme mezi sebou porovnali pomocí metody pořadí. U Talysurfu CLI 500 jsme vzorky snímali ve směru útku, proto jsme tedy vzorky porovnávali i s přístrojem KES-FB4 ve směru útku. Data jsme porovnávali vzestupně podle přístroje KES-FB4 a v tabulce znázornili barevnou škálou. Vzájemná shoda vyšla v šesti případech. Zbylé čtyři vzorky se neshodovaly. Může to být tím, že na povrch drsnosti textilie má vliv především vybraný materiál, povrchová úprava a jiné. Vybrána byla malá sada vzorků, je tedy dost možné, že kdyby byla k dispozici větší sada vzorků, výsledky by byly jiné.

Pro zajímavost byla vytvořena tabulka s uživatelskými vlastnostmi, ve které je barevně znázorněna výhoda a nevýhoda dostupných měřicích zařízení. Je na uživateli,

pro který přístroj se rozhodne. Čas měření u přístroje Talysurf CLI 500 je vysoký. Podle nastavení parametrů může měření (snímání) trvat i několik hodin. Naopak je velice důležité, jaký materiál chceme měřit. Na Talysurfu můžeme měřit všechny druhy materiálů. Naopak u přístroje KES-FB4 je měření nepřesné u pletenin, neboť při měření dochází k roztažení textilie, a to má za následek zkreslení výsledků. Záleží na uživateli, které vlastnosti jsou pro něj důležité, jaký materiál a jakou vlastnost chce hodnotit.

9 Zdroje

- [1] Růžičková, D.: Oděvní materiály. Liberec: Technická univerzita, Textilní fakulta, 2003. ISBN 80-7083-682-2
- [2] Zelová, K.: Oděvní materiály – rozdělení, přednáška, TU v Liberci [online]. [cit. 2019-03-17]
- [3] Ondrušková, M.: Druhy textilních materiálů, prezentace [online]. [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: www.ped.muni.cz/wtech/03_studium/textil-druhy_materialu.ppt
- [4] Kovář, R.: Pletení, TU v Liberci 1997
- [5] Jirsák, O.: Netkané textilie, VŠST Liberec 1993
- [6] Staněk, J.: Nauka o textilních materiálech. sv. 1., Část 4. Vlastnosti délkových a plošných textilií. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1988
- [7] Oheň. [Http://www.archeologienadosah.cz](http://www.archeologienadosah.cz) [online]. 2013 [cit. 2019-12-11]. Dostupné z: <http://www.archeologienadosah.cz/clanky/cas-lovcu-sberacu-shrnuti-informaci-z-jednotlivych-stanovist>
- [8] Kolektiv autorů: Tribotechnika v teorii a praxi, ČSVTS Praha 1982
- [9] GUPTA, Bhupender S. and Radko KOVÁŘ. 2008. Friction in textile materials. Boca Raton: CRC Press. Woodhead Publishing in textiles.
- [10] Ruffer L.: Metody měření koeficientu tření plošných textilií v textilním průmyslu [Bakalářská práce], TU Liberec, fakulta textilní, 2006
- [11] Tření. [Http://www.ucitel.net](http://www.ucitel.net) [online]. 2010 [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.ucitel.net/fyzika/treni>
- [12] Horák, Z., Krupka F., Šindelář V. :Technická fyzika, Praha, 1960
- [13] Reichl, J., Všetická, M.: Smykové tření. [Http://fyzika.jreichl.com](http://fyzika.jreichl.com) [online]. 2006 [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/36-smykove-treni>
- [14] Kovář, R.: Struktura a vlastnosti plošných textilií. TU v Liberci 2003.
- [15] Bumbálek, B., Odvody, V., Ošťádal, B.: Drsnost povrchu, SNTL, Praha, 1989
- [16] Bajzík, V.: Hodnocení omaku textilií, disertační práce, TU v Liberci, 2009

- [17] Semnani, D., Hasani, H., Behtaj, S., Ghorbani, E.: Surface Roughness Measurement of Weft Knitted Fabrics Using Image Processing, *Fibers & Textiles in Eastern Europe*, Vol. 19, s. 55-59, May/June 2011.
- [18] Park, K. H., Kwon, Y. H., Oh, K. W.: The Surface Roughness Measurement for Textiles Fabrics by a Non-Contact Method for Tactile Perception. In. *College of Advanced Technology, Kyung Hee University, Korea*, 2010
- [19] Xin, B., Hu, J., Baciú, G.: Visualisation of Textile Surface Roughness Based on Silhouette Image Analysis, *Textile Research Journal* 80(2), 166-176, 2010
- [20] Jiří Militký , Miroslav Mazal , (2007) "Metoda obrazové analýzy hodnocení drsnosti povrchu", *Mezinárodní žurnál vědy vědy a technologie*, Sv. 19 Vydání: 3/4, str. 186-193
- [21] Bueno, M. A., Durand, B., Renner, M.: A Non-Contact Measurement of the Roughness of Textile Fabrics, *Experimental Techniques*, s. 23-27, March/April 2000.
- [22] In Hwan Sul, Kyung Hwa Hong, Huensup Shim, Tae Jin Kang; Surface roughness measurement of nonwovens using threedimensional profile Data, *Text. Res.J.*, Vol. 76, (2006), p. 828.
- [23] Ramgulam RB, Amirbayat J. a Porat I., "Měření drsnosti tkanin bezdotykovou metodou", *Journal of Textile Institute* , 84 (1), 99 - 106 (1993)
- [24] Seligová, M.: Porovnání metod měření drsností textilií, diplomová práce, TU v Liberci, 2004
- [25] Hornych, J.: Hodnocení drsnosti povrchu textilií s využitím metody gradientních polí, diplomová práce, TU v Liberci, 2015

Seznam obrázků

Obrázek 1 a) plátňová vazba, b) třívazný osnovní kepr, c) pětivazná osnovní atlasová vazba s postupným číslem 3	14
Obrázek 2 Základní pojmy tkaniny	14
Obrázek 3 Pletenina zátažná a osnovní.....	15
Obrázek 4 Netkaná textilie	16
Obrázek 5 Vrstvená textilie	17
Obrázek 6 Oděvní krajkovina	17
Obrázek 7 Princip činnosti přístroje Goniophotometer GP 3	19
Obrázek 8 Měřicí přístroj Tribometr	20
Obrázek 9 Tvorba žmolků	21
Obrázek 10 Schéma přístroje pro měření zatrhávání.....	22
Obrázek 11 Smykové tření	26
Obrázek 12 Valivé tření	27
Obrázek 13 Tření opásáním.....	28
Obrázek 14 KES-FB1	37
Obrázek 15 KES-FB2	37
Obrázek 16 KES-FB3	37
Obrázek 17 KES-FB4	37
Obrázek 18 Přístroj Talysurf CLI 500	39
Obrázek 19 Profil povrchu Obrázek 20 Jmenovitý povrch.....	39
Obrázek 21 Výstupky a prohlubně profilu	40
Obrázek 22 Prvek profilu.....	41
Obrázek 23 Střední čára profilu.....	41
Obrázek 24 Grafické znázornění plošné měrné hmotnosti [g/m^2].....	47
Obrázek 25 Grafické znázornění tloušťky materiálu [mm].....	47
Obrázek 26 Bodový diagram korelační závislosti	48
Obrázek 27 Přístroj KES – FB4.....	50
Obrázek 28 Bodový diagram korelační závislosti (tření na drsnosti ve směru osnovy). 51	
Obrázek 29 Bodový diagram korelační závislosti (tření a drsnosti ve směru útku).....	53
Obrázek 30 Grafické znázornění koeficientu tření ve směru osnovy i útku.....	55
Obrázek 31 Grafické znázornění geometrické drsnosti ve směru osnovy i útku.....	55
Obrázek 32 Profil povrchu vzorku 1 získaný Talysurfem CLI 500 a 3D graf	56

Obrázek 33 Profil drsnosti získaný z průměrné hodnoty.....	57
Obrázek 34 Profil povrchu vzorku 4 a 3D graf vzorku 4	57
Obrázek 35 Profil drsnosti vzorku 4 z průměrné hodnoty.....	57
Obrázek 36 Profil povrchu vzorku 9 a 3D graf vzorku 9	58
Obrázek 37 Profil drsnosti vzorku 9 z průměrných hodnot.....	58
Obrázek 38 Ukázka z měření na přístroji Talysurf CLI 500	60
Obrázek 39 Ukázka softwaru Talymap	60

Seznam tabulek

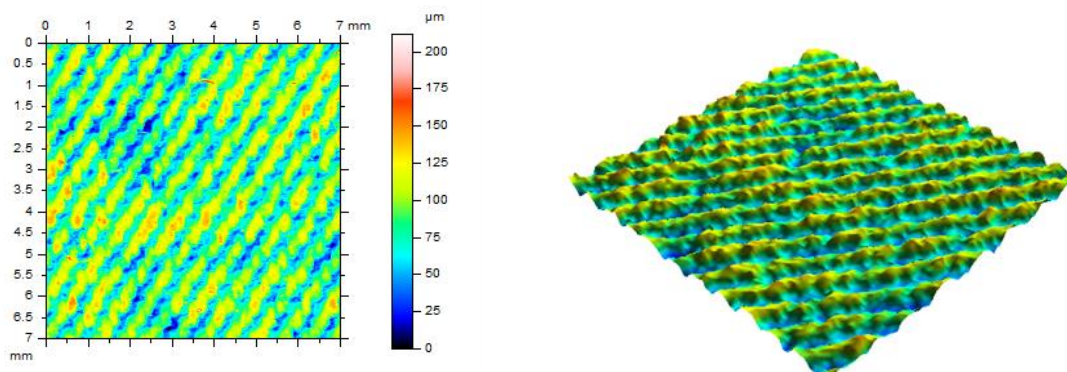
Tabulka 1 Použitý materiál (část 1.)	45
Tabulka 2 Použitý materiál (část 2.)	46
Tabulka 3 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu	49
Tabulka 4 Výsledná tabulka průměrných hodnot ze systému KES ve směru osnovy....	51
Tabulka 5 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu (tření a drsnost ve směru osnovy)	52
Tabulka 6 Výsledná tabulka průměrných hodnot ze systému KES ve směru útku	53
Tabulka 7 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu (tření na drsnosti ve směru útku)	54
Tabulka 8 Vyhodnocení dat z přístroje Talysurf CLI 500.....	59
Tabulka 9 Porovnání obou měřících zařízení	61
Tabulka 10 Srovnání výsledků obou měřících zařízení podle přístroje KES.....	61
Tabulka 11 Porovnání výhod a nevýhod přístroje Talysurf CLI 500 a přístroje KES ...	62

Seznam příloh

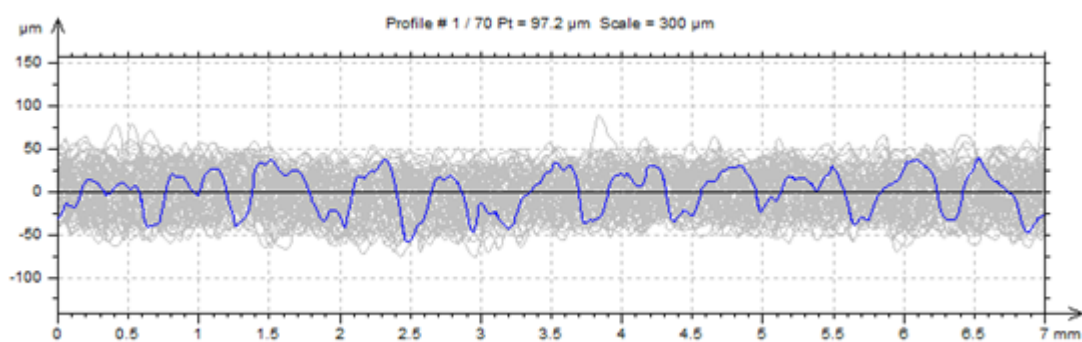
Příloha 1	Vzorek 1 (V 1)
Příloha 2	Vzorek 2 (V 2)
Příloha 3	Vzorek 5 (V 5)
Příloha 4	Vzorek 6 (V 6)
Příloha 5	Vzorek 7 (V 7)
Příloha 6	Vzorek 8 (V 8)
Příloha 7	Vzorek 10 (10)

Příloha 1

Vzorek 1 (V 1)



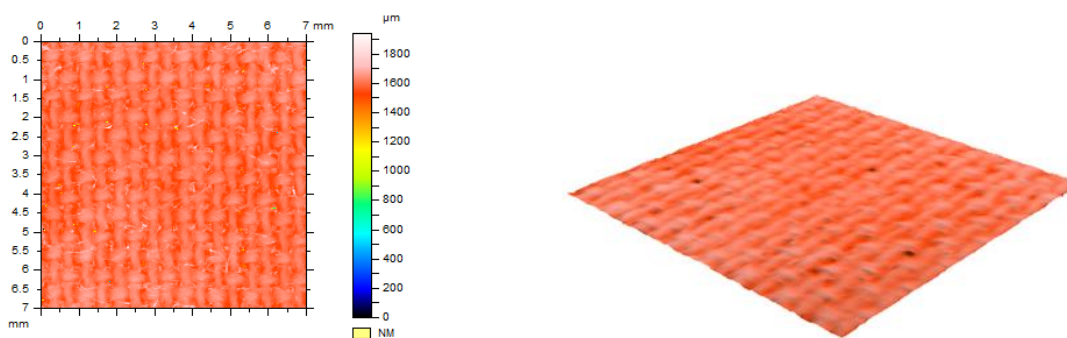
Obrázek 40 Profil drsnosti V 1 a 3D graf V 1 získaný z přístroje Talysurf



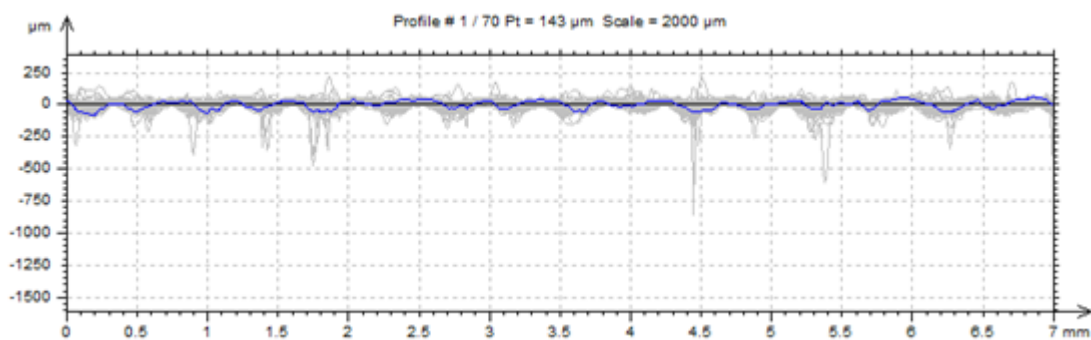
Obrázek 41 Profil povrchu drsnosti V 1 z průměrné hodnoty

Příloha 2

Vzorek (V 2)



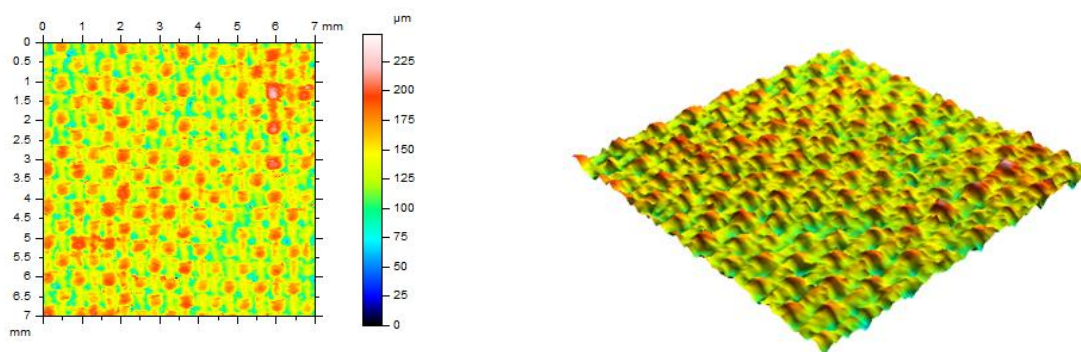
Obrázek 42 Profil drsnosti V 2 a 3D graf V 2 získaný z Talysurfu



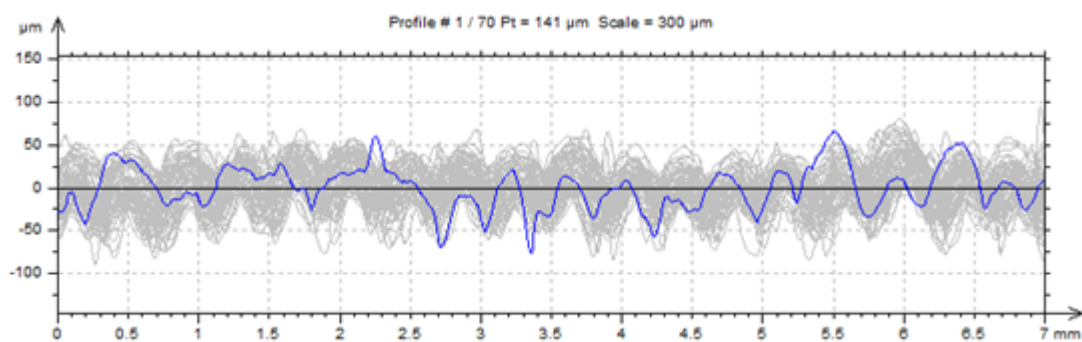
Obrázek 43 Profil povrchu drsnosti V 2 z průměrné hodnoty

Příloha 3

Vzorek 5 (V 5)



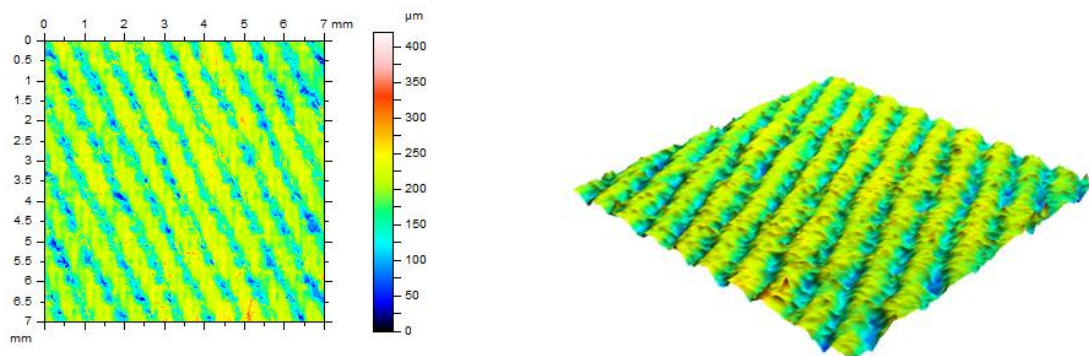
Obrázek 44 Profil drsnosti V 5 a 3D graf V 5 získaný z Talysurfu



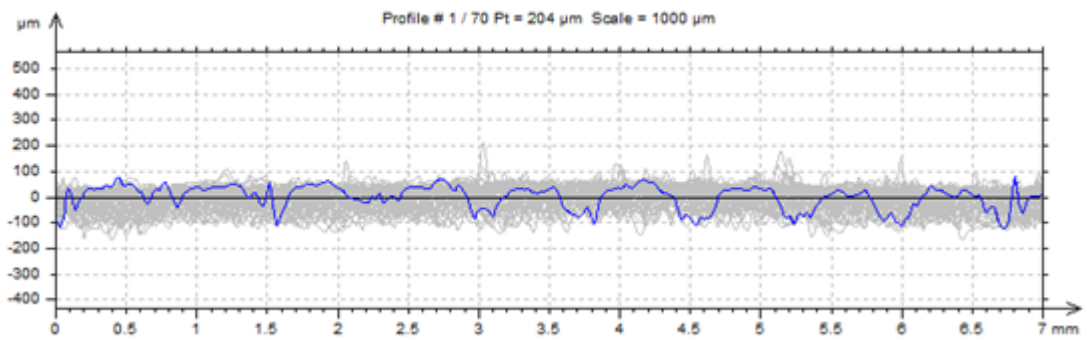
Obrázek 45 Profil povrchu drsnosti V 5 z průměrné hodnoty

Příloha 4

Vzorek 6 (V 6)



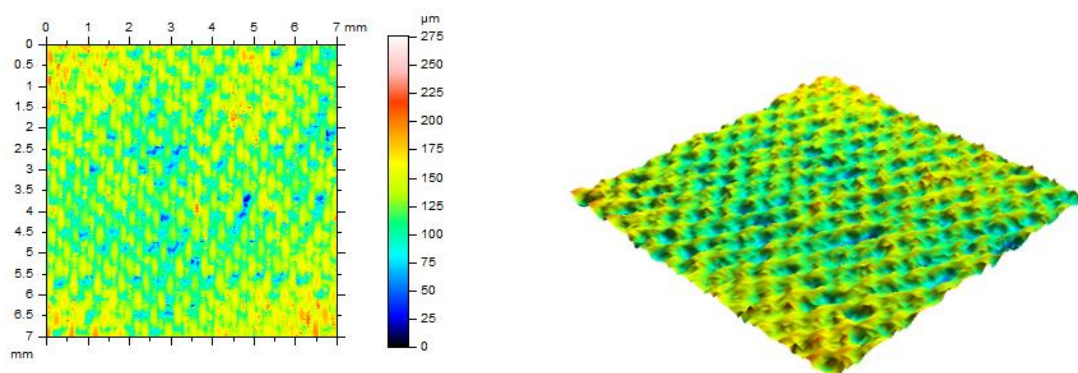
Obrázek 46 Profil drsnosti V 6 a 3D graf V 6 získaný z Talysurfu



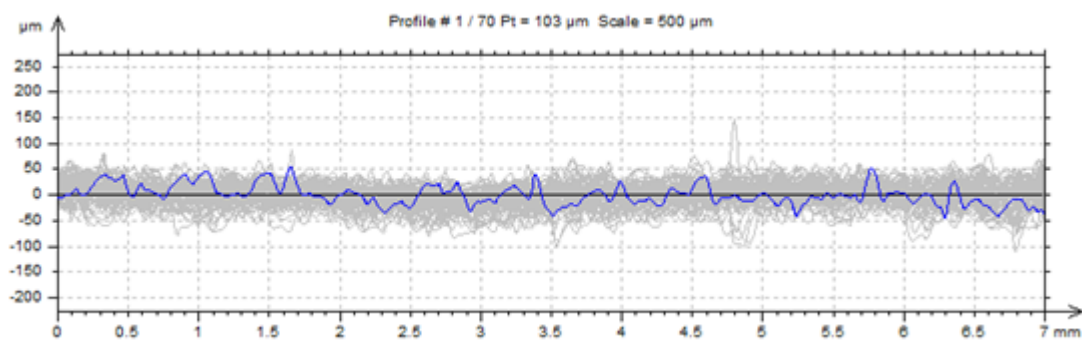
Obrázek 47 Profil povrchu drsnosti V 6 z průměrné hodnoty

Příloha 5

Vzorek 7 (V 7)



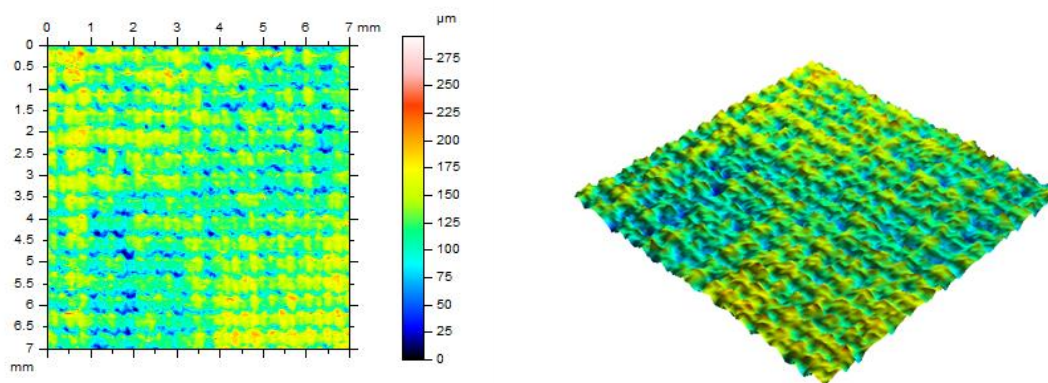
Obrázek 48 Profil povrchu V 7 a 3D graf V 7 získaný z Talysurfu



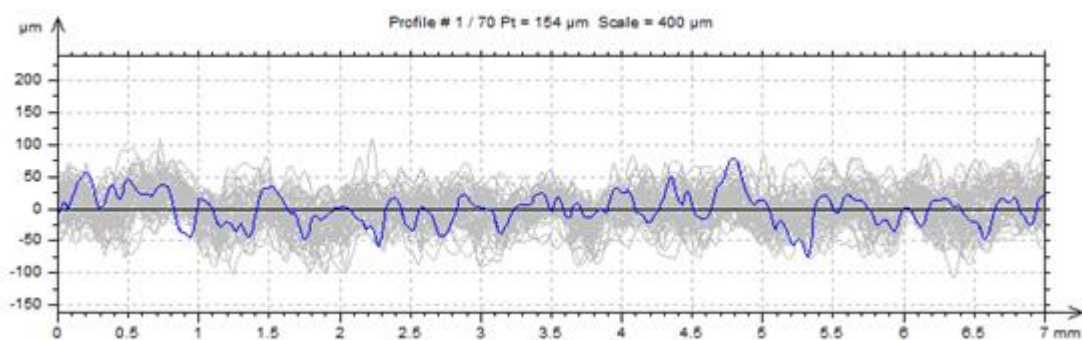
Obrázek 49 Profil povrchu drsnosti V 7 z průměrné hodnoty

Příloha 6

Vzorek (V 8)



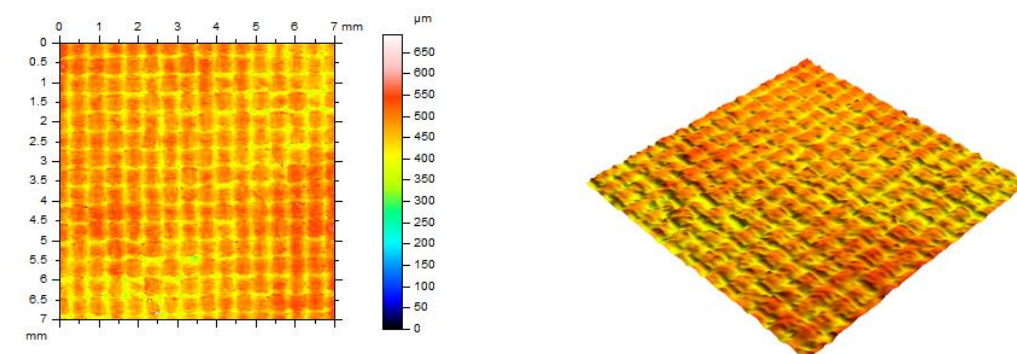
Obrázek 50 Profil povrchu V 8 a 3D graf V 8 získaný z Talysurfu



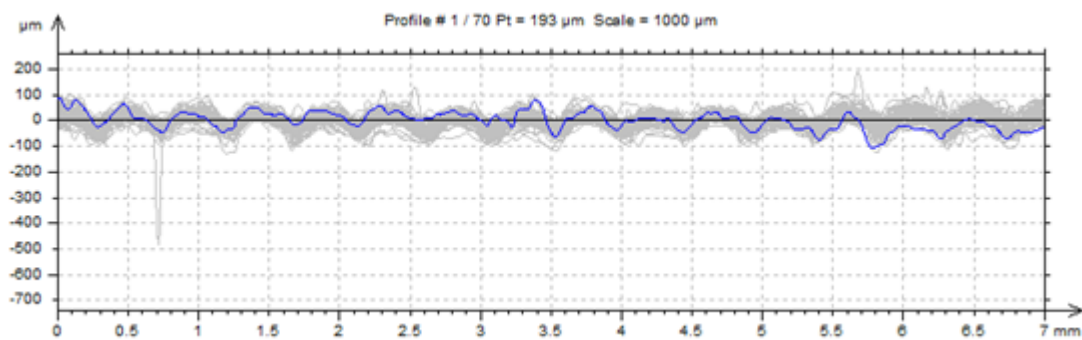
Obrázek 51 Profil povrchu drsnosti V 8 z průměrné hodnoty

Příloha 7

Vzorek 10 (V 10)



Obrázek 52 Profil povrchu V 10 a 3D graf V 10 získaný Talysurfem



Obrázek 53 Profil povrchu drsnosti V 10 z průměrné hodnoty