

## Diplomová práce

# Tkaniny se speciálními optickými efekty

*Studijní program:*

N3957 Průmyslové inženýrství

*Studijní obor:*

Produktové inženýrství

*Autor práce:*

**Bc. Adéla Bílková**

*Vedoucí práce:*

prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.  
Katedra materiálového inženýrství

Liberec 2023



## Zadání diplomové práce

# Tkaniny se speciálními optickými efekty

<i>Jméno a příjmení:</i>	<b>Bc. Adéla Bílková</b>
<i>Osobní číslo:</i>	T20000003
<i>Studijní program:</i>	N3957 Průmyslové inženýrství
<i>Studijní obor:</i>	Produktové inženýrství
<i>Zadávající katedra:</i>	Katedra hodnocení textilií
<i>Akademický rok:</i>	2022/2023

### Zásady pro vypracování:

- 1) Vypracujte rešerši na téma konstrukce a vzhled tkanin, zaměřte se zejména na tradiční japonské textilie se speciálními optickými efekty
- 2) Navrhněte a laboratorně realizujte metodu 3D optické analýzy barevnosti textilie
- 3) Zejména pomocí této metody analyzujte optické efekty na vhodně zvolených textilních strukturách, sledujte barevnost a lesk textilií
- 4) Získané výsledky analyzujte na základě znalosti konstrukce a geometrie povrchu konkrétní textilní struktury
- 5) Výsledky diskutujte z hlediska technologických možností výroby a případného komerčního uplatnění těchto struktur

*Rozsah grafických prací:*

*Rozsah pracovní zprávy:*

*Forma zpracování práce:*

*Jazyk práce:*

tištěná/elektronická

čeština

### **Seznam odborné literatury:**

1) KRYŠTŮFEK, J. a J. WIENER. Barvení textilií. I. Liberec: Technická univerzita, 2008. 212 s. ISBN 978-80-7372-328-6.

2) KRYŠTŮFEK, J., J. WIENER a D. MACHAŇOVÁ. Barvení textilií II. Liberec: Technická univerzita, 2011. 278 s. ISBN 978-80-7372-796-3

*Vedoucí práce:*

prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.

Katedra materiálového inženýrství

*Datum zadání práce:*

17. března 2023

*Předpokládaný termín odevzdání:* 8. ledna 2024

L.S.

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.  
děkan

Ing. Roman Knížek, Ph.D., MBA  
vedoucí katedry

V Liberci dne 11. října 2023

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, 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 nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou 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.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

## Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat panu profesorovi Jakubu Wienerovi za cenná doporučení, trpělivost a množství volného času věnovaného vedení této diplomové práce. Stejně tak bych ráda poděkovala Ing. Vlastimile Bergmanové za její rady se simulací tkaniny, studijnímu oddělení a katedře hodnocení textilií za podporu celého studia. A konečně děkuji i mé rodině za podporu během studia – Marii a Pavlovi Bílkovým, kteří mě stále hnali vpřed. Tuto práci bych chtěla věnovat jim a dědečkovi Ing. Aloisi Bílkovi.

## Anotace

Diplomová práce se zabývá tkaninami se speciálními optickými efekty. Cílem diplomové práce je analýza jedné z nejvýznamnějších textilií japonské kultury, která se nazývá Nishijin textilie. Tato práce se zaměřuje na možnost, že struktura této tkaniny ovlivňuje barevnost textilie, která umožňuje zajímavé optické efekty. Nishijin textilie totiž vytvářejí vizuální dojem změny lesku na mat pod určitými úhly pozorovatele, který může být ovlivněn odrazem světla od povrchu textilie. Tyto tradiční textilie se nejen hojně objevují v podobě národních japonských krojů, ale také jako dekorativní interiérové textilie. Jelikož není vypracováno mnoho studií, stále je textilie opředena tajemstvím výroby.

Diplomová práce je rozdělena do několika částí. Rešeršní část se zaměřuje na seznámení s japonskou textilií, její historií, vlastnostmi materiálů použitých v Nishijin textiliích a také její tvorbou. Následně jsou popsány základy teorie tkaní, vzorování tkanin, konstrukce a vzhledu tkanin, vlastnosti plošných textilií a speciálních optických efektů.

V experimentální části byla navržena a laboratorně realizovaná metoda 3D optické analýzy barevnosti textilie a umožňuje skenovat pozorované vazební efekty za definovaných podmínek při naklánění, natáčení vzorku a přitom měřit barevnost pomocí RGB modelu. Dále byl zjištěn kritický úhel a predikována barevnost, která umožňuje zkoumat vztah mezi strukturou vazby, barevností a lesku vazebních efektů. Na experimentální část navazuje kapitola, která obsahuje výsledky a pokračuje do kapitoly závěr, která shrnuje dosavadní výsledky diplomové práce. Výsledky jsou diskutovány z hlediska technologických možností výroby a případného komerčního uplatnění těchto textilních struktur.

## Klíčová slova

Japonské textilie, Nishijin textilie, barevnost a lesk vazebních efektů, geometrie tkaniny, kritický úhel, japonské techniky tkaní

## Annotation

This diploma thesis deals with fabrics with special optical effects. The aim of the thesis is the analysis of one of the most important textiles of Japanese culture which is called Nishijin textile. This work focuses on the possibility that the structure of this fabric affects the color of the fabric. The structure enables interesting optical effects. Indeed Nishijin textiles create a visual impression of a change in gloss to mat under certain angles of the observer which can be affected by the reflection of light from the surface of the textile. These traditional textiles not only appear in abundance in the form of national Japanese costumes but also as decorative interior textiles. Since not many studies have been carried out the textile is still shrouded in the mystery of production.

The diploma thesis is divided into several parts. The research part focuses on getting to know Japanese textiles and their history the properties of the materials used in Nishijin textiles as well as their creation. Subsequently the basics of weaving theory and fabric patterning and fabric construction and appearance and properties of flat textiles and special optical effects are described.

Experimental part includes a laboratory implemented method of 3D optical analysis of the textile color. Furthermore the critical angle was determined and the color was predicted which enables the relationship between the weave structure color and gloss of weaving effects to be investigated. The experimental part is followed by a chapter that contains results and continues to the conclusion chapter which summarizes the results of the thesis so far. The results are discussed in terms of the technological possibilities of production and possible commercial application of these textile structures

## Key Words

Japanese textiles, Nishijin textiles, color and gloss of weaving effects, textile geometry, critical angle, japanese weaving techniques

# Obsah

Seznam jednotek a zkratk.....	7
Úvod .....	8
1. REŠERŠNÍ ČÁST .....	9
1.1 Tkaní .....	9
1.1.1 Tkací stroje .....	11
1.1.2 Vzorování tkanin.....	11
1.1.3 Žakárový stroj .....	11
1.1.4 Elektronické žakárské prošlupní zařízení.....	12
1.1.5 Vliv vstupních parametrů na vzhled tkaniny .....	12
1.1.6 Základní skupiny vazebních technik .....	13
1.1.7 Základní rozdělení a stručný popis vícenásobných tkanin .....	13
1.2 Konstrukce tkaniny.....	15
1.2.1 Vazba .....	15
1.2.2 Dostava .....	17
1.2.3 Setkání .....	17
1.2.4 Plošná hmotnost.....	18
1.2.5 Jemnost příže.....	19
1.3 Geometrie tkaniny.....	19
1.3.1 Plošná geometrie žakárských tkanin .....	19
1.3.2 Prostorová geometrie žakárských tkanin .....	21
1.3.3 Míra zvlnění jednotlivých nití ve tkanině .....	23
1.3.4 Geometrická struktura tkanin z multifilu .....	25
1.4 Nishijin textilie .....	28
1.4.1 Historie Nishijin textilie .....	29
1.4.2 Centrum Nishijin textilií.....	31
1.4.3 Nishijin textilie v moderní době .....	32
1.4.4 Nishijin textilie použité v oděvu .....	33
1.4.5 Nishijin textilie použité v interiéru .....	33
1.4.6 Historie výroby Nishijin textilie v interiéru.....	34
1.4.7 Výroba Nishijin textilií.....	35
1.4.8 Použité materiály pro Nishijin textilie .....	36
1.5 Typy technik japonského tkaní.....	50
1.5.1 Technika A - Hikihaku 引き箔 .....	50
1.5.2 Technika B - Betsugarami 別絡み .....	51
1.5.3 Technika C - Baikoshi バイ腰 .....	51
1.6 Speciální optické efekty ve tkanině.....	52



1.6.1 Lidské oko .....	52
1.6.2 Světlo .....	53
1.6.3 Rozptyl, absorpce světla a šíření světla .....	53
1.6.4 Princip nezávislosti chodu světelných paprsků .....	54
1.6.5 Rozdělení speciálních optických efektů.....	56
1.6.6 Barevný prostor .....	58
1.6.7 Vliv charakteristik vláken na lesk a barevnost.....	60
1.6.8 Numerický popis barev.....	62
2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	65
2.1 Rozbor textilního vzorku.....	65
2.1.1 Simulace tkaniny.....	68
2.2 Metody analýzy .....	71
2.2.1 Konfokální světelná mikroskopie .....	71
2.2.2 Skenovací elektronový mikroskop (SEM) .....	73
2.2.3 3D úhlový měřič.....	74
2.2.4 Parametry pro vytvoření fotografií pro vyhodnocení RGB složek.....	75
2.2.5 Parametry zpracování fotografií pro vyhodnocení RGB složek .....	77
2.3 Konstrukce tkaniny.....	79
2.3.1 Barevné vzorování .....	79
2.3.2 Vazebné vzorování .....	79
2.3.3 Vazební technika .....	80
2.4 Geometrie tkaniny.....	81
2.4.1 Plošná geometrie tkaniny.....	82
2.4.2 Prostorová geometrie tkaniny.....	84
2.4.3 Kritický úhel .....	87
2.5 Změna barevnosti v závislosti na konstrukci a geometrii tkaniny.....	90
2.5.1 Analýza barevnosti .....	92
2.5.2 Lineární regrese pro oblast A, B, C .....	95
3. VÝSLEDKY A DISKUZE .....	113
3.1 Vazební efekt A.....	116
3.2 Vazební efekt B.....	118
3.3 Vazební efekt C .....	120
3.4 Diskuze možností výroby a komerčního uplatnění struktur.....	122
4. ZÁVĚR .....	123
Bibliografie .....	125
Seznam obrázků .....	126
Seznam grafů.....	128

Seznam tabulek .....	129
Přílohy.....	131

## Seznam jednotek a zkratek

$\alpha$	úhel naklonění od 90° do 20°	$K_{\dot{u}}$	zakrytí vazných buněk útku
$\beta$	úhel natočení od 10° do 360°	L	vzdálenost mezi dvěma osnovami
$d_1$	efektivní průměr osnovní nitě	mm	milimetr
$d_2$	efektivní průměr útkové nitě	$m^2$	metr čtvereční
D	dostava	$\mu m$	mikrometr
$D_o$	dostava osnovy	n	počet nití na měřenou délku
$D_{\dot{u}}$	dostava útku	$\omega$	kritický úhel
$\varepsilon_o$	setkání osnovy	Obr. č.	obrázek číslo
$\varepsilon_{\dot{u}}$	setkání útku	%	procento
F	clonové číslo	r	poloměr příze
g	gram	RGB	barevné složky
Graf č.	graf číslo	$\rho_s$	plošná hmotnost
ISO	citlivost filmu	°	stupeň
K	zakrytí vazných buněk	SEM	skenovací elektronový mikroskop
km	kilometr	Tex	tex
$K_o$	zakrytí vazných buněk osnovy	Tab. č.	tabulka číslo

## Úvod

Téma tkanin se speciálními optickými efekty bylo vybráno díky fascinaci japonskými textiliemi. Jelikož jsem měla možnost studijního výjezdu a pracovní stáže v Japonsku, lehce mě tyto textilie očarovaly svým zvláštním kouzlem. Když jsem bydlela v Kjótu, kimona bylo možné již zahlédnout od jara, kdy se ženy a muži oblékli do tradičního šatu a vyšli si ruku v ruce do rozkvetlých zahrad plných růžových květů sakury, a to až do zimy, kdy mezi sněhovými vločkami procházely nádherné Geishi.

No zkrátka, z těch nádherných látek mi přecházel zrak. Japonci si potrpí na uchování tajemství japonských tradic. Mezi ně patří i tyto textilie, které jsou díky své zajímavé vazbě hojně využívány v oděvnictví i interiéru. Nebylo naleznuto mnoho studií ohledně těchto textilií a proto jsem si téma tkanin se speciálními optickými efekty vybrala pro zpracování diplomové práce. Tradiční japonské textilie vytváří vizuální dojem, který může být dramaticky ovlivněn odrazem světla od povrchu textilie.

U textilií je první dojem nanejvýš důležitý. Pokud textilie vytváří silný první dojem, zákazníci jej spatřují atraktivními. Tradiční japonské textilie jsou velice zajímavé svou promyšleností do nejmenšího detailu. Vazební struktura, barva, výběr materiálů a design jsou velice důležité. Přidanou hodnotou je také filozofie, která je vkládána do těchto textilních výrobků. Předkládaná práce se zabývá seznámením s japonskými textiliemi, použitými materiály, japonskými typy tkaní a konstrukcí této tkaniny navazující na změnu barevnosti a lesku na mat pod určitými zornými úhly pozorovatele.

*Japonské textilní vzory jsou jedny z nejkrásnějších na světě, díky své nekonečné přitažlivosti. Jsou také známy pro své duchovní a symbolické aspekty. Každý vzor, který byl promyšlen nespočet let, má svůj význam. Vzory použité v tradičním japonském kroji kimonu, opasku obi a v dalších částech ošacení naznačují největší kouzla změn ročních období a sezónní citlivost v detailech. (Nitanai 2017, str. 4-5 - přeloženo autorkou diplomové práce)*



Obr. č. 1 - Tkaný vzorek Nishijin textile, dostupné z: [https://kyo-go.com/en/collection/each\\_item/?name=YUI004&color=lightxxblue](https://kyo-go.com/en/collection/each_item/?name=YUI004&color=lightxxblue).

## 1. REŠERŠNÍ ČÁST

Rešeršní část shrnuje všechny důležité informace, které byly nezbytné k napsání této práce a pochopení japonské tkaniny.

### 1.1 Tkaní

V této kapitole je rozvedeno téma tkaní a základní pojmy, které jsou důležité pro pochopení tkaniny a její výroby z pohledu žakárového stroje a vzorování tkanin.

## Základní pojmy

- Tkanina je plošná textilie, která vzniká vzájemným provázáním dvou nebo více na sebe kolmých soustav nití, které se provazují v určitých vazbách. [1]
- Jemnost příze je délková hmotnost, která vyjadřuje vztah mezi hmotností a délkou příze. Pomocí  $\text{tex}$  vyjadřujeme jemnost příze v základní jednotce [tex], hmotnost příze v [g] vztaženou na délku příze 1000 m. [2]
- Vzor ve tkanině vznikne vykreslením za pomoci vazeb a barevného snování a házení. Mezi ty nejjednodušší patří například pepito, kohoutí stopa nebo drobné pruhy, kostky a jejich kombinace. [2]
- Střída vzoru tvoří vzor pomocí určitého počtu nití osnovních a útkových. Střída vazby bývá často odlišná od střídy vzoru. Například u damašků nebo brokátů je střída vzoru několikanásobně větší než střída vazby. Raport udává velikost vzoru s možností vzájemného rozložení daných motivů v celé ploše tkaniny. [2]
- Vazba tkaniny je určitý způsob, kterým se mezi sebou soustavy nití provazují. Je důležitá pro samotnou konstrukci textilie, kdy se vytváří žádaný vzhled, vzor a vlastnosti materiálu. [2]
- Střída vazby je nejmenší částí vazby tkaniny, která se pravidelně opakuje v celé své ploše. [2]
- Vazební technika je způsob složitějšího provázání tkanin s použitím základních vazeb a jejich odvozenin. Pro vzorování se používá více soustav útkových či osnovních nití, případně obojích. Zařazujeme zde víceútkové, víceosnovní, dutinné, násobné a další. [2]

Žakárský vzor je velkoplošný, většinou mnohobarevný vzor. Na listových strojích nemůžeme dosáhnout takových rozměrů vzoru a ty se v žakáru vyskytují v mnoha vazbách nebo v kombinacích různých vazeb, podle toho, jaké si zvolíme. Tyto vzory se velice často uplatňují na dekorativních tkaninách. [2]

Žakárské tkaniny jsou odvozené od francouzského vynálezce tohoto typu tkacího stroje Josepha Maria Jacquarda. Tyto tkaniny jsou prostorové, či plošné textilie a je to obecné označení pro všechny velkoplošné vazebně vzorované tkaniny, které jsou utkány na žakárském stroji. Tento složitý mechanismus umožňuje tkaní téměř neomezené velikosti a složitějších vzorů, jaké jsou například tvarově rozmanité prvky, jako třeba ornamenty a rostlinné motivy. V praxi se používají stroje s větší kapacitou 400, 600, 800, 1200 a více platin. Při tkaní menších

vzorů se ve střídě žakárského stroje vzor několikrát opakuje. Typickým příkladem žakárské tkaniny je brokát, damašek či nábytkové tkaniny. [2]

### 1.1.1 Tkací stroje

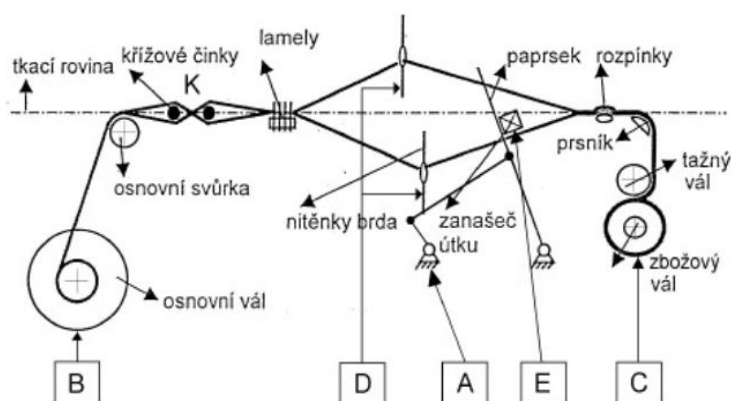
Tkáací stroje se rozdělují podle tkacího brda na žakárské či listové a také podle zanašeče útku na jehlové, skřipcové, tryskové a člunkové. Dále se mohou dělit podle počtu osnov na jedno nebo víceosnovní tkací stroje. [1]

### 1.1.2 Vzorování tkanin

Vzorovat tkaniny lze vazebně i barvami. Žakárské tkaniny se vyznačují bohatým vazebním vzorováním. Barvami lze vzorovat v osnově, v útku a také v obou soustavách. Musí se přihlédnout na materiál, ze kterého se tká, parametry a dostavu stroje, zvolit správné vazby, pokud chceme správně vyzorovat tkaninu. To je velmi důležité. [3]

### 1.1.3 Žakárový stroj

Každá nitěnka je ovládána zdvižnou šňůrou zvlášť. Tato šňůra je zachycena na platině, která s nitěnkami pohybuje. Uspořádání platin je ve skříní žakárského prošlupního mechanismu, která je upevněna nad tkacím strojem. Pořadí nitěnek zajišťuje řadnice (dřevěná nebo plastová deska s otvory), do kterých jsou navedeny v určitém pořadí zdvižné šňůry, a právě tento návod zajišťuje pořadí nitěnek. Vzory se poté připravují v počítačovém programu a přenášejí se do stroje pomocí externích úložišť. [1]



A-pohon, B-osnovní regulátor, C-zbožový regulátor, D-prošlupní zařízení, E-prohození mechanismus

Obr. č. 2 - Schéma tkacího stroje. [2]

#### 1.1.4 Elektronické žakárské prošlupní zařízení

Je to blok s elektromagnety, který je umístěný v bezprostřední blízkosti tkacího stroje. V něm jsou připevněny vzorovací platiny, jejichž zdvih zajišťují elektromagnety. Zdvih se odehrává s pomocí elektrického napětí, které přitáhne nůž se vzorovací platinou. Ta je následně zavěšena na háček. K vytvoření prošlupu je zde ještě jedna platina, která zdvihá nitěnky pomocí kladky a zdvižné šňůry do horní polohy. [4]

#### 1.1.5 Vliv vstupních parametrů na vzhled tkaniny

V této kapitole jsou shrnuty důležité parametry, které ovlivňují vzhled tkaniny, jako je dostava, parametry příze, materiál, vazba a flotáž.

Dostava tkaniny je vyjádřena počtem osnovních či útkových nití na stanovenou jednotku délky. Většinou je to dostava útku  $D_u$  či osnovy  $D_o$  na 1 cm. Dostava osnovy je dána návodem nití do zubů paprsku a dostava útku se ovlivňuje zbožovým regulátorem, který po zanesení útku do prošlupu a přírazu paprskem posouvá tkaninu o určitý úsek, předem určený nastavením regulátoru. [4]

Vzorovat tkaninu lze použitím příze o různé jemnosti, s různým zákrutem, zdobným efektem, různého zpracování a z různého materiálu. Materiály, které jsou vhodné ke tkaní, jsou přírodní, chemické i syntetické. Mezi přírodní patří vlna a bavlna, mezi chemické viskóza a syntetické polyester a polypropylen dle účelu použití (bytové, technické, oděvní textilie). [2]

Vazby používané pro žakárské tkaniny jsou stejné jako pro listové tkaniny, ale figurální vzorování je však potřeba použít nejméně dvě vazby, nebo záměnu soustav nití u složitějších tkanin. V návaznosti na to, rozlišujeme tedy vazby osnovní, útkové a oboustranné podle převahy osnovních či útkových vazných bodů. [2]

Flotáž je technický výraz pro volně ležící osnovní nebo útkové nitě. Tyto nitě jsou neprovázané přes několik vazných bodů tkaniny či pleteniny a volně leží na povrchu. Mohou tak vytvářet rozmanité plastické struktury a vzájemná provázanost osnovních a útkových nití ovlivňuje vlastnosti hotové tkaniny. Například můžeme ovlivňovat prodyšnost, drsnost, pevnost, tuhost, tažnost, splývavost tkaniny v našem případě lesk. [2]



### 1.1.6 Základní skupiny vazebních technik

Existují následující vazební techniky výroby tkaniny:

- 1) jednoduchá
- 2) víceosnovní s vícero soustavami osnovy a jednou soustavou útku
- 3) víceútková s vícero soustavami útku a jednou soustavou osnovy
- 4) vícenásobná, kde je více soustav jak osnovy, tak útku [4]

#### Vícenásobné soustavy

Rozdělujeme na:

- 1) Dutinné tkaniny
- 2) Spojované vícenásobné tkaniny
- 3) Žakárové gobelíny, rypsy
- 4) Francouzská technika [5]

### 1.1.7 Základní rozdělení a stručný popis vícenásobných tkanin

Vícenásobné tkaniny spadají do druhů tkanin, které mají dvě a více osnovních soustav nití a dvě a více útkových soustav nití. U dutinných tkanin je spojení pouze v konturách vzorů, ale při namáhání dochází k posuvu dílčích tkanin. Proto se dílčí tkaniny také spojují i uvnitř jednotlivých efektů. Takto se spojuje u nábytkových, dekoračních a šatových tkanin. [5]

Možná spojení existují tři:

- Osnovní spojky převázáním spodní osnovy nad útek vrchní tkaniny – nedoporučuje se u plátnových vazeb.
- Útkové spojky převázáním vrchní osnovy pod útek spodní tkaniny – stejné uplatnění jako osnovní spojky.
- Spojovací soustavou je další osnova nebo útková soustava v jemnějším a řidším provedení než základní soustavy, spojovací soustava leží mezi dílčími soustavami a

střídavě přichycuje za nitě opačné soustavy vrchní a spodní tkaniny. Spojení je umístěno ve volných vazbách, aby tkanina nebyla moc tuhá. [5]

### Vícenásobné tkaniny se spojovací soustavou

Tento druh má kromě základních dvou osnovních a útkových soustav přidanou řídkou jemnou osnovní či útkovou soustavu nití. Při použití se umísťuje na samostatný osnovní vál a vymezuje se samostatný řád v žakárovém brdění. Při využití spojovací soustavy se snižuje produkce tkacího stroje. Soustava leží mezi dílčími tkaninami a střídavě provazuje ve volných vazbách rub i líc. [5]

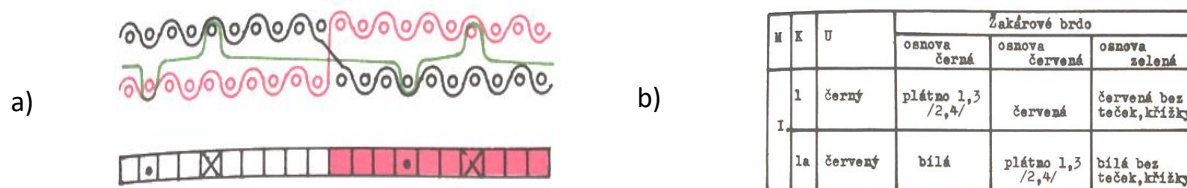
### Výroba

U výroby jednoduché tkaniny je při každém zatčení útku tkanina odtažena tažným válcem zbožového regulátoru o délku odpovídající tloušťce jednoho útku a mezery mezi útky z tkací roviny. Při výrobě vícenásobné tkaniny je odtažena tkanina z tkací roviny až po zatčení všech útků, které leží nad sebou. [5]

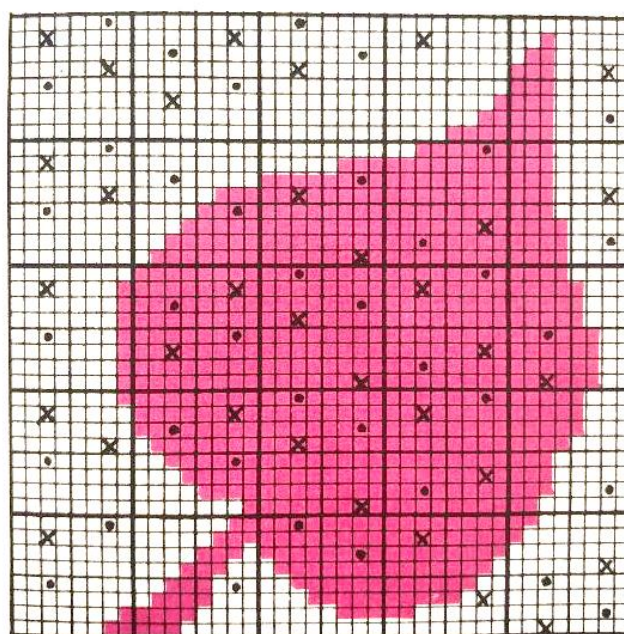
Při tkaní některých vícenásobných tkanin s přehuštěnou útkovou dostavou pracuje regulátor při každém prohozu, ale seřizuje se podle celkové dostavy útku. Při seřízení zbožového regulátoru se dosáhne změny dostavy útku tak, že se zbožový regulátor s krokovým mechanismem vypíná na některé útky pro zvýšení dostavy útku západku zbožového regulátoru z činnosti. Západka se ovládá přední pákou listového stroje a vypínání se kóduje do karet listového stroje. [5]

Naopak změnu setkání osnovy pro plátňové a ty ve volné vazbě získáváme odlišnou délkou osnovních nití pro jednotlivé vazby. Tyto změny se dají dosáhnout pomocí tkaní ze dvou osnovních válců či speciálního navíjení osnovy při šlichtování.

- Změny dostavy v osnově – dosáhneme změnou návodu do paprsku. Navádíme-li plátno po dvou nitích do zubu paprsku, potom kepr nebo atlas navádíme po třech i čtyřech nitích. Při návodu plátňové vazby po třech nitích do zubu paprsku se uplatňuje u pětivazného atlasu návod střídavý po čtyřech a pěti nitích v zubu paprsku, nebo i po šesti u šestivazného.
- Změny dostavy v útku – dosáhneme seřízením zbožového regulátoru s krokovým mechanismem pro vyšší dostavu. [5]



Obr. č. 3 - a) Podélný řez a význam barev pro tkaninu se spojovací soustavou nití b) čtení vzornice pro tkaní lícem nahoru. [7]



Obr. č. 4 - Část vzornice pro tkaninu se spojovací soustavou nití. [7]

## 1.2 Konstrukce tkaniny

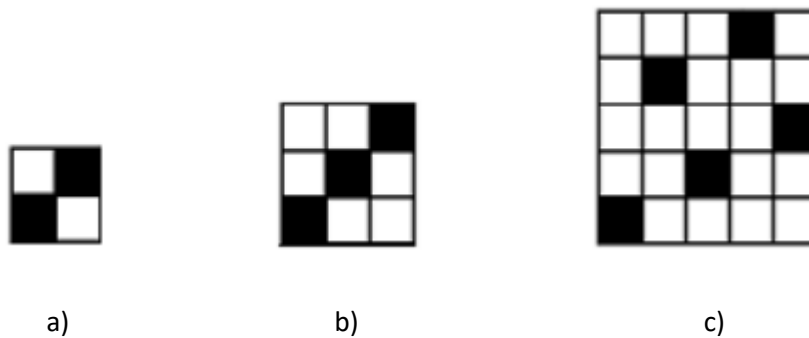
Tato kapitola shrnuje informace o konstrukci tkaniny žakárských tkanin. Plošné textilie obsahují parametry, které se nazývají vazba, dostava, plošná hmotnost, objemová a měrná hmotnost, pórovitost, tloušťka a setkání. [7]

### 1.2.1 Vazba

Vazný bod neboli vazba je základním konstrukčním prvkem. Osnovní a útkové nitě jsou na sebe kolmé a kříží se v daném vazném bodě. Pokud je vazba složitější jako v tomto případě, postupně se textilie pára a zakresluje se do čtverečkové sítě bod po bodu. [7] Základní vazby jsou nejjednodušší vazby uplatněné ve tkaninách, kde tvoří základ pro složitější a odvozené vazby. [5]

3 druhy základních vazeb jsou:

- Plátno
- Kepr
- Atlas



Obr. č. 5 - Vazby základní pro a) plátno, b) kepr, c) atlas. [5]

Plátno – husté a oboustranné provázání zaplňuje tkaninu, vyžaduje nejmenší dostavu, tkáme lícem dolů. Pouze u přehuštělých tkanin volíme vyšší napětí osnovy. Výjimečně se u hedvábných tkanin využívá hladký návod a ovládání brda listovým strojem. Vlivem stejného směru zákrutu v útku a osnově se jeví na tkanině výrazněji jednotlivé vazní body a tkanina má drsnější omak, nestejnomyšernosti v tloušťce jsou potlačeny. U kombinace S a Z zákrutu je tkanina hladší, ale nepravidelnosti v tloušťce jsou výraznější. Další vliv na vzhled tkaniny z plátnové vazby je dostava osnovy a útku. U hedvábných taftů je dostava osnovy až dvojnásobná než dostava útku. Osnovní nitě na líci a rubu překrývají útkovou soustavu a na tkanině vzniká příčné a jemné vroubkování rypsového charakteru. [5]

Kepr – vazba je charakteristická šikmým úhlopříčným řádkováním. Základní kepr je osnovní či útkový a vykazuje delší uvolnění nití, což vyžaduje pro zaplnění tkaniny větší dostavu než u plátna. Zesílený kepr má výrazné řádkování. Keprová vazba vzoruje šikmým řádkováním, vazní body se vzájemně dotýkají rohem. U většiny tkanin je dostava osnovy větší než dostava útku a řádkování je tedy strmější. Osnovní kepry tkáme lícem nahoru a mají převahu osnovních vazných bodů. [5]

Atlas – tvoří hladký povrch tkaniny a nevýrazné jemné řádkování různého sklonu. Vyžadují větší dostavu než tkaniny keprové a tkanina má vyšší hmotnost, je často lesklá a

hebká. [5] Platí, že čím je vazba volnější, tím vyšší musí být dostava. Podle zastoupení osnovních nebo útkových vazních bodů rozlišujeme osnovní či útkové vazby či oboustranné vazby.

### 1.2.2 Dostava

Dostava ovlivňuje hustotu provázání nití. Počítá se zvlášť počet osnovních a zvlášť počet útkových nití na 100x100mm v obou směrech. Spočítají se nitě na určenou délku a pomocí lupy či vypáráním a přesně po niti velikosti 100x100 mm. [7]

Dostava se počítá pomocí vztahu:

$$D = \frac{n}{l} * 100 \text{ [nití/100 mm]}, \quad (1)$$

kde  $D$  – dostava [nití/100 mm]

$n$  – počet nití na měřenou délku

$l$  – měrná délka [mm]

### 1.2.3 Setkání

Při provázání nití v osnovní a útkové soustavě dochází ke zvlnění nití. Jde o rozdíl délky vypárané nitě a délky nitě ve tkanině. Jelikož jsou osnovní nitě nataženy, nebývá setkání tak velké jako u útkové nitě. Ta se provazuje spíše volněji. Setkání je měřeno vypáráním osnovní a útkové nitě, které se uchytí pomocí pinzet a natáhnou. [7] Pravítkem či posuvným měřítkem se poté počítá změna délky neboli setkání a je vyjádřeno vztahem zvlášť pro osnovu a zvlášť pro útek takto:

$$\varepsilon_o = \frac{l_o - l_{tk}}{l_{tk}} * 100 \text{ [%]}, \quad (2)$$

$$\varepsilon_u = \frac{l_u - l_{tk}}{l_{tk}} * 100 \text{ [%]},$$

kde  $\varepsilon_o$  – setkání osnovy [%]

$l_o$  – délka vypárané osnovní nitě v napnutém stavu [mm]

$l_{tk}$  – délka nitě ve tkanině [mm]

$\varepsilon_u$  – setkání útku [%]

$l_u$  – délka vypárané útkové nitě v napnutém stavu [mm]

#### 1.2.4 Plošná hmotnost

Vztah mezi hmotností textilie a její plochou. Stanovuje se tak, že je odstřížen vzorek o velikosti 100x100 mm z plošné textilie a zváží se. Pokud je odstřížena jiná velikost, výsledek je přepočítán na  $m^2$ . [7] Vypočítává se vztahem:

$$\rho_s = \frac{m}{a \cdot l} = \frac{m}{S} [g/m^2], \quad (3)$$

kde  $\rho_s$  – plošná hmotnost [ $g/m^2$ ]

$m$  – hmotnost vzorku [g]

$a$  – šířka vzorku [m]

$l$  – délka vzorku [m]

$S$  – plocha vzorku [ $m^2$ ]

Plošná hmotnost také závisí na jemnosti použitých přízí, dostavě a setkání. Lze tedy vypočítat i vztahem:

$$m = T * l [g], \quad (4)$$

$$l = D * 100 * \left(1 + \frac{\varepsilon}{100}\right) * 10^{-3} [km] \quad (5)$$

kde  $m$  – hmotnost [g]

$T$  – jemnost přízí [tex]

$l$  – délka přízí [km]

$D$  – dostava [nití/cm]

$E$  – setkání [%]

Nejdříve se ale musí vypočítat jednotlivé hmotnosti pro osnovu i útek:

$$m_o = T_o * d_o * 100 * \left(1 + \frac{\varepsilon}{100}\right) * 10^{-3} [g], \quad (6)$$

$$m_{\acute{u}} = T_{\acute{u}} * d_{\acute{u}} * 100 * \left(1 + \frac{\varepsilon}{100}\right) * 10^{-3} [g], \quad (7)$$

A hmotnosti jsou poté sečteny:

$$m = m_o + m_{\acute{u}}$$

### 1.2.5 Jemnost příze

Příze rozdělujeme na jednoduché, skané nebo multifil. Příze jednoduchá se dá rozvláknit rozkroucením na jednotlivá vlákna. Skaná příze vzniká zakroucením dvou nebo více jednoduchých přízí. Zákrut může být S levý či Z pravý. Multifilem se nazývá několik nekonečných vláken a u vádí se u něj počet fibril. [7]

Jemnost příze je nazývána délkovou hmotností a je to poměr mezi hmotností a délkou příze. Odměřuje se přesná délka příze nebo nitě a zvaží se. [7]

Jemnost tak udává vztah:

$$T = \frac{m}{l} [tex], \quad (8)$$

kde  $T$  – jemnost příze [tex]

$m$  – hmotnost příze [g]

$l$  – délka příze [km]

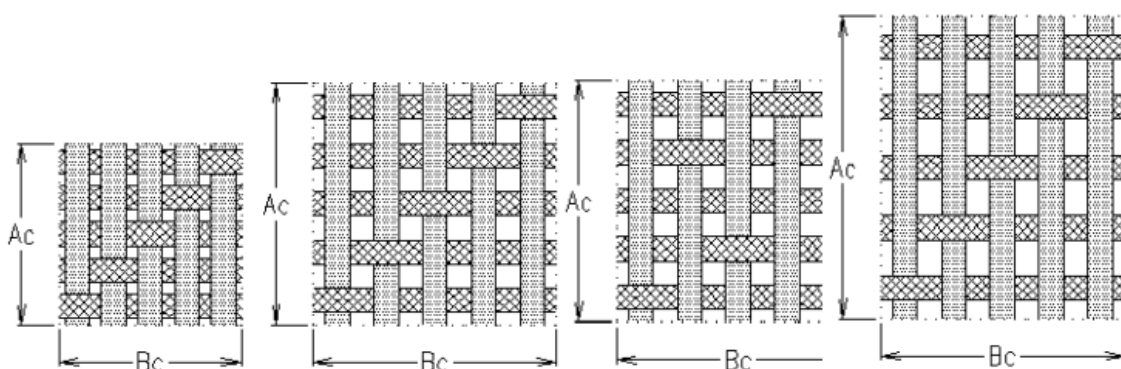
## 1.3 Geometrie tkaniny

Tato kapitola shrnuje informace o plošné geometrii a prostorové geometrii žakárských tkanin.

### 1.3.1 Plošná geometrie žakárských tkanin

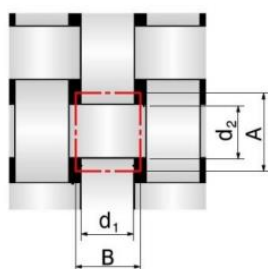
Plošná geometrie tkaniny řeší tkaninu pouze z hlediska vnějšího uspořádání vstupních nití v návaznosti na vzoru tkaniny a také v jednotlivých soustavách. Plocha vazné buňky v neplátnovém i plátnovém provázání je dána plochou osnovních a útkových nití. Ty primárně

určují plošné zakrytí tkaniny. [6] Plošná geometrie definuje tkaninu jen z části a je určena např. vazbou, dostavou, jemností příze nebo použitým materiálem.



Obr. č. 6 - Zobrazení plošné geometrie tkaniny v neplátnové vazbě v závislosti na dostavě nití. [6]

Plošné zakrytí žakárských tkanin se stanovuje z půdorysné plochy nití ve vazné buňce tkaniny definované jejím rozměrem. V daném případě rozestupem  $A$ ,  $B$  (vycházející z dostavy osnovy a útku  $D_1$ ,  $2$ ) a efektivního průměru osnovní nitě  $d_1$  a útkové nitě  $d_2$ . [6]



Obr. č. 7 - Zobrazení plošné geometrie tkaniny v plátnové vazbě. [6]

$$K_o = \frac{d_o * A}{AB} = \frac{d_o}{B} \quad (9)$$

$$K_u = \frac{d_u * B}{AB} = \frac{d_u}{A} \quad (9a)$$

$$K = K_o + K_u - K_o * K_u \quad (9b)$$

Kde  $K_o$  znamená plošné zakrytí tkaniny,  $K_u$  je plošné zakrytí útku,  $K_o$  plošné zakrytí osnovy,  $d_o$  ( $d_u$ ) značí viditelnou půdorysnou plochu nití a  $AB$  je plocha vazné buňky.

### Vyjádření dostavy nití ve tkanině

Dostava osnovních a útkových nití, jak už jsme si řekli v předešlé kapitole, vyjadřuje počet nití na určitou délku. Definice je zvlášť pro osnovní a pro útkovou soustavu nití s označením:  $D_1$ ,  $D_2$  a vyjadřuje počet nití na jednotku délky a to nejčastěji  $[cm^{-1}]$  nebo  $[dm^{-1}]$  případně  $[m^{-1}]$ . [6]



### 1.3.2 Prostorová geometrie žakárských tkanin

Prostorová geometrie je způsob provázání nití ovlivňující jak silové, tak i deformační poměry mezi osnovou a útkem vzniklé ve tkanině během i po vlastním procesu tkaní a mezi parametry prostorové geometrie patří například, úhel provázání přízí ve tkanině, míra zvlnění jednotlivých nití ve tkanině, délka nitě ve vazné vlně.

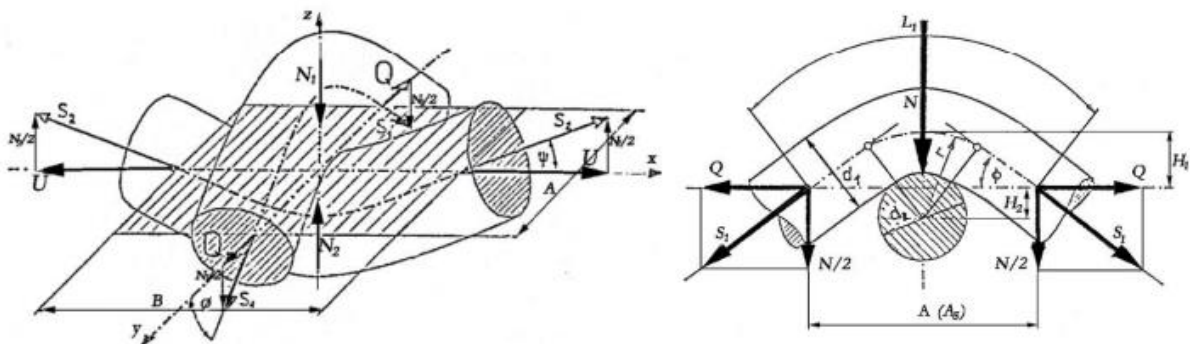
Struktura tkaniny, je dále určena:

- napětím osnovy
- množstvím útku, který je do vazného bodu vtažen
- napětím, které se v něm při zatkávání vytváří [6]

Délka dodaného útku je obecně větší, než je rozteč vazného prvku, což je způsobeno naddodávkou příze a tu můžeme regulovat tak, že:

- nit dodáváme v napjatém a tím i v protaženém stavu
- vtahovanou nit v určité fázi zablokujeme provázáním s osnovou, tím se zamezí další přísun délky [6]

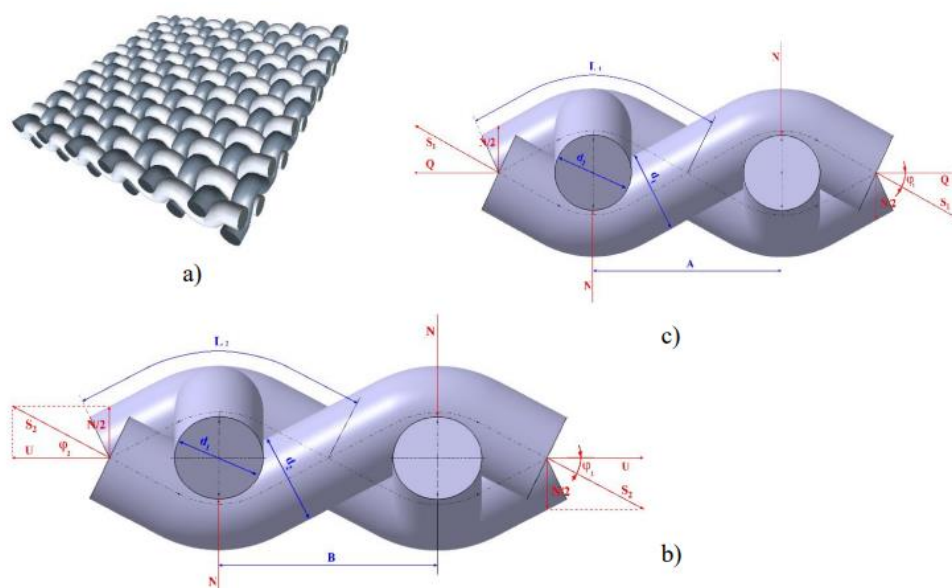
Díky silovému působení  $N_1$ ,  $N_2$  v rovnováze (platí zde Newtonův zákon, zákon akce a reakce) se zajišťuje soudržnost vytvořené tkaniny. Vzájemné silové působení závisí na úhlu provázání osnovních a útkových nití a tento daný úhel provázání vzniká pouze v úseku křížení nití (úhel provázání nití  $\varphi_{1,2} > 0$ ), v místě flotáže je úhel provázání  $\varphi_{1,2} = 0$ . [6]



Obr. č. 8 - Geometrické a silové poměry ve vazném prvku tkaniny. [6]

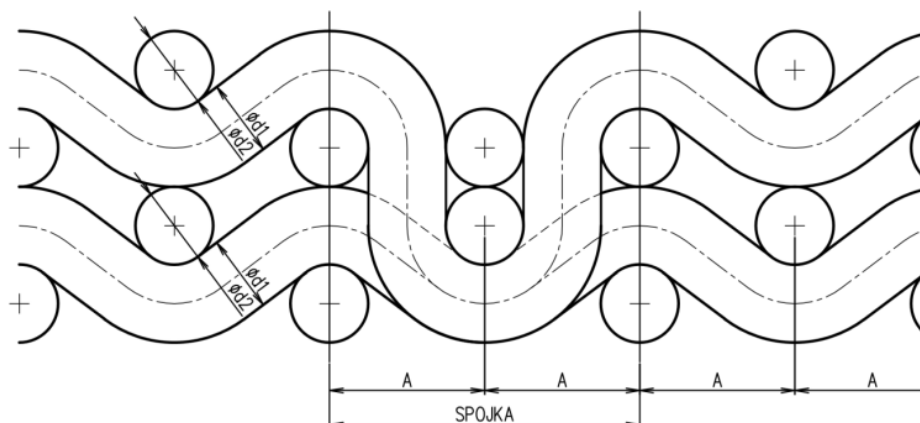
Tento objekt vazného prvku strukturální buňky je definován na základě efektivního průměru osnovní  $d_1$  a útkové  $d_2$  nitě kruhového průřezu efektivního jádra příze z vláken.

Geometrické poměry prostorové struktury tkaniny jsou dány strukturální buňkou definující oblast vazného prvku, daného zakřivením i flotáží nití. Rozměr buňky je dán rozestupem šířky a hloubky vazného prvku  $A \times B$ . V případě vzoru/střídy, je rozměr dán celkovou šířkou a celou hloubkou střídy vazby/vzoru  $Ts_1 \times Ts_2$ . Zvlnění osnovy a útku ve vazném prvku je definováno zvlněním s výškou vazných vln  $h_1, h_2$ . Také tvarem vazné vlny (průhybové čáry), které byla získána experimentálním použitím obrazové analýzy příčných řezů tkaninou a teoreticky na základě geometrických nebo matematických modelů a délkou nitě ve vazné vlně (délkou průhybové čáry). Výsledný sklon vazné vlny je definován úhlem provázání  $\varphi_1 \varphi_2$ . [6]



Obr. č. 9 - Geometrické a silové poměry ve strukturální buňce provázání P1, zobrazení a) plošný pohled tkaniny s buňkou P1, b) příčný řez tkaninou, c) podélný řez tkaninou. [6]

Strukturální buňka P1 je buňka v oboustranném efektu (lící a rubová strana je shodná v případě shody parametrů vstupního materiálu). [6]



Obr. č. 10 - Zobrazení těsné geometrie tkaniny dvounásobné spojkové v plátnové vazbě. [6]

Vazná vlna provázání nití v příčném řezu tkaninou, je definovaná na základě dvou základních jednoduchých komponent, obdélné a přechodové části. [6]

První komponenta modelu, která se nazývá obdélná, definuje periodický obdélný tvar s periodickou posloupností základních přechodových křivek nití z rubu na líc a naopak. Druhá komponenta značí přechodovou část a souvisí s ohybovými vlastnostmi nití. Může být vyjádřena různými průběhy jednoduchých přechodových čar. Například pomocí přímky, půlkruhově, parabolicky, hyperbolicky, harmonicky. [6]

### 1.3.3 Míra zvlnění jednotlivých nití ve tkanině

Míra zvlnění jednotlivých nití ve tkanině odpovídá parametrům  $\lambda_o$  a  $\lambda_u$ , dá se stanovit, a to přibližně podle fází provázání vycházejících z práce Novikova. Ten zavedl klasifikaci provázání tkaniny podle míry zvlnění obou soustav nití. Fází provázání je devět, jsou odstupňovány podle míry zvlnění osnovy  $\lambda_o$  a jednotlivé stupně vyjadřují stádium vzniku tkaniny. [8]

1. fáze  $\lambda_o = 0$  ... osnova napříměna, útkové nitě maximálně zvlněny
2. fáze  $\lambda_o = 0,125$
3. fáze  $\lambda_o = 0,25$
4. fáze  $\lambda_o = 0,375$
5. fáze  $\lambda_o = 0,5$  ... osnova útek zvlněny stejně

6. fáze  $\lambda_o = 0,625$

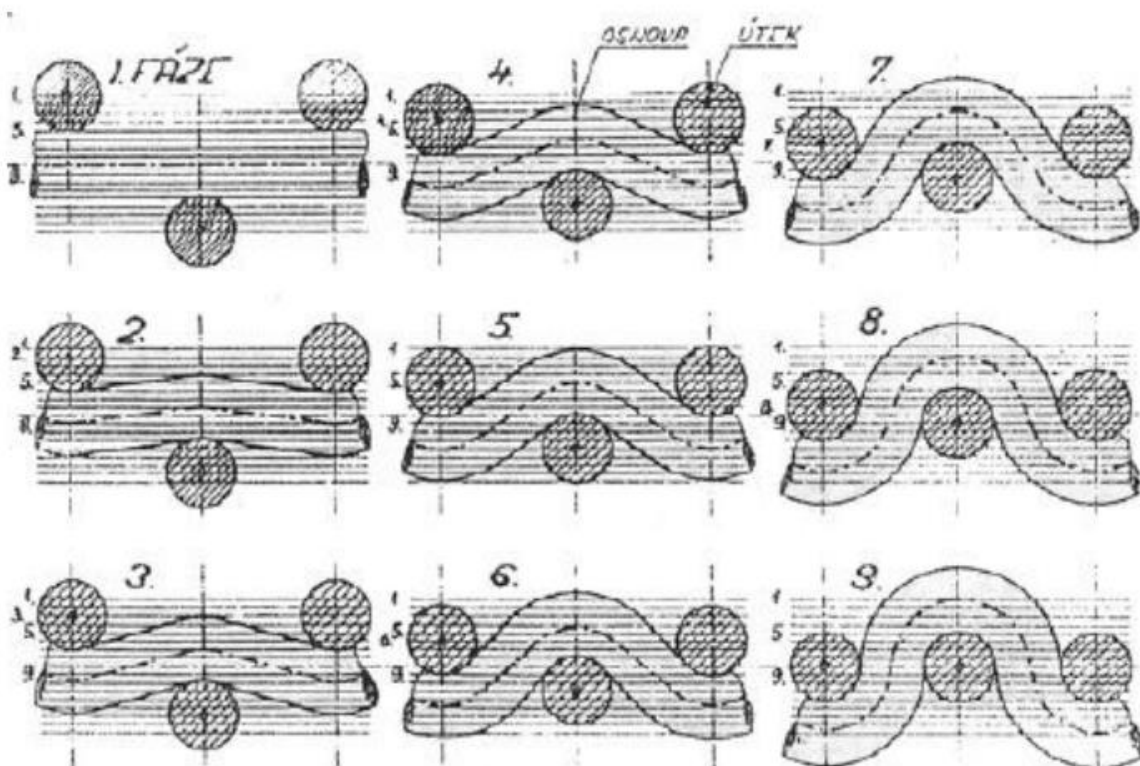
7. fáze  $\lambda_o = 0,75$

8. fáze  $\lambda_o = 0,875$

9. fáze  $\lambda_o = 1$  ... osnova maximálně zvlněná, útek napříměn

$\lambda_o$  [-] míra zvlnění osnova,

$\lambda_u$  [-] míra zvlnění útku.



Obr. č. 11 - Fáze provázání podle Novikova. [8]

*Definice drsnosti povrchu a predikce geometrické drsnosti tkaniny vychází z rozboru strukturální složky drsnosti povrchu tkanin a využívá konstrukčních parametrů tkaniny jak z pohledu plošné, tak i prostorové geometrie tkaniny. Drsnost povrchu tkaniny lze tedy stanovit jak experimentálně pomocí měřicího zařízení KES, tak teoreticky na základě geometrických parametrů tkaniny. (Kolčavová Sirková, Ph. 2019, Str. 68 Habilitační práce – Struktura a vlastnosti listových a žakárských tkanin)*

Drsnost povrchu textilie znamená souhrn nerovností povrchu s poměrně malou vzdáleností a tyto nerovnosti vznikají při výrobě nebo vlivem výroby. Do hodnocení drsnosti se však nezahrnují náhodné ojedinělé a nepravidelné nerovnosti (rysky, trhlinky, důlky), které vznikají poškozením či vadami materiálu. [9]

#### 1.3.4 Geometrická struktura tkanin z multifilu

Multifil definujeme jako množinu nejméně čtyř nekonečných chemických vláken stejného druhu, modifikace a průřezu. Multifil je základní stavební jednotka multifilové tkaniny. Jednotlivá nekonečná vlákna jsou družena nebo zpevněna zákrutem a multifil je nositelem struktury a vlastností výsledného produktu. [26]

V případě představy stlačení nití do homogenního válce lze příčný rozměr nití označit jako substanční průměr. Multifil ve skutečnosti není stejnorodým válcem a mezi vlákny jsou vzduchové mezery, hustota stěsnání vláken není rovnoměrná. Z tohoto důvodu neexistuje jednoznačná definice průměru multifilu. [26]

#### Plošné zakrytí tkaniny

Vyjadřuje se jako plocha zakrytá nitěmi ku celkové ploše tkaniny (resp. vazného bodu). Definuje se vztahem:

$$Z_{tk} = Z_o + Z_u - Z_o * Z_u \quad (10)$$

Příčemž platí:

$$Z_o = \frac{d_o * A_u}{A_o * A_u} = \frac{d_o}{A_o} = D_o * d_o \quad (10a)$$

$$Z_u = \frac{d_u * A_o}{A_o * A_u} = \frac{d_u}{A_u} = D_u * d_u \quad (10b)$$

kde  $Z_{tk}$  je zakrytí tkaniny (vztažené k ploše tkaniny nebo vazného prvku,  $Z_o$  ( $Z_u$ ) je zakrytí osnovy (útku),  $d_o$  ( $d_u$ ) je průměr osnovní (útkové) nití,  $A_o$  ( $A_u$ ) je rozteč osnovy (útku) ve vazném bodě a  $D_o$  ( $D_u$ ) je dostava osnovy (útku). [26]

Výpočet plošného zakrytí dle výše uvedených vztahů neuvažuje zploštění nití, které je charakteristické pro multifily a proto je vztah pro výpočet plošného zakrytí s respektováním specifického zploštění je uveden níže:

$$Z_o = D_o * a_o = D_o * d_o * \alpha_o \quad (11a)$$

$$Z_u = D_u * a_u = D_u * d_u * \alpha_u \quad (11b)$$

kde  $Z_o$  ( $Z_u$ ) je zakrytí osnovy (útku),  $d_o$  ( $d_u$ ) je průměr osnovní (útkové) niti,  $D_o$  ( $D_u$ ) je dostava osnovy (útku),  $a_o$  ( $a_u$ ) je šířka příčného řezu osnovní (útkové) niti a  $\alpha_o$  ( $\alpha_u$ ) je relativní šířka příčného řezu osnovní (útkové) niti. [26]

Poměr zploštění, platí převážně pro ovál:

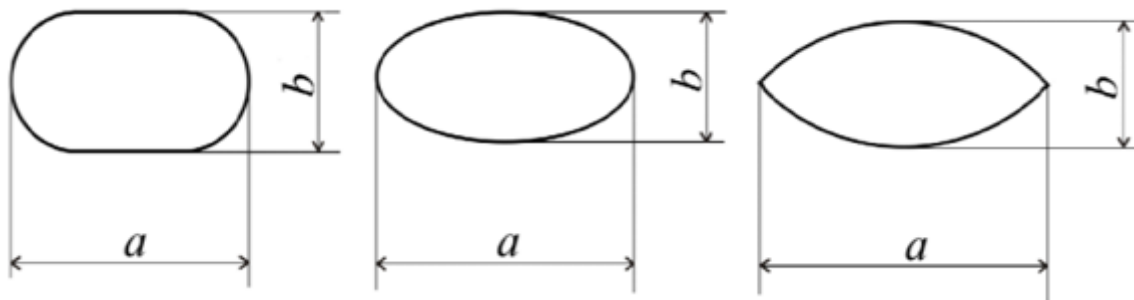
$$Z_p = \frac{b}{a} \quad (12)$$

kde  $Z_p$  je zploštění multifilu,  $a$  je šířka příčného řezu multifilu a  $b$  je výška příčného řezu multifilu. Zploštění se pohybuje v intervalu  $\{0; 1\}$ . Jestliže je  $Z_p = 1$  ( $a = b$ ), znamená to, že je průřez kruhový. [26]

### Deformace multifilu ve tkaně

Při výrobě je nit vystavena namáhání, a to vede k deformaci. Při tkaní je po většinu času odlišné namáhání útkových a osnovních nití. Osnova naproti útku musí být hodně napnutá díky rovnováze se silou přírazu. Některé druhy namáhání se korigují při zatkávaní útku naddodávkou útku (zatkávání útku ve vlnách), nebo přepínáním útku při ukládání (brzděním v zanášejícím zařízení). Napětí osnovy je dáno seřízením osnovního regulátoru. [26]

U monofilu je také řeší, kromě tahového, ohybového namáhání také deformace v příčném řezu. Průřez nitě se deformuje především ohybem nitě. Dochází ke stlačení, rozšíření a zhuštění niti a tím i ke změně její vnitřní struktury. Tento typ deformace převažuje v místech kontaktu dvou nití – vazných bodech tkaniny. Bylo zjištěno, že velikost deformace příčného řezu (rozšíření, stlačení, zploštění) ovlivňuje právě zákrut významnou měrou. Především u multifilu s nízkou hladinou zákrutu (tzv. ochranný zákrut), resp. u multifilu bezzákrutového lze konstatovat vyšší zploštění příčného řezu. Stupeň deformace příčného řezu dále závisí také na druhu materiálu, počtu vláken v průřezu, zaplnění. Deformovaný řez multifilu lze obvykle pro další zpracování aproximovat různými geometrickými tvary. Většinou se nahrazuje oválem. [26]



Obr. č. 12 – Příčný řez deformovanou nití a) ovál, b) elipsa, c) čočka. [26]

### Geometrické hypotézy

Tyto dvě geometrické hypotézy vyjadřují vztah mezi parametry příčného řezu před a po deformaci.

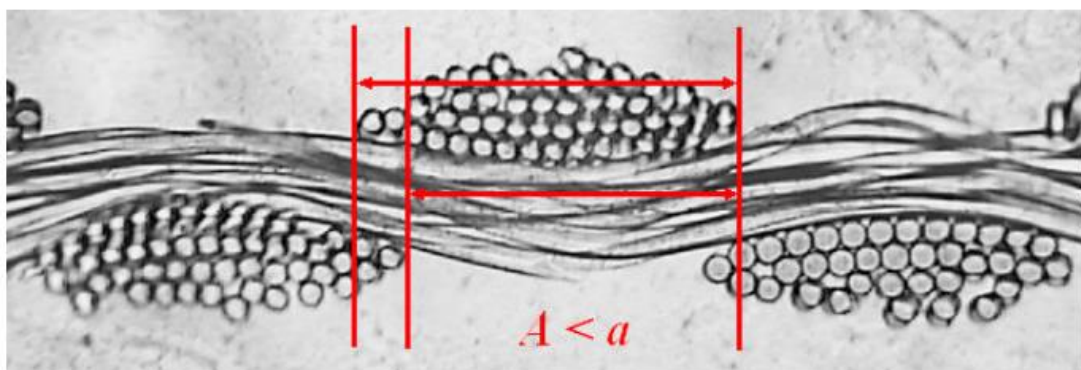
- Alternativní hypotéza o zachování plochy předpokládá, že se plocha původní nestlačené nitě s deformací nemění. Pro oval, elipsu a čočku získáme pak závislost mezi relativním rozšířením a relativním stlačením.
- Druhá alternativní hypotéza o zachování obvodu předpokládá, že se obvod původní nestlačené nitě s deformací nemění. Pro oval, elipsu a čočku získáme pak závislost mezi relativním rozšířením a relativním stlačením. [26]

Pokud se přijímá hypotéza o konstantní ploše příčného řezu, pak se počítá s tím, že roste obvod deformovaného řezu v důsledku změny původně kruhového řezu na jiný prostorový útvar. Změny v obvodu příčných řezů nejsou zapříčiněny jen změnou průřezu, ale i uvolněním dostředivých, které jsou vyvozovány přibližně šroubovicovou strukturou uspořádání vláken. Tato hypotéza dále naznačuje, že se při deformaci nitě nemění objem mezivlákněných pórů, tím zůstává zachováno zaplnění. [26]

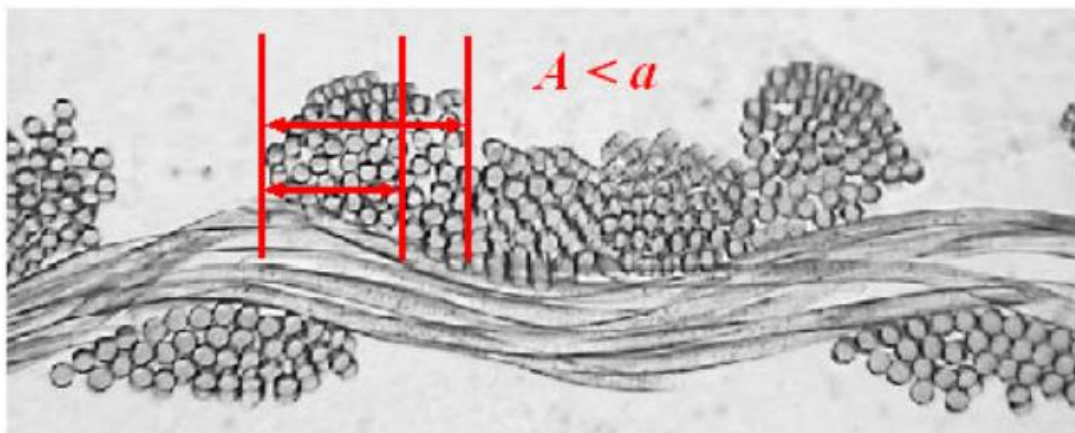
V případě hypotézy o konstantním obvodu příčného řezu nitě plocha deformovaného řezu klesá. Z čehož vyplývá, že se zvyšuje mezivlákněný kontakt jednotlivých vláken, zaplnění roste a dochází tedy k destrukci celé původní struktury nitě. [26]

## Konstrukce tkaniny s multifily

V průřezích, kde jsou šířky příčných řezů vyšší, než prostory pro rozšíření dochází k jakémusi „překrývání“ nití. S tímto trendem je nutno počítat při konstrukci průřezu tkaniny z multifilu. Dále je potřeba zohlednit prostor pro rozšíření nití obzvláště v místech vedle sebe ležících nití ve flotujících úsecích pro vysoce dostavené tkaniny. Jako příklad je zde uveden obrázek příčného řezu osnovy v atlasové vazbě. Především v oblasti vysokých zákrutů vychází zploštění nejvyšší – průřezy se nejvíc přibližují kruhovému tvaru. Hodnoty zploštění ve vazném bodě s překřížením a vazném bodě bez překřížení vycházejí dle regresních vztahů podle Bohadla shodně, poněvadž Bohadlo neuvažoval možný rozdíl. [26]



Obr. č. 13 - Větší šířka průřezů multifilu, než prostor pro rozšíření u plátnové vazby (osnova). [26]



Obr. č. 14 - Větší šířka průřezů multifilu, než prostor pro rozšíření u atlasové vazby (osnova). [26]

## 1.4 Nishijin textilie

Nishijin-ori (西陣織 Nishijin textilie) je tradiční textil vyráběný v okrese Nishijin (西陣) Kamigyō-ku v japonském Kjótu. Nishijin tkaniny, které pochází z Heian-kjota před více než 1200 lety, jsou známé svými vysoce dekorativními a jemně tkanými vzory vytvořenými



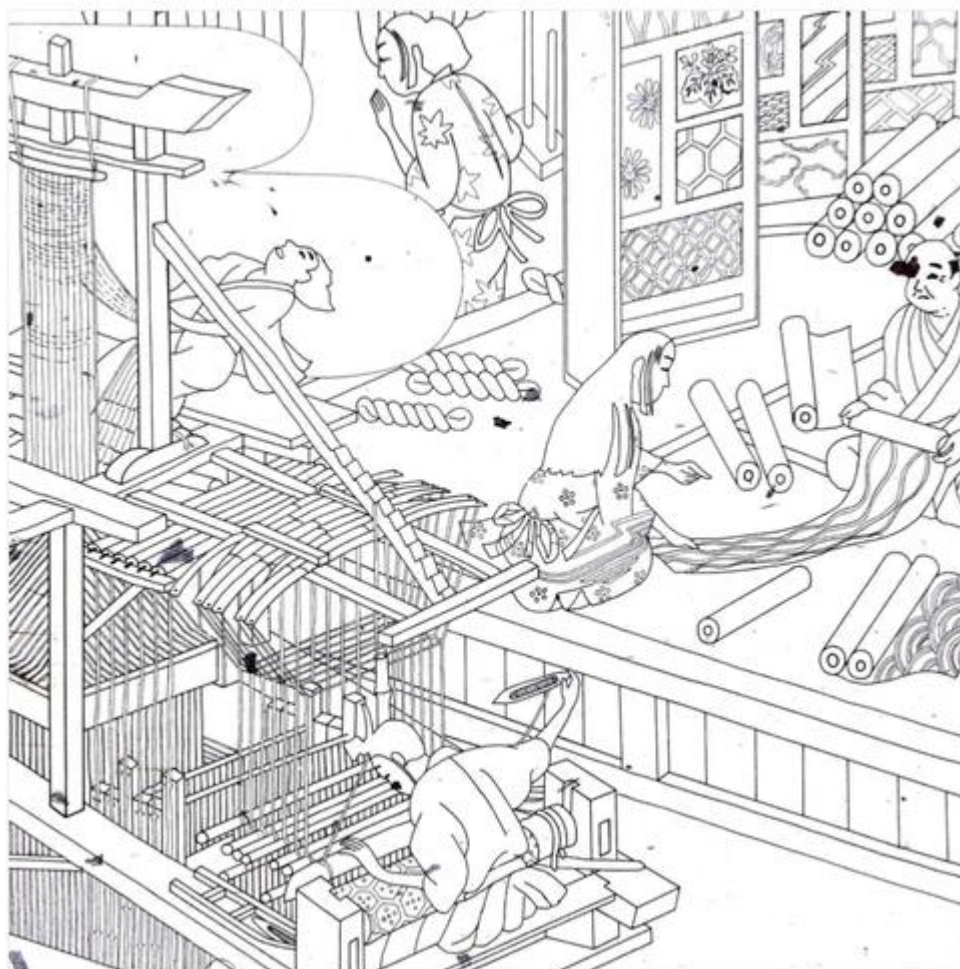
pomocí zdlouhavých a specializovaných výrobních procesů. Jsou velmi ceněny pro vysokou kvalitou a řemeslné zpracování výsledných látek, běžně používaných pro vysoce kvalitní obi a kimono. [10]

*Nishijin je název pro tři vzájemně propojené entity: čtvrť Kjóto, západně od císařského paláce, ve kterém se tká hedvábný brokát po pět století; také výrobní proces v Japonsku, který je složitý a vyžaduje nejlepší tkalcovské dovednosti; a unikátní výrobek - brokát používaný na kněžské oděvy a pro obi (opasek pro kimono), které se nosí na nejvyšší slavnostní příležitosti, jako jsou svatby, čajové ceremonie, hry Noh (klasické japonské hudební drama) a tradiční festivaly. Nishijin látka je neformálně považována za kulturní majetek Japonska. Pro tkalce, řemeslníky, výrobce a živnostníky, kteří pracují a žijí v Kjótu, je Nishijin, přezdívaná mura (vesnice), způsob života. Je to tradice rodinného řemesla a průmyslu, která je součástí komunity po staletí. Po mnoho generací si výrobci Nishijin, řemeslníci a obchodníci vyvinuli silnou identitu, jako „lidé Nishijin“. (Tamara Hareven 2002, str. 25-26 - přeloženo autorkou diplomové práce)*

#### 1.4.1 Historie Nishijin textilie

V roce 794 se Heian-kyō stalo novým hlavním městem Japonska, kvůli přesunu císařského dvora a aristokracie do města; díky tomu se zvýšila produkce Nishijin za účelem zásobování textiliemi dvůr a aristokracii. Časem se ale začala snižovat touha po Nishijin, což mělo za následek, že tkalci kvalifikovaní v procesu výroby začali raději podnikat, než aby byli závislí na podnicích textilní výroby. Během období Muromachi v důsledku Ōninské války (1467–1477) poptávka po materiálu stále klesala; zhoršená řadou vnitřních konfliktů v Kjótu a suchem v následujících letech byla většina Kjóta zničena a obyvatelé uprchli kvůli bezpečnosti do blízkých měst. [10]

Po skončení války v 80. letech 14. století se obyvatelé Kjóta vrátili domů a založili si bydliště na západní straně Kjóta; tato oblast osídlení byla pojmenována „Nishijin“, což znamená „západní pozice“. Po skončení války v Ōninu se tkaní nishijin-ori začalo opět dařit. Komunita tkalců dodávala materiály jak pro císařské dvory, tak pro samurajské pány. To zvýšilo jejich produktivitu, což vedlo ke zlepšení výrobního procesu a schopnosti vytvářet nové látky, jako jsou zlaté brokáty a damaškové hedvábní, které vznikly v čínské dynastii Ming. [10]



Obr. č. 15 - Tkaní Nishijin kimona, je tradiční japonské řemeslo s 1200ti letou tradicí, dostupné z: <https://wadenim.com/en/pages/nishijinori-history>.

Během období Edo (1603–1836) se tkaní Nishijin nadále dařilo, mnozí studovali jeho výrobu a předávali svůj obchod generacemi kvalifikovaných odborníků. V roce 1837 se výroba zastavila po nedostupnosti materiálů v důsledku nedostatku plodin, což znamená, že tkalci nebyli schopni tkaninu vyrobit; k tomu se přidal přesun japonského hlavního města do Tokia v roce 1869, což byla řada událostí považovaných za konec výroby Nishijin. V roce 1872 však výroba začala znovu vzkvétat po cestě některých tkalců do Evropy, aby se mohli poučit z evropského tkalcovského obchodu. Během této cesty se tkalci naučili nové techniky od obyvatel Evropy a přizpůsobili se používání evropských metod a strojů tkaní, jako je výroba žakárského tkalcovského stavu a prohozního útku. Do roku 1898 byl nishijinský textilní obchod dobře rozvinutý a zahrnoval technologii sdílenou s Evropou. To znamenalo začátek nové éry tkaní Nishijin zahrnující používání nových strojů v japonském obchodu. Západní textilie se do Japonska dostaly přes přístav Nagasaki, který byl otevřen obchodu s Holanďany a Číňany v letech 1634 až 1868. Na konci období Edo se s nimi japonští tkalci a barviči seznámili. [10]

Alba naplněná malými fragmenty evropského dováženého plátna byla spojena a shromážděna japonskými výrobci textilu a jsou důkazem japonské fascinace dováženým západním textilem. Japonci obdivovali nejen exotické západní vzory, ale také dosaženou při vývoji nových průmyslových technik. Jedním z aspektů západních textilií, který na Japonce zvláště zapůsobil, byly extrémně malé vzory nebo tečky, kterých bylo možné dosáhnout pomocí nových tiskových procesů a Jacquardova mechanismu. Zavedení žakárského mechanismu do Japonska změnilo způsob, jakým Japonci navrhovali textilie, a umožnilo ještě menší opakující se vzory. [10]

#### 1.4.2 Centrum Nishijin textilií

Značné množství turistů, stejně jako já, navštívilo Nishijin textilní centrum a Orinasukan postavené v severní sekci Kjóta, města, které se v Japonsku pyšní svou tradicí kvalitních japonských látek.

Nishijin Textile Center představuje každý aspekt krásy a elegance kimona prostřednictvím každodenních kimono show, historických archivů a prezentací vystavovaných Nishijinem. „Nishijin“ je registrovaná ochranná známka Nishijin Industrial Association, ve které výrobní místo pokrývá širokou oblast, ale hranice není definována. V severozápadní oblasti města Kjóta existují lidé zabývající se uměním, kteří se soustřeďují kolem oblastí Kamikyo-ku a Kita-ku. Za účelem zvýšení rozvoje a expanze „Nishijin Textile“ vyvíjí Asociace Nishijin Textile Industry Association řadu PR aktivit na podporu těch, kteří se zabývají výrobou a zpracováním této textile. [11]

V roce 2008 činil vývoz textilu Nishijin přes 800 miliard ¥ (jenů). Tato hodnota je srovnatelná s některými z největších japonských textilních společností. Mezi přibližně 460 různými existujícími výrobními společnostmi jsou však relativně malí. Statistiky vybavení zahrnují asi 3 600 tkalcovských stavů a asi 1 200 ručních strojů. Počet lidí, kteří se přímo a nepřímo zabývají obchodem je zhruba 30 000 lidí. [11]

Aby se splnily vysoké standardy kvality, je třeba podniknout mnoho přípravných kroků. Například některé procesy, jako je proces tkání, jsou alokovány dělbu práce. Grafičtí designéři, designéři Jacquardových karet, přípravní materiálů a hedvábný průmysl pracují nezávisle, ale jsou vzájemně propojeni. Tato nezávislá průmyslová odvětví sdílejí své dovednosti. Dělbá práce je tedy ve výrobním regionu Nishijin vysoce rozvinutá a využívána. [11]



Obr. č. 16 - Nishijin textile, tkané na ručním tkacím stroji, lze vytkat jen několik centimetrů za den, dostupné z: <https://www.japanese-tc.com/2022/03/kyoto-nishijin-brocade.html>.

#### 1.4.3 Nishijin textile v moderní době

Výroba Nishijin pokračovala ve svém úspěchu až do současnosti, přičemž tkanina Nishijin se často nosí na tradičních japonských obřadech, jako jsou svatby, kde může být použita pro nevěsty a zobrazuje vzory předávané generacemi nishijinských tkalců. Tyto tradiční vzory sahají od scén přírody, různých druhů ptáků až po různé typy květin. Pomocí tkaní Nishijin se vyrábí také další produkty, včetně kimonových šátků, opasků, šál a mnoha různých druhů látek a dekorací, které zdobí stěny japonských domů.

Tatsumura Textile se sídlem v Nishijinu je dnes centrem výroby Nishijin. Společnost byla založena Heizo Tatsumurou I v 19. století a je známá tím, že vyrábí některé z nejluxusnějších Nishijin obi a je zodpovědná za výchovu známých malířů, jako je zesnulý Inshō Dōmoto. Nishijin vyráběný společností, složitě tkaný a občas trojrozměrný, může stát až 1 milion jenů.

#### 1.4.4 Nishijin textilie použité v oděvu

Kimono (japonsky: 着物, doslova „oděv“, „šat“) je tradiční japonský oděv. Původně slovo kimono označovalo všechny typy oblečení, ale později se začalo používat pro zvláštní typ tradičního plně dlouhého roucha. Originální a přesný název by měl být wafuku (和服, doslova „oblečení japonského stylu“). [12]

Dnes kimono nosí především ženy při zvláštních příležitostech. Tradičně nosí svobodné ženy při zvláštních příležitostech kimono nazývané furisode, které má rukávy až k zemi. Tradiční japonské oblečení rovněž nosí muži a ženy určitých tradičních povolání jako jsou například šintoističtí a buddhističtí kněží, šintoistické kněžky miko a gejši a osoby věnující se tradičním uměním (čajový obřad, ikebana a kaligrafie). Japonci si často oblékají kimono i při zvláštních a formálních příležitostech (svatbách, pohřbech a promocích). [12]

#### 1.4.5 Nishijin textilie použité v interiéru

Existuje jen málo velice kvalitních firem, které vytváří Nishijin do podoby interiérových textilií. Jejich výtvoři si objednávají i velice známé a exkluzivní hotely. Není tak novinkou, že Nishijin interiérovými textiliemi se pyšní například hotel Ritz, Four Seasons, a další.

V Japonsku jde o vnímání krásy, elegance, stylu a tajemství, které v sobě skrývají nepoddajné odlesky. Jeden z nejznámějších tvůrců je Tatsumura company. Tatsumura Textile je dobře známý pro restaurování brokátů, ale také široce známý pro vytváření uměleckého brokátu s exkluzivní originalitou a 3D vzory. [13]



Obr. č. 17 - Nishijin tkaný panel v lobby JW Marriott v japonském městě Nara, dostupné z: <https://kyogo.com/en/works/detail/?id=12>.

#### 1.4.6 Historie výroby Nishijin textilie v interiéru

Jako jedna z nejstarších provozoven mezi výrobci látek Nishijin, prošla společnost Kano-ko Co., Ltd. tradičními dovednostmi výroby různých typů produktů a propracovaných výrazů prostřednictvím látky o šířce 30 cm používané v Obi (pásek pro japonské tradiční kimono) až po současné generace. Vzhledem k tomu, že jeho schopnost vyjadřovat se prostřednictvím tkaní pokročila, přesto čelila omezení kvůli šířce tkaniny, a to jen 30 cm. Proto společnost Kano-ko již několik desetiletí zkoumá nutnost výroby látky o šířce 100 cm a více, maximálně 150 cm, pomocí své jedinečné techniky tkaní. [14]

Prvním pokusem, jak převést tuto textilií do větších rozměrů, bylo upravit tkalcovský stav používaný v Nishijinu k výrobě kravát. Aby však bylo možné tkát šířku 150 cm pomocí tkalcovského stavu o rozměrech 50 cm x 3 Kama (Kama je jednotka používaná pro vzor obsažený v šířce látky vzorované látky), byla vyžadovala zásadní úpravu tkalcovského stavu. [14]

K realizaci těchto vzorů vyvinula společnost Kano-ko metodu výroby látky o šířce 120 cm. Když byl používán tkalcovský stav se stavem 20 cm x 6 Kama, nebylo možné vyrobit

expresivní látku, která obsahuje nejlepší techniky. A proto byl později vybrán stav se 60 cm o 2 Kama. Jelikož se ukázalo, že je možné realizovat efekt rozostření nebo stínování, což jsou charakteristiky Obiho vzoru od Kano-ko, prostředí pro zahájení testovací výroby bylo postupně připravováno prostřednictvím setkání s tkalci, úpravami a údržbou tkalcovských stavů, revizemi vzorů (designový výkres), které jsou rozhodující při tkaní Nishijin. [14]

Návrh konstrukce vyžadoval, aby tkanina vyjadřovala tloušťku, stínování, živý kontrast, ostrost, objem a hmotnost. To znamená, že při výrobě látky byl vyžadován velmi vysoký standard. V současné produkci Obi je běžné, že části, které nejsou viditelné, jsou vyrobeny levně. Bylo však absolutně nemožné dosáhnout inovativní látky s luxusním vzhledem k požadované konstrukci a proto byla přijata tradiční Nishijin technika zvaná Baikoshi. [14]

#### 1.4.7 Výroba Nishijin textilií

Stejně jako mnoho tradičních japonských řemesel, je základní způsob výroby hedvábných textilií Nishijin založen na dělbě práce. Výroba hedvábí Nishijin brokátu například zahrnuje řadu kroků; plánování základního designu a struktury textilu, přípravu konstrukčního listu, který umožňuje tkalci vyrábět design, barvení a zákrutu příze, přípravu děrovacích karet kterým žakárský tkalcovský stav pracuje, tkaní a dokončení. [10]

Při výrobě Nishijin existují tři druhy tkalcovských stavů: tkalcovské stavy, ručně ovládané tkací stavy a ruční tsuzure stavy (綴). První dva stavy mohou tkát vzory pomocí sady Jacquardových děrovacích karet. Tsuzure stavy nepoužívají tento systém, ale tkalci řemeslně umísťují design pod osnovu. Tkalci pilují v nehtech pilovité drážky, aby mohli shrabovat vodorovné nitě na tkalcovském stavu, který se ovládá rukama a nohama. Klíčová technika zvaná bokashi (stínování) způsobuje, že vzory vypadají trojrozměrně. [10]

Jsou tu také dva různé typy dokončovacích prací. U prvního typu jsou textilie téměř kompletní a tkaní se provádí jako v případě obi. Druhý typ dokončování začíná po dokončení tkaní, v případě procesu shibodashi (vytvoření reliéfního vzoru v tkané textilií) pro Nishijin omeshi kimono a senkiri (řezání příze) sametových textilií. Každá z těchto fází zahrnuje podrobnější procesy se specializací zkušeného řemeslníka vyškoleného v malém rodinném podniku. [10]

#### 1.4.8 Použité materiály pro Nishijin textilie

V této kapitole si představíme stručnou historii, popis a výrobu hedvábí a metalických efektů – plátků, které se využívají v japonských textiliích.

##### 1.4.8.1 Přírodní hedvábí

Již 3000 let před naším letopočtem, se přírodní hedvábí používalo v Číně. Od té doby Čiňané chovali bource morušového a odvíjeli hedvábí z kokonů. Hedvábí se začátkem našeho letopočtu rozšířilo do Japonska a brzy na to i na Přední Východ. Díky arabské expanzi v 7. a 8. století našeho letopočtu, se pak hedvábí dostalo i do Španělska, do severní části Afriky a na Sicílii. Produkce hedvábí do různých zemí ale zůstala omezena jen na určité, klimaticky nejvhodnější části světa. Největšími výrobci hedvábí jsou tradičně Japonsko a Čína. [15]

Hedvábí je stále vysoce ceněno jako textilní vlákno. Jeho vlastnosti, jako jsou pevnost, pružnost, jemnost, savost, afinita k barvivům a jeho přizpůsobivost při tkaní, splňovala celou řadu požadavků trhu. I přes velkou konkurenci umělých vláken, které převzali mnoho použití (punčochové zboží, kravaty...), si hedvábí udrželo své prvenství v produkci luxusních oděvů a specializovaných výrobků nejvyšší kvality. [15]

*Hedvábí je vlákno na bázi bílkovin, které přirozeně produkuje bourec morušový - Bombyx Mori, nebo jiné druhy motýla. Hedvábí je strukturálně podobné vlně s mírně různou kombinací aminokyselin, které tvoří protein nebo fibroin. Hedvábí je jediné přirozeně komerčně vyráběné nekonečné vlákno, které má vysokou houževnatost, vysoký lesk a dobrou rozměrovou stabilitu. Hedvábí bylo a zůstane luxusním kvalitním vláknem se speciálním místem na trhu. (Horrocks a Anand 2000, str. 25 - přeloženo autorkou diplomové práce)*

#### Historie hedvábí v Japonsku

V moderní době existují v Japonsku některá známá centra hedvábného textilu, jako je Nishijin-Tango, Kiriū, Nagahama a Gifu-Ashikaga a Hachioji. Například Nagahama zaznamenala náhlý vzestup od poloviny éry Edo. Hedvábný textilní průmysl Hamachirimen se rozvíjel v Nagahama-cho a jeho okolních venkovských komunitách v Omi-no-kuni (prefektura Shiga). [16]



V té době však již bylo mnoho tržišť v Kjótu monopolizováno Nishijin spolkem. V důsledku toho bylo zdánlivě rozhodnuto, že klan Hikone sbíral hedvábné roušky od farmářů jako pozemkovou daň a prodával je v Kjótu. [16]



Obr. č. 18 - Přírodní hedvábní používané pro Nishijin textilie. [16]

Od pradávna vzkvétal průmysl navíjení hedvábní ve třech prefekturách, které se nacházejí severovýchodně od jezera Biwa. Byly důležitým zdrojem dodávek materiálů pro hedvábný textilní průmysl v Kjótu. Od pradávna byly proto tři prefektury pod kapitalistickou vládou velkoobchodníků s přízí v Kjótu a akumulace kapitálu ve výrobní oblasti byla utlačována. [16]

Z těchto důvodů byl hedvábný textilní průmysl chráněn feudálem z obou stran, hlídal hlavní město i trh se zbožím. [16]

### **Životní cyklus Bombyx Mori**

Přírodní hedvábní se získává bílkovinným výměškem snovacích žláz housenek motýlů, smotáváním a následným zpracováním. Bourec morušový obsahuje zajímavý životní cyklus. Má ve svém vývoji několik stádií, a to vajíčko, housenku, kuklu (kokon) a motýla. Tento životní cyklus bource morušového trvá obvykle v rozmezí 55-60 dní, ale může trvat i déle. Závisí tedy na typu snášení vajec a chovných podmínkách. Vývin housenky z vajíčka trvá v závislosti na těchto podmínkách 8-12 dní. Housenky se živí hlavně listím z moruše. Její hmotnost během tohoto krmení narůstá cca od 0,45 do 45 g a na délku přibližně od 3 mm do 8 cm. Po ukončení každého stádia se housenka převléká. V posledním stádiu housenka přestane žrát, mění barvu a začne vytvářet kokon. Tato tvorba trvá 1–4 dny. [15]

Housenka při tom uvolňuje vlákno ze dvou otvorů na spodní části hlavy, a to v polotekutém stavu. Zpočátku odtahuje hlavou dané vlákno, později je vytlačováno. (Přírodní hedvábí, které housenka vylučuje dvěma otvory, je vlastně dvojité vlákno, jehož podstatou je fibroin. Obě vlákna jsou spojena látkou bílkovinného původu zvanou sericin.) Protože se tak děje pod různým tlakem, nemá vlákno po celé délce stejnou tloušťku. Zpočátku je tenčí, nestejněměrné, uprostřed je silnější, stejnoměrnější a ke konci je zase tenčí a nestejněměrné tloušťky jako na začátku. [15]

Délka vlákna je většinou v rozmezí 1200–1500 m, někdy dokonce i 3000 m. Vytvořený kokon tvoří ochranu pro vývoj kukly. Po přeměně vylučuje motýl speciální tekutinu, která hedvábí rozpouští a dostává se tak z kokonu ven. Vnější a vnitřní vrstva kokonu se odstraňuje v podobě hedvábného odpadu. Střední vrstva je rovnoměrnější a jde jí tak lépe odvíjet a dále zpracovávat. [15]



Obr. č. 19 - Bourec morušový a kokony přírodního hedvábí, dostupné z: <https://kids.wng.org/node/4156>.

Vlákno se poté odvíjí z několika kokonů současně podle požadované jemnosti příze a při tom se odvíjí současně i vlákno z kokonů nových (začátek vlákna), částečně odvinutých i téměř úplně odvinutých (konec vlákna). Tím se získává stejnoměrnost hedvábné nitě. Asi po

10–12 dnech po zapřádání housenky se kukla usmrcuje horkým vzduchem (kolem 85 °C), nebo párou. Popřípadě i jiným způsobem a pak se suší. [15]

Sericin změkne v horké vodě a vlákna 5 až 6 zámotků se spojí dohromady, slepí se chladnoucím sericinem a smotávají se na viják, které se provádí na smotávacích strojích. Zámotky procházejí v první fázi šlehacím kotlíkem, kde se máčejí vodou (95 až 96 °C). Pak se odstraní vrchní nespřadatelná vrstva kartáčem. V druhé fázi přicházejí zámotky do smotávací pánve a speciální ústrojí (příkladač) vlákno odřízne a přikrojí ke smotávané niti. Pak se konstantní hmotností hedvábná nit smotává na přadena. [15]

### **Zpracování přírodního hedvábí**

- Degumování (odklížení) – znamená částečné nebo úplné odstranění sericinu, který pokrývá dvě fibroinová vlákna. Vlákno surového hedvábí je zbarvené do nažloutlé až zeleno nažloutlé barvy a sericin zodpovídá za křehkost. Teprve po degumování hedvábí dosahuje hedvábného omaku lesku a měkkosti. [15]
- Zatěžování – znamená úbytek hedvábí na hmotnosti a během degumování se vyrovnává zatěžováním hedvábí. [15]
- Bělení – je potřeba k dosažení jasných bílých tónů a světlých odstínů. Mohou být použity oxidační nebo redukční bělicí látky. Ty jsou například oxid dusný, disiřičitan, nebo vodík disiřičitanu. Degumování a bělení je tak prováděno ve stejné lázni. [15]
- Barvení – hedvábí, jako proteinové vlákno, může být barveno téměř všemi typy barviv používaných pro barvení vlny. Nejčastěji se používají kyselá a kovokomplexní barviva, nebo barviva přímá a reaktivní. [17]

Barvení reaktivními barvivy vede k dalšímu upevnění barviva k vláknu pomocí kovalentní vazby s řadou funkčních skupin. Teplota barvení nesmí překročit 90 °C. Je možné používat všechny barvicí stroje, které se používají u ostatních textilních vláken, ale stroje musí být tím pádem modifikovány z důvodu citlivosti u hedvábí na tažnou sílu a mechanické namáhání. [15]

Vlákno je pro barevné anionty snáze barvitelné, na rozdíl od vlny neobsahuje obtížné prostupné povrchové membrány. Staré technologie barvení hedvábí přidávaly k barvicí lázni až

1/3 objemu degumovací lázně – zbylé odklizovací mýdlové lázně. Živé odstíny vznikají použitím kyselých barviv, k vybarvení o vysokých stálostech na světlé, kalné odstíny se vytváří díky 1:1 - chromokomplexním barvivům. 1:2 - kovokomplexní barviva mají na hedvábí vysoké světlostálosti a jsou vydatná, docilují kalných, ale významných i černých odstínů. [18]

*Výroba a zpracování přírodního hedvábí je jedním z nejsložitějších technologických procesů v textilním průmyslu. Jestliže je zboží z přírodního hedvábí vyrobené s vysokou hygienickou kvalitou, je ve světě velmi žádané. (Anand et al. 2006, Str. 404 - přeloženo autorkou diplomové práce)*

### **Druhy hedvábí**

- Gréz - surové, nedegumované hedvábí ze střední části zámotku (cca 95%) – nit bez zákrutu.
- Trama - začátek vnitřní části kokonu (konec zámotku). Jednou skané hedvábí ze 2-8 greží, používá se většinou na útek.
- Organzin- skaná nit z několika greží, používá se na osnovní nitě.
- Šapová a floretová příze je z odpadového hedvábí získané při smotávání kokonů, je z dlouhých vláken.
- Smotávané hedvábí má vlákna uložena paralelně téměř bez zákrutů. Proto se mu uděluje zákrut podle účelu použití a podle potřeby se ská. Zákruty mohou být S i Z. [15]

Jemné hedvábnické příze pro tkaní jsou rozděleny do dvou skupin:

- Příze vyrobené ze surového a pravého hedvábí: trama, organzin, krep a mušlín.
- Příze vyrobené z hedvábného odpadu: buret, šapová a floretová příze. [15]

Jemnost vláken greže se vyjadřuje v denierech nebo dtex (g/10000m). Podle International Silk Association in Lyon (Mezinárodní Organizace Hedvábí v Lyonu), tak standardní klasifikace greže zahrnuje 12 tříd jakosti: 6A, 5A, 4A, 3A, 2A, A, B, C, D, E, F a G. Třída 6A představuje nejlepší kvalitu, které je dosaženo zřídka, G je nejnižší jakostní stupeň. [15]

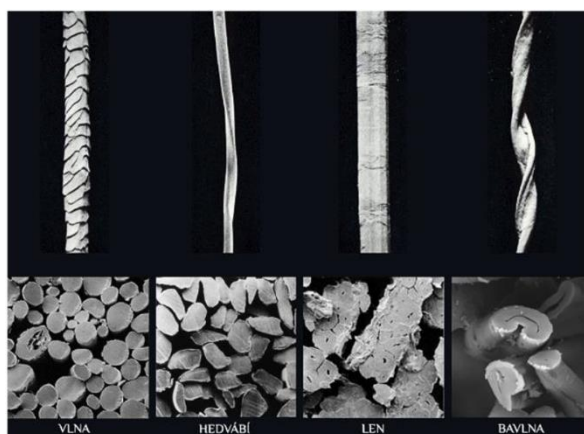
## Chemické složení přírodního hedvábí

Surové vlákno přírodního hedvábí se skládá z fibroinu a sericinu. Fibroin tvoří 75-83% hmotnosti surového hedvábí a sericin, který obklopuje dvě fibroinová vlákna se pohybuje od 17 do 25%, v závislosti na druhu a původu přírodního hedvábí. Obě látky jsou vysokomolekulární proteiny, a skládají se, podobně jako vlna, z aminokyselin. [15]

Geometrické, mechanické, fyzikální a chemické vlastnosti vláken do značné míry řídí mechanické a chemické zpracování (předení, tkaní, pletení, příprava, barvení, tisk a dokončovací práce) vláken. U přírodního hedvábí se z textilního hlediska cení zejména jeho hebkost, plný omak a význačný lesk. Těchto vlastností se docíluje odstraněním sericinu ze surového hedvábí, jak již bylo uvedeno výše. Toto odklížené přírodní hedvábí má bílou barvu a dá se snadno barvit. [15]

## Mikroskopické znaky přírodního hedvábí

Když se na odklížená hedvábnická vlákna podíváme podélně, vypadají jako jemně kroucené vlákno s několika vnějšími znaky. Průměrný průměr vláken se liší podle různých druhů, typů, podmínek spřádání a umístění v kukle. Na vnější straně bývají hrubší a na vnitřní straně jsou naopak jemnější. V některých případech je rozdíl až 25%. Délka vláken u přírodního hedvábí se pohybuje v rozmezí od 500 do 1500 metrů. Tloušťka je od 13 do 15  $\mu\text{m}$ . Při spalovací zkoušce hoří rychleji než vlna, zapáchá po rohovině. Zanechává křehkou, lesklou kuličku. Zatížené hedvábí pouze žhne, nehoří tedy a zanechává kostru vlákna, skládající se z použitého zatěžkávacího prostředku. [15]



Obr. č. 20 - Hedvábí a jiná přírodní vlákna pod mikroskopem, dostupné z: <https://www.sartor.cz/clanek/24/material-hedvabi/>.

Hedvábí má téměř bezchybně hladký povrch a charakteristický trojúhelníkový průřez. Díky tomu dochází k jemnému neagresivnímu lomu světla, takzvanému měkkému lesku.

## **Použití přírodního hedvábí**

Přírodní hedvábí konkuruje umělým vláknům jen tam, kde se vyžaduje zvláštní vzhled (lesk), efekt nebo určitá exkluzivita spolu se solidními užitnými vlastnostmi (tažnost, ohebnost, lehkost, izolační schopnosti). Jako izolační materiál je používán pro kabelové krytí a v chirurgii. Také se používá ve tkaninách pro vysoce módní oblečení a kroje, kde je např. barva vysoce žádanou vlastností. Například v Japonsku se pro výrobu kimona používá až 90% tkaniny z hedvábí. Dále se používají u potahovaných látek, šátků, spodního prádla, nočního prádla, halenek, kapesníků, krajek, stuh, bordur a luxusních závěsů. Neb jako přídavek efektivní nitě do tkanin. I v kosmetice má hedvábí své místo, kde se fibroin a sericin se přidává do šampónů a hedvábný prášek do rtěnek, krémů a mýdel. [15]

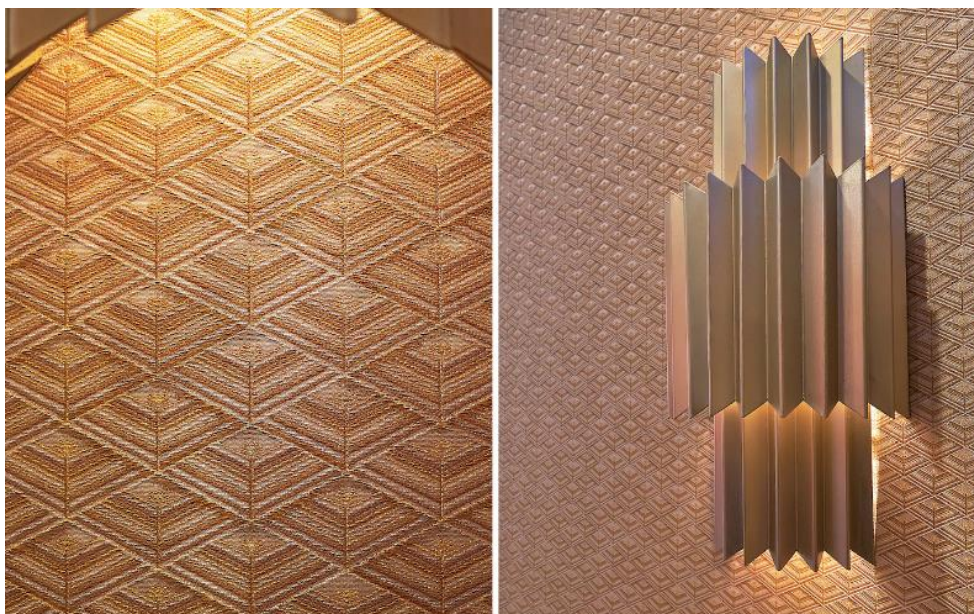
### **1.4.8.2 Metalické pláty**

Metalické plátky, jinak řečeno kovové efekty, slouží k pozměnění vizuálního dojmu vazby tkaniny a určitému speciálnímu efektu v textilií. Pojdme se na ně podrobněji podívat v následující kapitole.

## **Historie kovových efektů**

První doložené důkazy o kovových efektech se objevily již v roce 2500 před naším letopočtem v Egyptě. Tam se začalo zlato vytloukat do velmi tenkých plátů. Tyto pláty se pak používaly jako dekorativní vrstva na štukové ornamenty u fasád domů a na jiná umělecká díla. Metalické efekty byly velmi extravagantní a drahé, a tak mohly být aplikovány pouze na významné budovy – paláce faraonů nebo chrámy starověkých egyptských bohů. [19]

Technika vytloukání zlata do tenkých plátů se šířila do Mezopotámie, Indie, Korey a také do Japonska, kde jsou první zmínky z roku 800 našeho letopočtu. Přes Řecko a Itálii se tento typ dekorace dostal do Německa. Při jejich výrobě se vyráběl zlatý prach – boční, odpadní produkt. Tento prach se proto začal používat jako pigment. Zlaté prachové pigmenty se brzy začaly vmíchat do inkoustů a barev, což umožňovalo výrobu tiskařských a malířských inkoustů ve zlaté barvě. Tyto barvy se snadněji aplikovaly než zlaté pláty, a tak se jejich využití mohlo rozšířit i na dokumenty, keramiku nebo kožené zboží, avšak i to si stále mohla dovolit pouze vyšší vrstva. [19]



Obr. č. 21 - Na obrázku je možné vidět příklad, kde jsou použity zlaté plátky ve tkanině, dostupné z: <https://kyogo.com/en/works/detail/?id=19>.

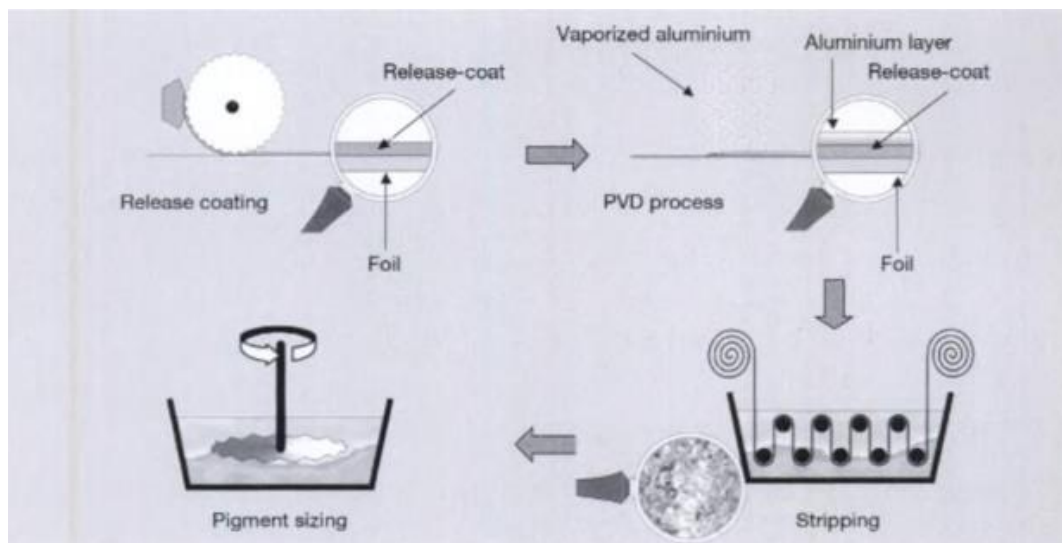
Roku 1760 mistr Albert Huber přišel s tím, že na rozdíl od bronzu, má mosaz podobné zpracovatelské vlastnosti jako zlato. Začaly se tedy vyrábět i mosazné pigmenty. Díky nižší ceně mosazných pigmentů se zvýšil rozsah jejich aplikace a s nárůstem poptávky se začaly vymýšlet různá výrobní zařízení. Později v 19. století se začal vytvářet také hliníkový prášek, aby se docílilo stříbrných efektů. Okolo roku 1910 americká společnost vynalezla nový proces mletí: hliníkové granule byly zpracovávány ve velkých kulových mlýnech za sucha. Nevýhodou bylo, že hliník spolu se vzduchem vytvářel výbušnou směs. [19]

Po druhé světové válce našly tyto pigmenty nové oblasti využití. Používají se v automobilovém průmyslu (metalické laky na auta), kosmetický průmysl (dekorativní make-up) nebo oděvní průmysl. Nabízeny jsou také nátěrové barvy do interiérů. [19]

### **Výroba v Evropě**

Hliníkové granule se taví v peci při teplotě 700 °C, ale mírně nad teplotou tání hliníku. Moderní tavící pece taví podle indukčního principu. Lehký kov je rozprašován přes trysku pod vysokým tlakem v tekuté fázi. Rozprašený kov je ve formě izometrické granule a ochlazuje se. Poté jsou hliníkové granule připraveny k mletí. V Hallově mlecím procesu za mokra se používá kulový mlýn. Hliníkové granule jsou poté smíchávány s alifatickým uhlovodíkem (např. lakový benzín) a s mazivem (kyselina stearová nebo olejová). Probíhá mlecí proces uvnitř mlýnu, kde se mění velikost hliníkových částic a poté se z nich vytváří hliníkové plátky. Mazivo se

adsorbuje na povrch hydrofilní vrstvy oxidu a na vysoce reaktivní hliníkový povrch, která se vytváří ihned po mletí. [20]



Obr. č. 22 – Schéma výroby PVD hliníkových pigmentů. [19]

### Výroba v Japonsku

Metalické pláty se vyrábí tak, že se japonský lak nanáší na japonský papír vyrobený z moruše, rozřízne je na proužky a zatkává se do látky. Využívá se hojně v Hikibaku technice. [14]



Obr. č. 23 - Fixovaná fólie na japonském papíru, zvaná "haku". [14]

### Výroba zlatých metalických plátků, použitých v Nishijin textilií

Výrobu drahých japonských metalických plátků si tedy detailněji popíšeme. V japonských dílnách, například Kondaya Genbei v Tokiu se přesně tyto zlaté plátky vyrábějí.



Tyto příze se mohou vyrábět z fólie, perleti nebo polodrahokamu lapis lazuli. My se ale zaměříme na ty z fólie. [14]

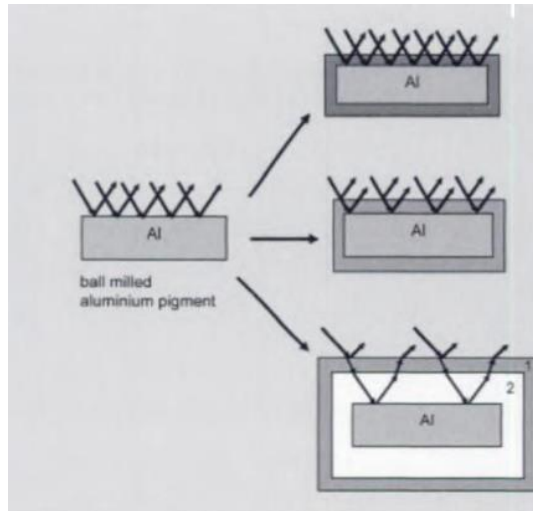
Tato fólie se nazývá japonským názvem – haku. Na japonský papír se pomocí adheziva nanese lak a pomocí stěrky se rozetře po celém papíře ve velice tenké vrstvě. Na lak je poté nanesena fólie ve zlaté či stříbrné barvě. [14]

Poté, co je fólie zafixovaná na japonském papíře, jde nařezat na tenké plátky. Každý zlatý plátek v požadované délce se vkládá ručně do tkacího stroje, kde je zatkán do tkaniny. Na metalických plátkách se po delší době vytvoří tmavá patina, která vznikne díky oxidaci. Sekce, které obsahují zlaté metalické plátky ve tkanině znázorňují měsíční zář. Tyto zlaté metalické plátky jsou nařezány vždy po 3,8 cm v šíři, které obsahují po 100 nařezaných plátkách. K barvení se používá barvivo obsahující zlato s vynikající barevnou stálostí k výrobě barevných, ale tlumených tónů. [14]

Podle zjištění, že tyto metalické plátky procházejí oxidací, jsem vydedukovala, jsou vyrobeny pomocí barevných hliníkových pigmentů, do kterých je zamícháno barvivo obsahující zlato.

### **Barevné hliníkové pigmenty**

Barevný metalický efekt pigmentů je vyráběn povětšinou použitím barevných kovů. Nejvíce je využíváno mosazi, mědi a barevné spektrum může být pozměněno oxidačním procesem. Hliník je vhodný jako substrát díky své vysoké reflexi viditelného světla. Barevné efekty pochází buď z absorpce v pigmentu nebo odrazu světla. Hliník vždy slouží k reflexi světla. [19]



Obr. č. 24 - Rozložení tří typů stupňů barevných hliníkových pigmentů. [19]

Na obrázku je možné vidět různé stupně odrazivosti hliníkových pigmentů. Z mletých hliníkových pigmentů mohou vzniknout tři typy stupňů odrazivosti. V prvním případě na obrázku vpravo nahoře je možné vidět typ, na kterém je barevný povlak s nízkým odrážejícím indexem, jelikož je zde absorpce i reflexe světla. Na druhém typu, který je možný vidět vpravo uprostřed je barevný povlak, který má vysoký odrážející index, kde je znázorněna absorpce, reflexe i interference. Na třetím obrázku vpravo dole je možné vidět pod číslem 1 semi-transparentní a reflexní povlak a pod číslem 2 je povlak, který má nízký odrážející index. Tyto dva typy dohromady vytváří interferenční pigment vyššího řádu. [19]

### Interferenční barvy

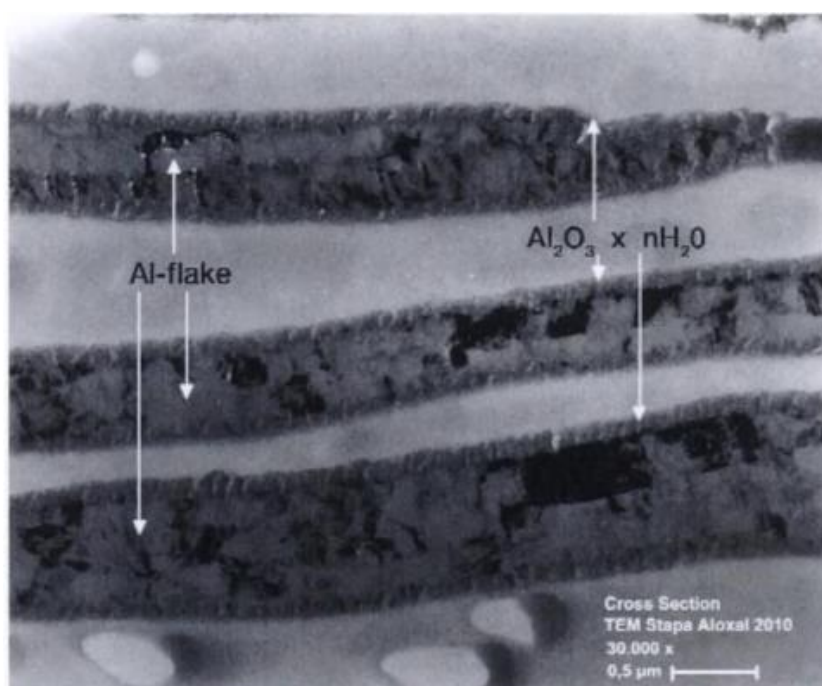
Interferenční barvy jsou generovány z pigmentů, které jsou navršovány v pěti vrstvách. Hliníkový substrát je jako první navrstvený s tlustější bezbarvou vrstvou a nízkým odrazivým indexem. (Menším než 1,8). A následně s se přidá vrstva vysoce reflexní semi-transparentní. První vrstva většinou obsahuje  $MgF_2$  (Fluorid hořečnatý) nebo  $SiO_2$  (oxid křemičitý). Druhá reflektivní část obsahuje kov nebo velice refrakční oxidy jako třeba hematit oxid železa. Jsou částečně reflektivní a částečně transparentní. Pigmentované vrstvy jsou vytvářeny pomocí PVD (physical vapour deposition – nanášení odpařením z pevné fáze). Nebo kombinací mokrého chemického povlakovacího procesu ( $SiO_2$ ) a CVD (metoda CVD - chemical vapour deposition) pro  $Fe_2O_3$ . Nejrozšířenějšími způsoby jsou obloukové odpařování a magnetronové naprašování. Pro Výhody PVD metody povlakování jsou především v nižší teplotě povlakovaných předmětů, než odpovídá potřebě rovnovážné chemické reakce CVD. [19]

Barevné hliníkové pigmenty se dají nanášet dvěma způsoby:

- aplikací homogenní barevné vrstvy
- fixací barevných pigmentů pomocí transparentním matrixu na povrchu

### Aplikace homogenní barevné vrstvy

Barevné vrstvy jsou formovány pomocí kontrolované mokré oxidace hliníkových vloček a vody. Barevný efekt je dán kombinací absorpce a interference. Výhody oxidového povlaku jsou korozní ochrana. Tloušťka oxidační vrstvy je mezi 70 a 100 nm. V průběhu oxidace hliníkových vloček je hustá vrstva oxidu formována pod porózní oxidační vrstvou. V případě oxidovaných pigmentů, zvýšení specifické povrchové arey je díky mikrostruktuře, která je formována díky volnosti hydrogenového plynu v průběhu oxidace hliníkového pigmentového povrchu. Oxidizované hliníkové vločky mají barvu dožluta v úhlu lesku a jsou stále barevnější v plochých úhlech pozorování. [19]



Obr. č. 25 - TEM fotografie křížení sekcemi oxidizované hliníkové vločky. [19]

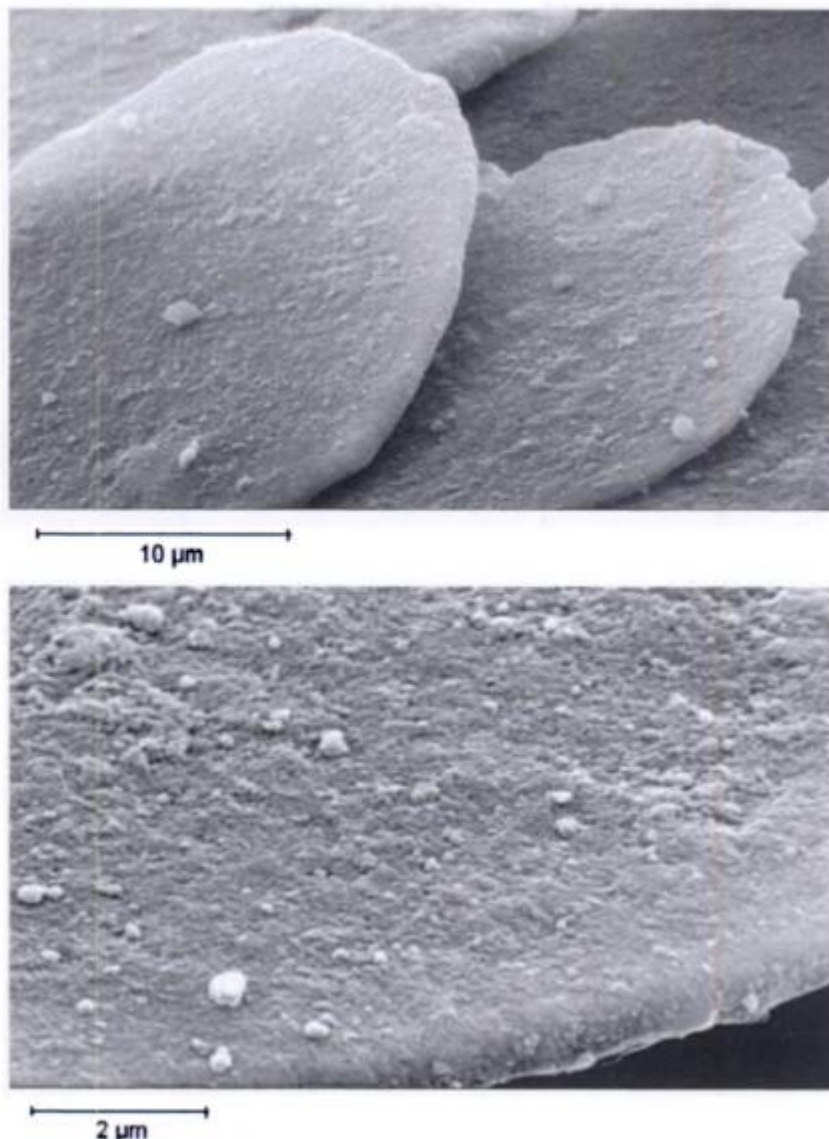
### Fixace barevných pigmentů pomocí transparentního matrixu na povrchu

Tyto barevné pigmenty jsou ukotveny na povrchu jako hliníkové vločky díky vložení do povlakového matrixu. Akrylátové a SiO<sub>2</sub> vrstvy jsou využity jako transparentní matrice. Silikátová vrstva je formována díky silikátovému tetraethylu využívaná sol-gelový proces. Tloušťka SiO<sub>2</sub> barevného pigmentového povlaku je přibližně 200 nm. Povrch hliníkových

vložek může být modifikován pomocí použití vhodných přísad pro optimalizaci vlastností technického pigmentu jako odpor pro kondenzaci, pigmentové orientaci v laku. [19]

### Výroba hliníkových pigmentů

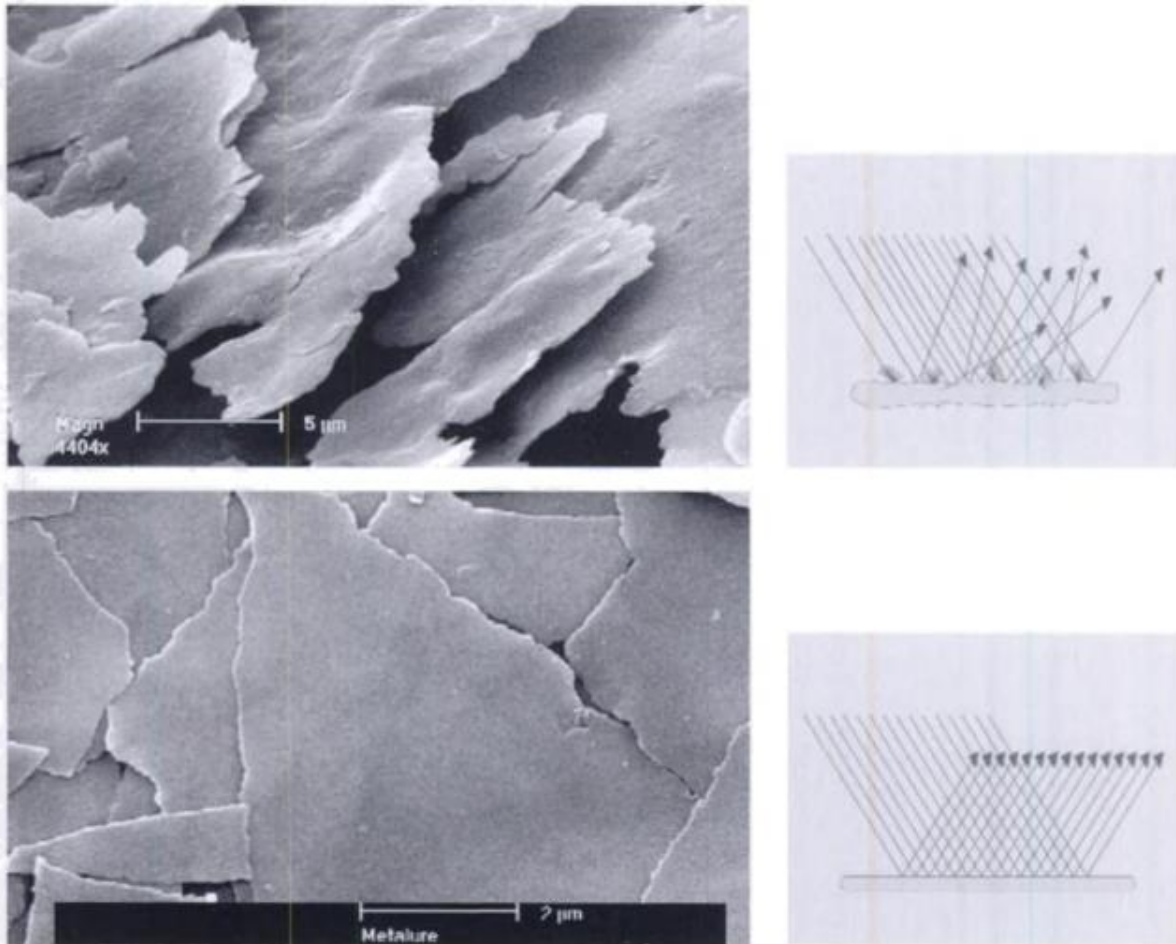
Barevný pigment musí být kompletně disperzní. První krok ve výrobě je rozmělnění pigmentu a stabilizace v aditivech. Druhý krok je zahrnutí mokrého nátěru hliníkových vloček chemikáliemi, myšleno silikonovým dioxidem a zapouzdřením barevných pigmentů díky sol-gelovému procesu. [19]



Obr. č. 26 - Příklad barevného pigmentu pod SEM v měřítku 10 μm a 2 μm. [19]

Optické vlastnosti vložených barevných pigmentů jsou srovnatelné s typickou absorpcí charakterizovanou čistými barevnými pigmenty s přidáním SiO<sub>2</sub> vrstvy. Hlavní koloristická charakteristika barevných hliníkových vloček je extrémně intenzivní chromatičnost a vysoká

barevná čistota s mírně redukovanou metalickou zářivostí. Intenzivní chroma je tedy zapříčiněna homogenním metalickým vzhledem a pigmentovou distribucí. [19]



Obr. č. 27 - SEM fotografie frézovaných hliníkových pigmentů a PVD pigmentů. [19]

### Kolorimetrické vlastnosti

Kolorimetrické vlastnosti metalického efektu záleží na jasu a povrchu v návaznosti pod úhlem pozorování, který vyžaduje variabilní měřicí geometrii. Pokud jde o standardní měření, je možné použít goniofotometr. Povrch vzorku je ozařován pod konstantním úhlem (45 stupňů). Rozdíl mezi jasem (hliníkové pigmenty) a barvou (zlaté bronzové pigmenty) může být získaný a porovnaný pomocí použití kolorimetrických hodnot. Někdy je velice obtížné zjistit objektivně barvu, a proto se zjišťuje přes kolorimetrické hodnoty. Metalické efekty mohou být tímto porovnány ve stejně daných podmínkách teploty, vlhkosti a proudu vzduchu. [19]

## 1.5 Typy technik japonského tkaní

V této kapitole jsou shrnuty některé japonské techniky tkaní, které provázejí historii Japonska. Nejzajímavější a pro tuto diplomovou práci nejdůležitější jsou techniky Hikibaku a Betsugarami techniky.

### 1.5.1 Technika A - Hikihaku 引き箔

Hikihaku je japonská technika tkaní. V této technice se vtávají kožené proužky do textilie. Pokud někdo rozřezá kůži na tenké proužky a proplétá je do látky, povrch kůže se skryje strukturou osnovy, ztratí charakteristickou strukturu kůže a bude vypadat jako obyčejná nit. Na druhou stranu, pokud se použijí tlusté kožené pásy, zdůrazní se tím struktura kůže a také způsobí větší drsnost povrchu textilie. Proto musí být tloušťka kožených pásů dokonale kontrolována. Pro techniku Hikihaku, která se používá pro luxusní Obi z nishijin tkaniny je extrémně vzácné použít pro samotnou tkanou strukturu cokoli jiného než hedvábné, zlaté nebo stříbrné nitě nebo speciální papír pro Hikihaku. [14]

Hikihaku je technika používaná k tomu, aby tkanina vypadala, jako by se na její povrch nanášel zlatý list, což jí dává formální charakter. Její vzhled připomíná zlatou plochu proměněnou v látku. Formální Obi se pomocí techniky Hikihaku vyrábí vetkáním tenkých proužků papíru do tkaniny a následným vytvořením vzoru pomocí zlaté a stříbrné nitě v útku, což jí dává vzhled podobný uměleckému dílu. [14]

Nyní mezi technikami Nishijin textilií existuje metoda, která dává Hikihaku optimální vzhled. Abychom tomu porozuměli, je nutné znát základní strukturu. Je zde rozdíl mezi plátňovou vazbou, která je nejjednodušší vazbou a vazbou keprovou, která je více luxusní. Hladká vazba má poměr osnovy a útku 1:1. Pokud je použita plátňová vazba, útky zakrývá proužky Hikihaku a na povrchu látky se proužky neobjeví. [14]

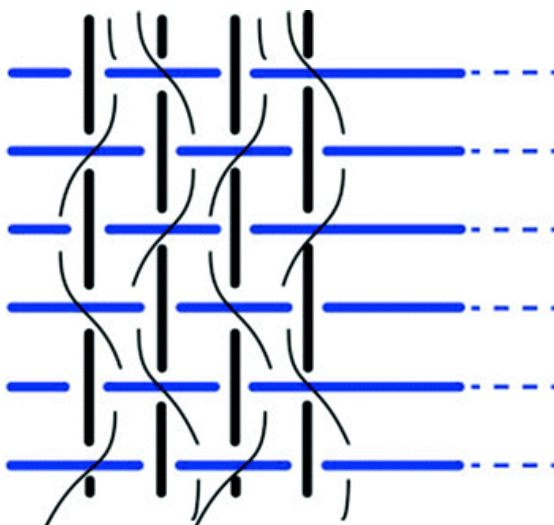
Mezitím má keprová vazba poměr osnovy a útku v poměru 2:1, což znamená, že pokud se na ní použije technika Hikihaku, obsahuje ještě více osnovy než obyčejná vazba, čímž se Hikihaku dále ponoří do struktury tkaniny. Proto je v horní vrstvě tkaná další, asi 2/3 tenčí nit, kromě osnovy a útku, aby se spojily vazby Hikihaku, což má za následek živý vzhled Hikihaku na povrchu tkaniny. [14]

Tato zvláštní osnova se nazývá Betsugarami (oddělené propletení). To znamená, že při použití proužku kůže místo běžných japonských papírových proužků při tkaní Hikihaku je

nezbytné svázat proužky Hikinaku s touto speciální vazbou Betsugarami, aby se maximalizovala materiálová struktura proužků kůže. Jedná se o vysoce specializovaný proces. [14]

### 1.5.2 Technika B - Betsugarami 別絡み

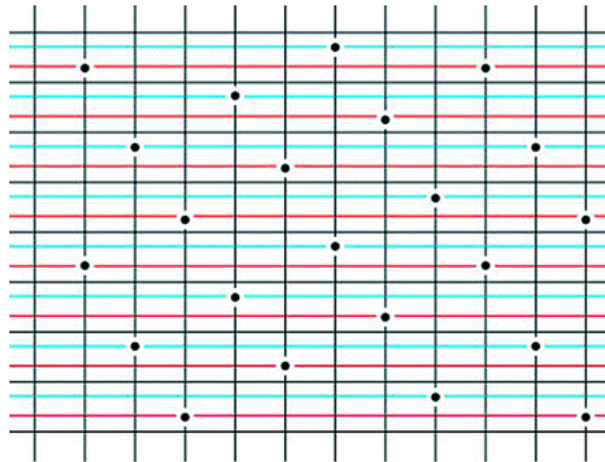
Tkanina používající Betsugarami techniku existuje již dlouhou dobu. Jelikož ale však tato technika vyžaduje nadměrnou práci, náklady a zdůrazňuje více výraz než trvanlivost produktu, stala se z ní technika upadající. Je to však ideální metoda pro tkaní hloubky a neomezeného výrazu v tkanině o šířce pouhých 30 cm a více. [14]



Obr. č. 28 - Struktura propojení pomocí Betsugarami techniky. Ta je značená oblou černou čarou, rovná černá čára značí hlavní osnovu a modrá rovná čára značí útek. [14]

### 1.5.3 Technika C - Baikoshi バイ腰

Černé čáry znamenají vazební útkové nitě, červené a modré čáry znamenají vzorové útkové nitě. Normálně jeden vzorový útek následuje jeden vazební útek. Tkaní dvou vzorových útkových nití (jsou na schématu zobrazeny červeně a modře, ale ve skutečnosti mají stejnou barvu) po každém vazním útku, vede ke vjemu živější textilie. [14]



Obr. č. 29 - Tkací strukturovaný diagram Baikoshi techniky popsany v předešlé podkapitole 1.5.3. [14]

Protože tato technika vyžaduje značné množství práce, je dnes zřídka používaná, ale je také nezbytná pro vyjádření působivého stínu, hloubky a barevného kontrastu. Prostřednictvím toho se černá příze neobjeví na líci, ale skryje se v hloubce tkaniny. [14]

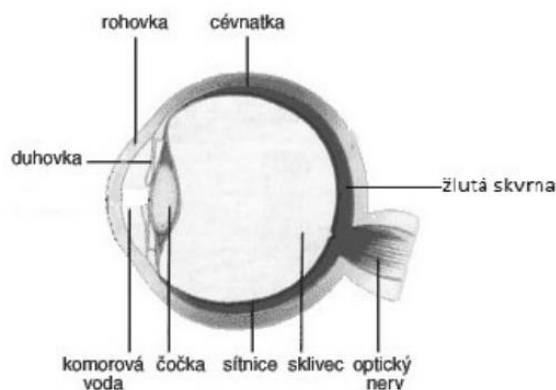
## 1.6 Speciální optické efekty ve tkanině

V této kapitole si popíšeme definici lidského oka, definici světla a lomu světla, tak aby bylo možné v další kapitole navázat na speciální optické efekty použité v textiliích.

### 1.6.1 Lidské oko

Lidské oko je optická soustava tvořená očním mokem, duhovkou, čočkou, sklívcem a sítnicí a rohovkou. Na sítnici oka se nacházejí fotocitlivé buňky tyčinky a čípky a při dopadu fotonu světla na fotocitlivou buňku dochází k jejímu podráždění. V tomto případě začne vyslat signál do mozku a výsledkem je zrakový vjem. Čípky zprostředkovávají barevné vidění, vyskytují se ve střední části sítnice o průměru přibližně 3 mm. Tato oblast se nazývá žlutá skvrna. Uprostřed ní se nachází oblast zvaná fovea, kde nejsou žádné tyčinky a vzniká zde nejkvalitnější zrakový vjem. Tyčinky jsou citlivější než čípky, a i přes to, že je jich několikrát více, nerozlišují žádné barvy. [21]





Obr. č. 30 - Schéma lidského oka. [21]

### 1.6.2 Světlo

Světlo je základní podmínkou lidského vidění. Je to elektromagnetické záření o frekvencích  $3,95 \cdot 10^{14}$  Hz až  $7,89 \cdot 10^{14}$  Hz a vlnové délce 380 nm až 760 nm. Světlo určité vlnové délky popisuje barva (720 – 625 nm červené barvy, 627 - 589 nm oranžové barvy, 589 - 566 nm žluté barvy, 566 - 495 nm zelené barvy, 495 - 436 nm modré barvy a 436 - 380 nm fialové barvy). V praxi většinou nevnímané monochromatické (jednoduché) světlo je světlo složené z několika vlnových délek. Barevný vjem je pak určen účinky jednotlivých složek světla na zrak. [21]

### 1.6.3 Rozptyl, absorpce světla a šíření světla

Pokud prostředí nepravidelně mění směr světla, tak nastává rozptyl světla. Rozptyl světla je dán indexem lomu a tvarem daného předmětu. Tělesa vyzařující světlo se nazývají světelné zdroje. Jestliže prostředí pohlcuje světlo nebo některé jeho vlnové délky, jedná se v tom případě o adsorpci světla. Optickým prostředím se nazývá prostředí, kterým se světlo šíří (vakuum neboli jakákoliv látka) a to ovlivňuje rozptyl, šíření, pohlcování a další optické vlastnosti světla. Může být:

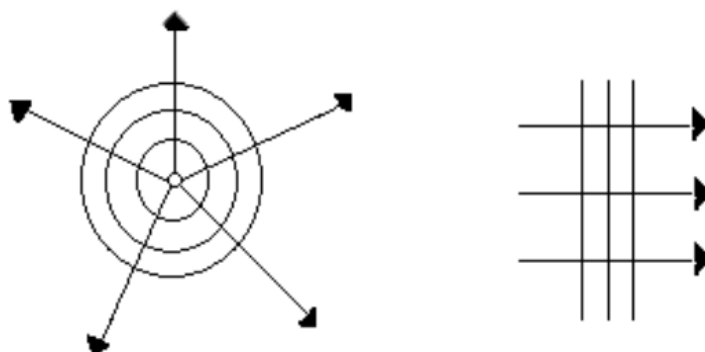
- průsvitné - světlo se v něm z části rozptyluje
- průhledné - záření zde není pohlcováno ani rozptylováno
- neprůhledné - dochází k pohlcování nebo odrazu světla [21]

Homogenní optické prostředí má ve všech částech svého objemu stejné optické vlastnosti. V izotropním optickém prostředí nezávisí rychlost šíření světla na směru (např. sklo) a pokud ano, jedná se o prostředí anizotropní (krystal křemene). Přímký, které jsou kolmé

na vlnoplochu, se nazývají světelné paprsky a dávají směr šíření světla v homogenním optickém prostředí. [21]

#### 1.6.4 Princip nezávislosti chodu světelných paprsků

Paprsky se v opticky homogenním prostředí šíří přímočaře (u reálných zdrojů světla vychází světlo současně z mnoha bodů) a vycházejí z každého bodu všemi směry, navzájem se protínají. Přitom se však neovlivňují a postupují prostředím nezávisle jeden na druhém. U přímočarého šíření paprsků se přehlídí vlastnost světla vlnění (ohyb vlnění na překážkách) a platí pouze za předpokladu, že vlnová délka světla je zanedbatelná vzhledem k velikosti překážky. Jeho důsledkem je stín vznikající za neprůhlednou překážkou. [21]



Obr. č. 31 - Znárodněny vlnoplochy světelného záření. [21]

#### Odraz a lom světla

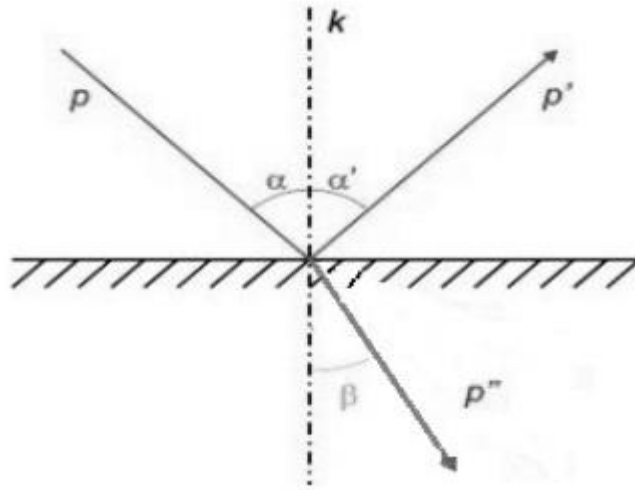
Dopadne-li paprsek na rozhraní dvou prostředí s různými optickými vlastnostmi (různými indexy lomu), pak se světlo částečně odráží a částečně láme do druhého prostředí. Nastává lom a odraz světla. [21]

#### Odraz světla

Při světelném odrazu se světelný paprsek při dopadu na rozhraní dvou prostředí s odlišnými optickými vlastnostmi a odráží se do prostředí z něhož přichází. Paprsek na rozhraní dopadá pod úhlem dopadu  $\alpha$ , tento úhel svírá s kolmicí dopadu  $k$ , která je vztyčená v místě dopadu na rozhraní optických prostředí. Rovinou dopadu se nazývá rovina, v níž leží paprsek dopadajícího světla a kolmice dopadu. [21]

## Lom světla

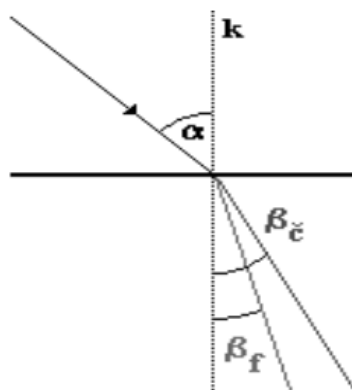
K lomu světla dochází na rozhraní dvou prostředí jako důsledek různých rychlostí šíření světla v různých optických prostředích. [21]



Obr. č. 32 - Lom světla. [21]

## Disperze světla

Rychlost světla ve vakuu je nezávislá na frekvenci světla. Hned jak světlo prochází prostředím, které má index lomu větší jako jedna, jeho rychlost se změní v závislosti na frekvenci světla (vlnové délce světla). V látkách obvykle rychlost světla klesá s rostoucí frekvencí světla. Vlivem disperze se paprsky světla různých barev lámou pod různými úhly. Nejméně se láme paprsek světla červeného  $\beta_c$  a nejvíce paprsek světla fialového  $\beta_f$ . [21]



Obr. č. 33 - Disperze světla. [21]

## Interference světla (skládání)

Při interferenci světla se projevují nejvíce jeho vlnové vlastnosti a to, pokud vlnění přicházejí do určitého bodu z různých zdrojů v daném bodě, tak se skládají (např. duhové zabarvení mýdlových bublin). Výsledkem interference je zesílení světla v místě, kde vzniká interferenční maximum a naopak. [21]

## Difrakce světla (ohyb)

Difrakce se projevuje po dopadu na okraj překážky tím, že se světlo šíří za překážku i do oblasti geometrického stínu. Zkrátka do prostoru, kam by na základě přímočarého šíření nemělo světlo proniknout. Ohyb lze pozorovat například, když prochází světlo štěrbinou, jejíž šířka je srovnatelná s vlnovou délkou světla. Za štěrbinou se na stínítku objeví difrakční obrazce. [21]

## Polarizace světla

Světlo má elektrickou složku, která představuje vektor intenzity elektrického pole  $E$ , a magnetickou, kterou tvoří vektor magnetické indukce  $B$ . Obě složky jsou navzájem na sebe kolmé, a navíc jsou ještě společně kolmé na směr šíření světla. [21]

### 1.6.5 Rozdělení speciálních optických efektů

V této kapitole si popíšeme, na co lze obecně roztrždit speciální optické efekty a také si je popíšeme. Speciální optické efekty lze obecně roztrždit do třech skupin podle charakteristických vlastností:

- Lesk
- Svítivost
- Změna barevnosti [22]

### Efekty založené na lesku

Lesk je fyzikální vlastnost, kterou se dle normy ČSN ISO 2813 definuje jako poměr světelného toku odraženého ze sledovaného povrchu usměrněného na specifický zdroj a úhlem světelného toku odraženého ze skla s indexem odrazu 1,567 v příslušném směru. U lesklých povrchů se dopadající světlo odráží v jednom směru z daného předmětu. Stupnice zrcadlového

lesku je definována tak, že leštěné černé sklo s refrakčním indexem 1,567 má hodnotu 100 při úhlech 20°, 60°, a 85°. Stupeň lesku se vyjadřuje v jednotkách lesku – GU (gloss units). [22]

Optický dojem lesklého povrchu je také ovlivněn typem materiálového povrchu. To znamená, že stejná barva může vykazovat jiné stupně lesku u jemné struktury a jiné rovného povrchu. To způsobuje rozdílný odraz paprsku od povrchu materiálu, a ačkoliv se stále jedná o lesklou barvu, číselně může lesk odpovídat matné barvě. Konečnou hodnotu lesku mohou ovlivňovat i defekty (prach, otisky prstů, špína) na povrchu textilie. Pro měření lesku se využívá leskoměrů. [22]

Efekty založené na lesku lze rozdělit do třech kategorií:

- 1) Efekty na principu odrazu světla na rozhraní
- 2) Metalické (kovové) efekty
- 3) Holografické efekty [22]

### **Odraz světla na rozhraní**

Odraz světla na rozhraní vzniká při přechodu světelného paprsku z jednoho optického prostředí do druhého. Paprsek se částečně odráží a částečně láme a s rostajícím úhlem dopadu se zmenšuje intenzita procházejícího paprsku, tím se zvětšuje intenzita paprsku odraženého. Pokud jsou velké úhly dopadu, odráží se skoro všechno dopadené světlo od rozhraní dvou prostředí a chová jako „dokonalé“ zrcadlo. Prochází – li světelný paprsek z prostředí o vyšším indexu lomu do prostředí o nižším indexu lomu, dochází při jistém hraničním úhlu dopadu k jevu úplného odrazu paprsku na rozhraní dvou prostředí a tento jev se označuje jako totální odraz na rozhraní. Optický dojem závisí především na typu kovu (hliník, mosaz), smáčení pigmentu, hladkosti povrchu pigmentových částic, velikosti částic, tvaru, tloušťce vloček. [22]

### **Metalické efekty**

Metalické efekty jsou vnímány lidským okem, na základě kombinace rozptylu (ideálně matný povrch) a zrcadlového odrazu (ideálně rovný povrch) na metalických pigmentech. Je nutné, aby zrcadlový odraz byl maximální a rozptyl minimální. Metalické efekty jsou během běžné výroby vystaveny silným mechanickým silám, které často vedou k povrchovým

defektům a nerovnoměrné tloušťce částic. Požadované vlastnosti u metalických efektů jsou síla tónování, třpytivý efekt, odstín, jas, lesk a krycí schopnost. [22]

Nejčastěji se kovové efekty nanášejí ofsetovým tiskem či sítotiskem. Ofsetový tisk je jedním z typů nepřímého tisku z plochy. Vzor tak není na potiskový materiál přenášen přímo z tiskové formy obepínajícího formového válce, ale prostřednictvím mezičlánku. Existují také jiné způsoby aplikace metalických efektů. Na trhu jsou běžně dostupné nažehlovací metalické fólie, například firma Ki-Sign. Uvedený výrobce nabízí fólie v různých barevných variacích. V nabídce jsou také metalické barvy na textil. [22]

Lesk tkaniny je závislý na tkaninové konstrukci, typu vlákna, druhu příze, tkaninové konstrukci, tkané struktuře, finální úpravě, barvě a také na podmínkách při pozorování tkaniny. V textilním průmyslu lesk výrazně ovlivňuje výslednou kvalitu výrobků, a hlavně vzhled tkanin.

#### 1.6.6 Barevný prostor

Tato kapitola obsahuje definice rozlišení barvy a numerického popisu barev.

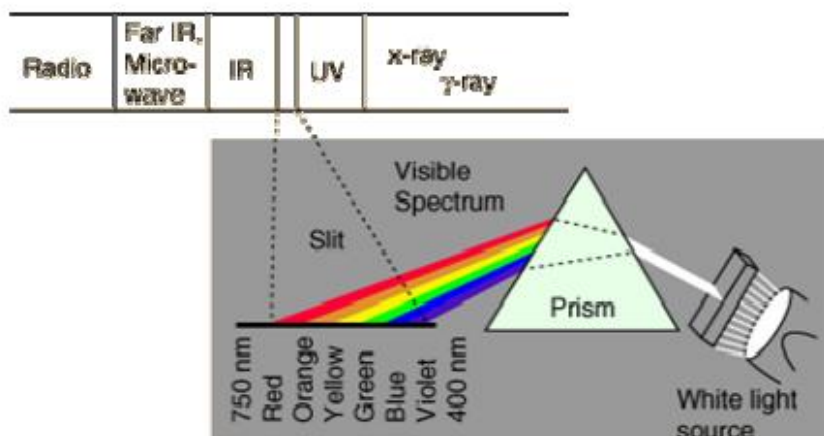
##### **Barva**

Barva je atribut vizuálního vnímání. Skládá se z kombinace chromatické a achromatické části. Všechny barvy můžeme rozdělit na chromatické. Vnímaná barva, která má nějaký odstín (zelená, modrá, fialová, žlutá, oranžová, hnědá, růžová) a achromatická, která nemá odstín (bílá, šedá, černá). Barva může být blíže určena jasnem, sytostí, svítivostí, tmavostí, nebo kombinací všech těchto pojmů. Pokud světlo přichází přímo ze světelného zdroje, podléhá tak aditivnímu míšení, odrazu nebo přenosu skrz materiál. Barevné podněty vytváří jas, rovnováha a energie světla. [23]

Oko vnímá a porovnává především i relativní rozdíly a dochází tak k oddělení jasů od barevného vnímání. Třem čípkům na sítnici odpovídají tři křivky označované R, G, B, které pokrývají viditelné spektrum. V některých místech se překrývají a jsou více citlivé. To znamená, že oko vnímá barvu různé oblasti spektra odlišně. [23]

Barva je fyzika světla, a to je součástí mnoha druhů záření, které dohromady vytváří elektromagnetické spektrum. Viditelná část tohoto spektra se rozkládá od UV oblasti (380 nm) k IR oblasti (720 nm). Je to oblast, kde nastává 99 % vjemů barev lidským okem a odpovídá

vlnové délce blízké maximu slunečního záření. Bílé světlo ze slunce obsahuje kontinuální distribuci vlnových délek, které mohou být odděleny na spektrální barvy médiem. [23]



Obr. č. 34 - Viditelná část elektromagnetického spektra. [23]

Objekty osvětlené monochromatickým světlem představují pouze jednu barvu. Složené chromatické světlo (polychromatické) je charakterizováno spektrálním průběhem přes více vlnových délek a vnímat tuto barvu je komplikovanější. Spektrální průběh je reprezentován křivkou s jedním nebo více vrcholy. U achromatických barev je to přímka. [23]

### Jas, odstín a sytost

Pojďme si je definovat neodmyslitelné vlastnosti, které jsou důležité pro rozlišení barvy lidským okem:

- Odstín (Hue) jsou základní vnímané barvy: červená, žlutá, zelená a modrá, nebo kombinace dvou barev.
- Jas a svítivost (Brightness and Lightness). U jasu plocha emituje více i méně světla. U svítivosti je jas plochy posuzovaný relativně podle jasu plochy podobně osvětlené, která se jeví jako bílá nebo vysoce odrážející. Pouze vázané barvy vykazují svítivost a je vázaná na změny osvětlení a podmínky pozorování.

- Čistota (Chroma) jinak řečeno sytost, je barevná vydatnost hodnocené plochy relativně vztažená k jasů obdobně osvětlené plochy, která se jeví jako bílá nebo vysoce odrážející. [23]

### 1.6.7 Vliv charakteristik vláken na lesk a barevnost

V této kapitole se zaměříme na charakteristiky, které mění vlastnosti lesku vláken, povrchových vlastností vláken, vlivu jemnosti vláken a odrazu světla od povrchu textlie.

Jestliže se fotony, jinak řečeno paprsky viditelného spektra selektivně absorbují, pak se zbylá záření v oku skládají do vjemů doplňkových barev. Má-li být sloučenina barevná, musí absorbovat záření o energii v rozmezí 158 000 až 300 000 J.mol<sup>-1</sup> (energie fotonů). Reálná barviva neabsorbují světlo jen jedné vlnové délky, ale absorbují s různou účinností světlo v intervalu vlnových délek 400 až 760 nm. [27]

#### Čisté a nečisté odstíny

Spektrální absorpční křivka charakterizuje odstín a čistotu. Čím je vrchol křivky strmější, tím je barvivo čistší, brilantnější a absorpční maximum je ve žlutozelené oblasti dopadajícího světla. Nečisté jsou naopak hnědé, šedé, černé, oliv a podobně. Nemají na své absorpční křivce výrazné maximum. U některých barviv ale pozorujeme několik absorpčních maxim. Odstín barev je pak váženou sumou doplňkových barev. [27]

#### Index lomu vlákna

Na absorpční spektrum barviva má vliv také index lomu světla ve vlákne, protože jeho hodnota závisí na vlnové délce světla. Distribuce směru paprsků, a tedy i jejich pohlcování ve vlákne závisí na indexu lomu vlákna, a tedy i na vlnové délce dopadajícího světla, kde dochází ke změně spektra vůči například chlorbenzenu. Index lomu zpravidla klesá s rostoucí vlnovou délkou. Světelné paprsky procházejí polymerem vláken, tvarem průřezu vláken a textilní strukturou. Jemnější vlákna se jeví světlejší. Povrchově členitější vlákna se budou jevit světlejší. Otevřenější a členitější makrostruktura s většími a zejména hlubšími dutinami mezi nitěmi a v nitích mezi vlákny, poskytuje více příležitostí pro komplikovanější dráhu světelných paprsků při jejich odrazu. Častěji se uplatňuje absorpce světla uvnitř vláken. Povrch textilií s volnějšími vazbami se při stejném množství barviva a při stejné úpravě jeví tmavší. Naopak hladké – uzavřené povrchy se jeví světlejší. Rozvláknění povrchu má za následek prohloubení odstínu. Záleží na směru dopadajícího světla a úhlu pozorování. [27]



## Lesk vlákna

Lesk vláken souvisí s množstvím odraženého světla. Světlo se od povrchu vlákna odráží zrcadlově či difúzně. Pokud je povrch hrubší, o to více odráží světlo difúzně. Ten snižuje lesk a zesvětluje. Vlákna, která jsou komplikovaného tvaru a s větší jemností se jeví světlejší a matnější. Jsou zde dva vlivy, který ovlivňují vlastnost vlákna, a to je molekulární a morfologická struktura. Morfologická je tedy důležitá, jelikož vytváří optické a geometrické vlastnosti (délka, tvar, průřez, povrchové vlastnosti). [27]

## Povrchové vlastnosti vláken

Povrch vlákna je velice důležitý pro vlastnosti vláken. Podle toho, zda je vlákno přírodní nebo syntetické se odlišuje podle své struktury vzniklé díky svému růstu či u syntetických je povrch vlákna ovlivněn technologickými podmínkami v podobě přípravy vlákna. Povrchová vlastnost vlákna je důležitá pro užité a optické vlastnosti a může být ovlivněna průměrem a tvarem příčného řezu. Povrchem vlákna se dají ovlivnit i tyto vlastnosti, jako koloristické vlastnosti vlákna a lesk či mat. [27]

Jemnější vlákna by měla více odrážet paprsek, jelikož se k molekulám barviva dostává menšího množství světla a větší část by se tak měla odrážet nebarevnou reflexí. Zřejmě také je, že se povrchově členitější vlákna budou jevit více světlejší než ta přesně kruhová. Navíc tvar příčného řezu ovlivňuje lesk. [27]

## Odraz barvy od textilie

Pomalejší vlnění s delší vlnovou délkou je vnímáno jako červené, ale rychlejší kmitání jako modré až fialové. Výška vlny, tedy amplituda ukazuje velikost intenzity světla, jinak řečeno jejího jasu. Barevnost je možné vyvolat pomocí konjugovaných dvojných vazeb, ve kterých probíhají přesuny elektronů v molekulách a jsou schopny výběrově absorbovat světlo infračerveného a ultrafialového spektra. Díky tomu látky světlo ve viditelné části spektra neabsorbují a nevypadají barevně. Barva je viditelná díky nenasyceným skupinám, jelikož se molekuly posouvají a absorpce se přesouvá do viditelné části spektra. [27]

Barva vlákna je dána díky propuštěním či odražením určitého podílu světla z celkového bílého spektra, jinak řečeno rozkladem bílého denního světla. Spektra barev jsou dána díky různým vlnovým délkám světelných paprsků či různé energii fotonů. Některé látky jsou ale schopny dokonce přeměňovat dopadající světlo na paprsky jiných nebo větších

vlnových délek. Molekula buď pohlcuje energii z viditelné i neviditelné části spektra a celá molekula se rotačně pohybuje a spotřebovává energii pomocí kmitavého pohybu díky převedení elektronů ze základního do stavu s větší energií. Pokud elektrony vnitřních elektronových vrstev potřebují ke změně stavu velké množství energie, neabsorbují světlo, a naopak světlo odráží. Jelikož hedvábí patří mezi přírodní rostlinná vlákna, jsou to vlákna obsahující přírodní makromolekulární látky – polymery, jsou na bázi celulózy (polysacharidů) živočišného a rostlinného původu i látek minerálních. Geometrické vlastnosti jako ohebnost, délka, jemnost a tvar příčného řezu ovlivňují barvení. [27]

#### 1.6.8 Numerický popis barev

Tři základní faktory se podílejí na barevném vjemu a jsou standardizovány pro objektivní měření barevnosti. A to v několika doporučeních. Změnou jednoho z těchto faktorů se změní i celkový barevný vjem:

- zdroj světla
- pozorovaný předmět (objekt)
- pozorovatel [23]

V roce 1931 Mezinárodní komise pro osvětlování - Commission International De l'Eclairage (CIE) stanovila na základě mnoha experimentů model průměru barevných porovnávacích charakteristik lidí s normálním viděním (stanoveno z R, G, B dat odpovídajících citlivosti sítnice pozorovatele). Data R, G, B, CIE dále transformovala do soustavy trichromatických složek X, Y, Z a barevného prostoru XYZ. [23]

Teplota chromatičnosti TC je definována vzhledem k Planckovu zářiči, to znamená k absolutně černému tělesu (to při 0 K pohlcuje veškeré dopadající světlo). Teplota chromatičnosti světelného zdroje potom odpovídá teplotě absolutně černého tělesa, při které má zdroj záření shodný průběh záření jako Planckův zářič. Ekvivalentní teplota chromatičnosti TCE je používána u zdrojů, jejichž spektrální průběh záření se příliš neodchyluje od Planckova zářiče a má plynulý průběh. [23]

Zde je několik typ osvětlení, které se široce používají v textilně-koloristické praxi:

- A představuje halogenové světlo - odpovídá žárovkovému osvětlení s teplotou chromatičnosti TCE = 2856 K.

- D65 je světlo xenonové výbojky s odstraněným nadbytkem UV záření - odpovídající dennímu světlu a to typ D50 (TCE = 5004 K) a D65 (TCE = 6504 K), které se používají jako standardní osvětlení v předtiskové přípravě.
- TL84 představuje bílou zářivku Philips (M&S obchodní domy) [23]

### **Pozorovaný předmět**

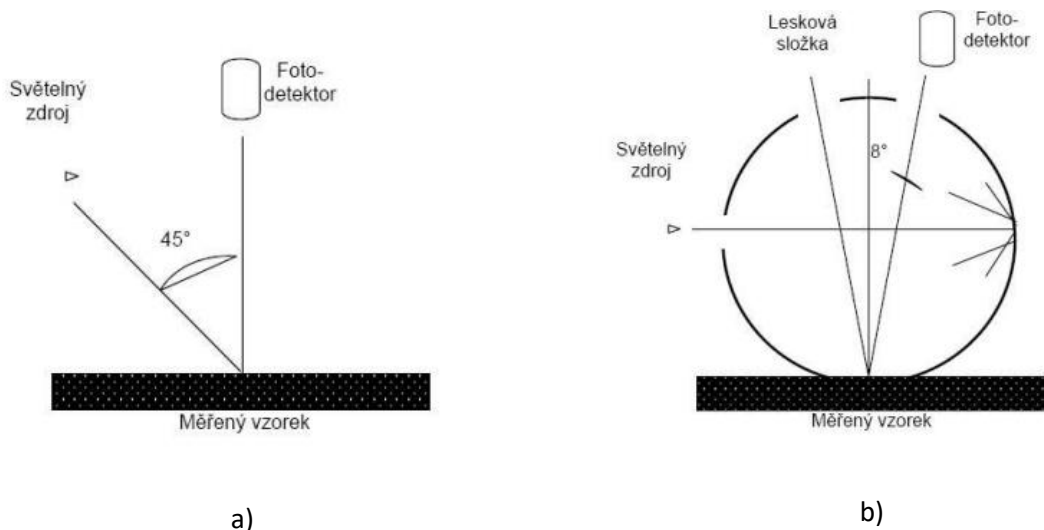
U textilních barviv se hodnotí efekty reflektance, jinak řečeno odrazivosti barvy na základě teorie substraktivního míšení barev, jinak řečeno sčítání absorpčních spekter barviv. Barevný předmět určité barvy spektra světlo pohltí, jinak řečeno absorbuje (spektrální záznam prezentuje absorpční křivka) a jiné odrazí, jinak řečeno reflektuje. Spektrální záznam prezentuje remisní křivka, popřípadě propustí, jinak řečeno transmituje. Oko vnímá toto odražené nebo propuštěné světlo. Důležitou vlastností lidského oka je, že při pozorování vyhodnocuje také směr dopadajících paprsků. [23]

Celkový barevný vjem je tedy závislý nejen na neměnných fyzikálních parametrech objektu, na druhu světla a pozorovateli, ale i na směru, ze kterého světlo na pozorovaný objekt dopadá. Také na směru, ze kterého člověk předmět pozoruje. [23]

V praxi se pro měření barevnosti používá dvou geometrických uspořádání přístroj:

### **Mířená a kulová geometrie**

Při mířené geometrii se osvětluje zkoumaný vzorek pod úhlem  $45^\circ$  a pozoruje pod úhlem  $0^\circ$ . Geometrie se označuje jako 45/0. Druhý způsob 0/45 je také možný. Tento typ geometrie je vhodný především pro matné povrchy. Kulová geometrie (označuje se d/8 nebo 8/d) má větší univerzálnost měření. Tato geometrie umí do celkového barevného vjemu započítat i leskovou složku povrchu. Pro textilní praxi se nejvíce uplatnilo uspořádání d/8. [23]



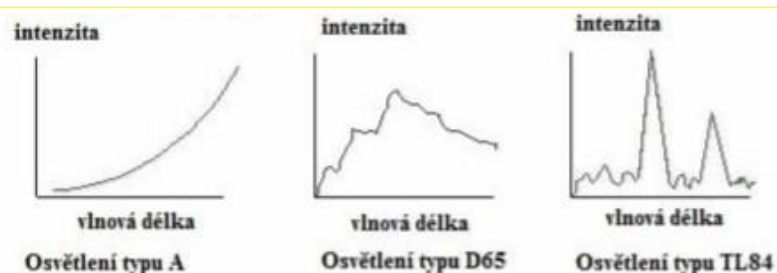
Obr. č. 35 - a) Mířené uspořádání ( $45^\circ/0^\circ$ ) geometrie přístrojů a za b) kulové uspořádání ( $d/8^\circ$ ) geometrie přístrojů. [23]

Přístrojům, které přesně popisují barvu, se říká spektrofotometry. Tyto přístroje měří celou remisní křivku vzorku. Kolorimetr měří pouze RGB složku barvy u vzorku a je nevhodný pro receptování barevných odstínů. [23]

### Standardní pozorovatel

- $2^\circ$  CIE 1931 standardní pozorovatel
- $10^\circ$  CIE 1964 standardní pozorovatel

Standardní pozorovatel  $2^\circ$  CIE 1931 odpovídá pozorování, kdy se zapojují do vidění pouze čípky, to znamená foveální vidění, tedy čistě barevné vidění. To je dáno právě prostorovým úhlem pozorování cca  $2^\circ$ . V roce 1964 definovala CIE tzv.  $10^\circ$  doplňkového standardního pozorovatele, kde je do vidění zapojena i část tyčinek. Oba standardní pozorovatele se vyjadřují matematickými funkcemi, tzv. trichromatickými činiteli  $x(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ ,  $z(\lambda)$ , které byly experimentálně zjištěny skládáním tří monochromatických světél: modrého, zeleného a červeného (použita byla světla o vlnové délce 700, 546,1 a 435,8 nm) tak, aby byla vytvořena světla odpovídající svou barvou monochromatickým světlem ostatních vlnových délek. Pro praxi se používá výhradně vyjádření barvy při  $10^\circ$  pozorovateli, protože lépe vystihuje skutečnost lidského oka. [23]



Obr. č. 36 - Standardní zdroje osvětlení za typů osvětlení A, D65 a TL84. [23]

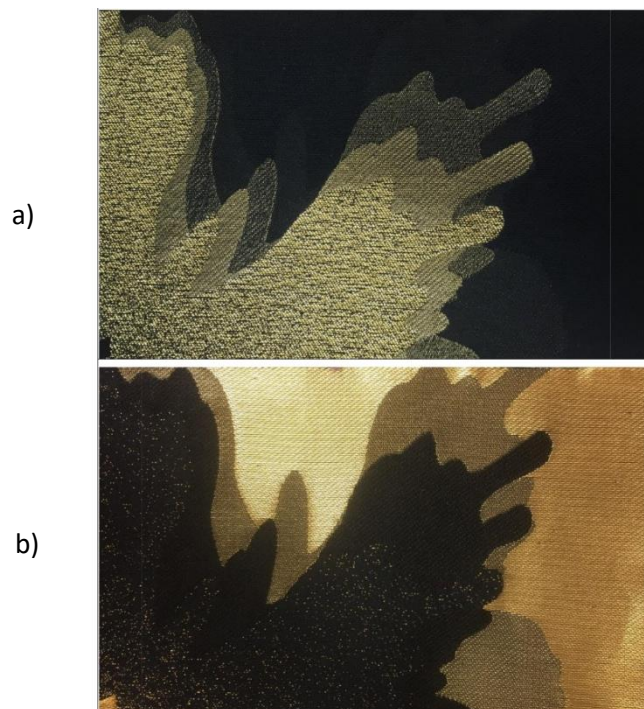
## 2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Experimentální část se zabývá analýzou barevnosti tří vybraných oblastí tkaniny, označených jako vazebné efekty A, B, C, které obsahuje daný textilní vzorek Nishijin japonské textilie. Tento textilní vzorek obsahuje čtyři druhy nití, které ovlivňují strukturu. Cílem je analyzovat vazebné efekty a zaměřit se na souvislosti struktury s pozorovanými optickými efekty. Aby bylo možné analyzovat optické efekty, je potřeba takovou metodu vytvořit.

V praxi se pro měření barevnosti používají spektrofotometry, které měří celou remisní křivku vzorku. Kolorimetr měří pouze RGB složku barvy u vzorku a je nevhodný pro receptování barevných odstínů. Tyto měřicí přístroje jsou ale pro měření Nishijin textilního vzorku nevhodné, jelikož se tyto tkaniny pyšní velice specifickou vlastností, a to je změnou barevnosti a lesku pod určitými úhly z vertikálního i příčného směru pozorovatele. Pro tento experiment bylo důležité navrhnout modul, který bude snímat barevnost ze všech stran, tedy 3D optickou analýzu. Nejdříve si ale představíme textilní vzorek a tři vybrané oblasti, které budou zkoumány.

### 2.1 Rozbor textilního vzorku

Textilní vzorek byl darován z nejmenované japonské firmy, která se specializuje na tkaní velice moderních a žádaných interiérových japonských tkanin. S touto firmou jsem byla v kontaktu při mé studijní stáži v Japonsku. Tento textilní vzorek, který obsahuje velice zajímavé vazební efekty, je víceméně gró všech Nishijin tkanin. U tohoto typu žakárské tkaniny se tkanina vyrábí pomocí elektronického tkacího stroje i Tsuzure tkalcovského stavu, kde tkalci řemeslně umísťují design pod osnovu.







Obr. č. 37 – Snímek analyzovaného Nishijin textilního vzorku a) lícni strana vzorku b) rubní strana vzorku.

Vzorek se skládá z vícenásobné žakárové tkaniny s využitím barevného a vazebního efektu. V celé ploše tkaniny tedy leží dvě útkové a dvě osnovní soustavy nad sebou s přidanou spojovací soustavou nití v osnově. Konstrukce této tkaniny vyžaduje, aby tkanina vyjadřovala stínování, živý kontrast a hloubku – jinak řečeno strukturální údolí.

To znamená, že při výrobě látky je vyžadován velmi vysoký standard. Je absolutně nemožné dosáhnout inovativní látky s luxusním vzhledem požadované konstrukce bez využití kvalitních vstupních materiálů. Vstupní materiál v osnovní a útkové soustavě je vypsán v přiložené tabulce:

Tab. č. 1 - Parametry vstupního materiálu do vazných efektů A, B, C. Snímky získány z konfokální světelné mikroskopie s měřítkem 0,50 mm.

vstupní materiál	osnova/ útek	Jemnost příze [Tex]	reálný snímek
a) dvojmo skaný hedvábný multifil	hlavní osnova	T= 2 x 13 tex	
b) syntetický monofil	spojovací osnovní soustava	T=2 tex	
c) hedvábný multifil	vazný útek	T=35 tex	
d) lesklá metalická nit	vzorový útek	T=21 tex	

Nishijin tkaninu si více specifikujeme podle rozdělení tkanin:


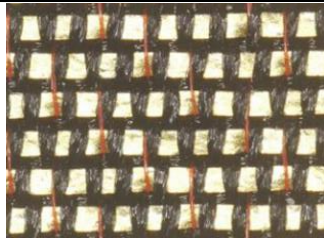

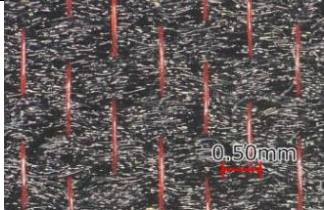


- Způsob zpracování – hedvábnické tkaniny jsou vyrobeny z přírodního nebo syntetického hedvábí, popřípadě s použitím přízí tak, že tkanina má charakter hedvábný.
- Vazební vzorování – žakárové s velkým figurálním vzorováním získaným žakárovým strojem, dále patří do vazební techniky vícenásobných tkanin.
- Barevné vzorování – pestře tkaná tkanina s různou barvou osnovy a útku.
- Účel – tkanina pro osobní potřebu, tedy do pro dekorační účely.
- Hmotnost – tato tkanina spadá pod středně těžkou, plošná hmotnost tkaniny činí 267 [g/m<sup>2</sup>].
- Obchodní názvy – Nishijin.

Jelikož tento vzorek nebyl vyráběn v prostorách fakulty Technické univerzity v Liberci, ale byl již dostán ve finální podobě bez informací ohledně konstrukce tkaniny, charakteristika se dá zjistit přibližně z vazných efektů tkaniny pod konfokálním mikroskopem a vyparáním nití. Vazební efekty si více popíšeme v podkapitole konstrukce tkaniny.

Tab. č. 2 - Vazební efekty A, B, C s konstrukčními parametry.

vazební efekt	vazební technika	materiály útku	vazba	$D_o$ [ $\text{cm}^{-1}$ ]	$D_u$ [ $\text{cm}^{-1}$ ]	barevné snování	barevné házení
A	vícenásobné	hedvábí	plátno	72	22	4:1	1:1
		metalická nit			22		
B		hedvábí	kepr	72	22		
		metalická nit			22		
C		hedvábí	plátno	72	22		
		metalická nit			22		

Tab. č. 3 - Lící a rubní strana vazebního efektu A, B, C, snímky vytvořeny konfokálním mikroskopem s měřítkem 0,50 mm.

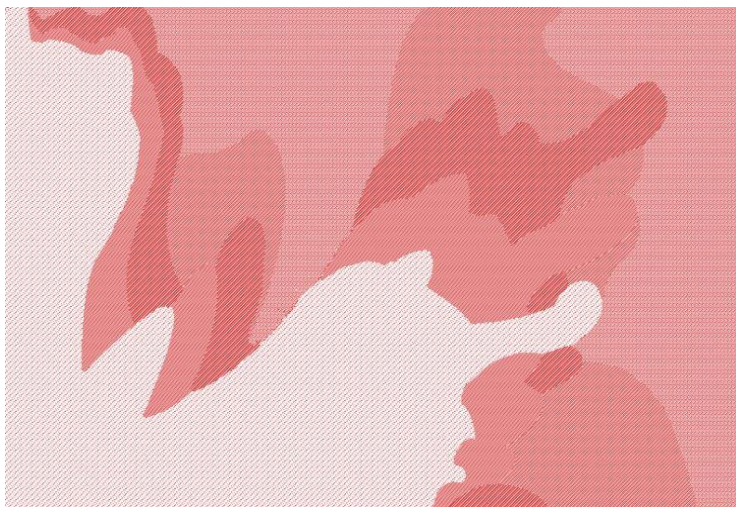
vazební efekt	lící strana	rubní strana
A		
B		
C		

### 2.1.1 Simulace tkaniny

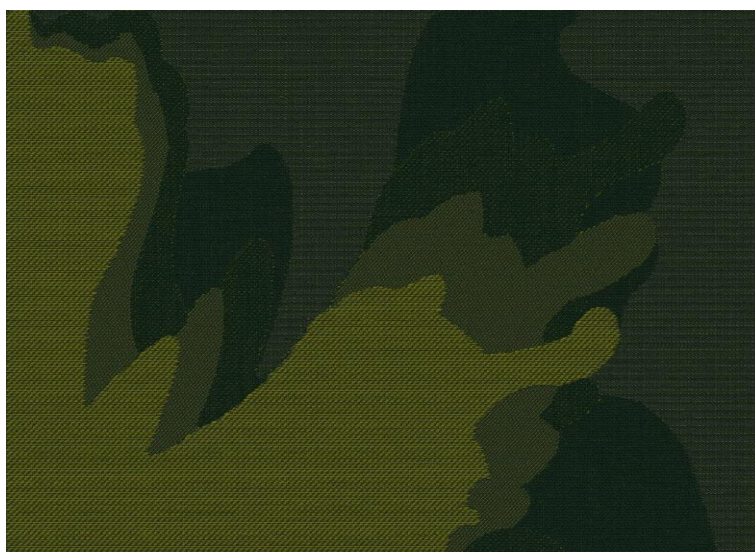
V Design Scope Victor programu od společnosti EAT bylo možné nasimulovat přibližnou strukturu tkaniny pomocí vazebních a barevných efektů. Jelikož je textilní vzorek velice jemný a vazební struktura složitá, bylo možné si díky simulaci potvrdit, že tkanina spadá



mezi vícenásobné soustavy tkanin. Simulace žakárské tkaniny byla vytvořena pomocí stínování.



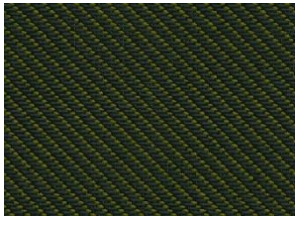


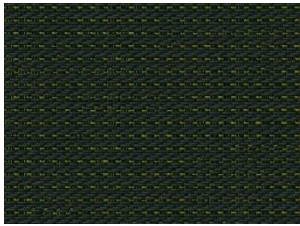
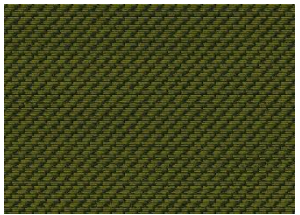
*Obr. č. 38 - Technické barvy pro simulaci textilního vzorku v programu Design Scope Victor.*



*Obr. č. 39 - Simulace textilního vzorku v programu Design Scope Victor.*

Tab. č. 4 - Simulace přibližných vazebních efektů a jejich popis struktury.

vazební efekt	vrchní vazba	spodní vazba	poznámka	simulace vrchní vazby tkaniny
1 (A)	P 1/1  II černý vazební útek  II černá hlavní osnova	II černá hlavní osnova  II zlatý vzorový útek	zlatý vzorový útek ve spodní tkanině červená spojovací osnova spojuje A 5/1	
2 (B)	K 2/1  II zlatý vzorový útek  II černá hlavní osnova	II červená spojovací osnova  II černý vazební útek	zlatý vzorový útek ve vrchní tkanině červená spojovací osnova spojuje A 5/1	
3 (C)	P 1/1  II zlatý vzorový útek  II černá hlavní osnova	II červená spojovací osnova  II černý vazební útek	zlatý vzorový útek ve vrchní tkanině červená spojovací osnova spojuje A 5/1	

4	zlatý vzorový útek na rubu	-	-	
5	zlatý vzorový útek na líci	-	-	

Snování 4A 1B (4:1)

- A= černá 2x13 tex multifil
- B = červená 2 tex

Házení: 1R 1S (1:1)

- R= černá 35 tex multifil
- S= zlatá 21 tex lesklý písek

## 2.2 Metody analýzy

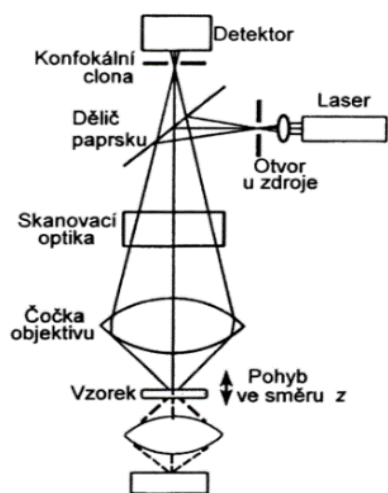
Jelikož bylo potřeba analyzovat detailněji strukturu vazebních efektů A, B, C, byly využity některé způsoby mikroskopie, které si v další podkapitole popíšeme. Pro porovnání analyzované struktury vazebních efektů se změnou barevnosti, byl experimentálně vyroben laboratorní úhlový měřič, který společně s kombinací koloristické skříně a snímání daných úhlů pozorování pomocí fotoaparátu při konstantních laboratorních podmínkách, zajistil data k vyhodnocení barevnosti optických efektů.

### 2.2.1 Konfokální světelná mikroskopie

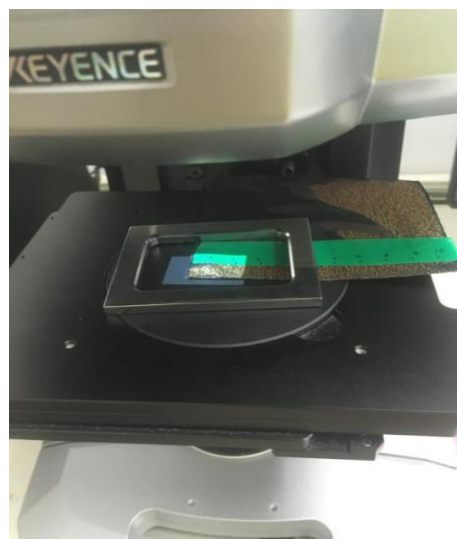
Tato zobrazovací technika spojuje rastrovací a klasické zobrazení. Tímto je dosaženo lepšího rozlišení a hloubka ostrosti výsledného obrazu bude, na rozdíl od obyčejného

optického mikroskopu, výrazně vyšší. Jako u klasického mikroskopu se optická část skládá ze dvou spojných soustav. Obraz je vytvořen pomocí zachycení světla z vybraného bodu ve vzorku a vzorek je osvětlován monochromatickým zářením. Světlo se odráží ze vzorku a putuje do detektoru. Clona nacházející se před detektorem propouští pouze ty paprsky, které pochází ze zaostřené roviny vzorku. Rozostřené světlo z okolí clonou nepronikne. Vzorek se pak posouvá v rovině kolmé ke směru světla a skenuje se po rovinách, které jsou pomocí počítače složeny a vzniká tak 3D zobrazení vzorku. [24]

Konfokální mikroskopie vytváří obrazy s vysokým rozlišením. Kromě obrazu ale nabízí i veškeré informace o topografii v soustavě souřadnic a také 3D obraz. Tento mikroskop pracuje s monochromatickým světlem o vlnové délce  $\lambda = 405 \text{ nm}$ . Výsledný obraz však není fialový, jak by se dalo předpokládat, ale černobílý, protože mikroskop nepracuje s vlnovou délkou, ale s intenzitou odraženého světla. [24]



a)



b)

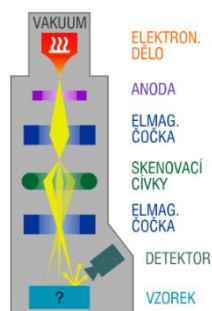
Obr. č. 40 – a) Schéma konfokálního skenovacího mikroskopu. [24] b) Fotografie konfokálního skenovacího mikroskopu od značky Keyence, využitého v Japonsku pro rozbor textilního vzorku.

**Postup:** Tento 3D mikroskop se používá ke zvětšení textilních vzorků a nití, a to v rozmezí 40x až 120x. Díky této mikroskopii byly zvětšena struktura vazebních efektů použitých v textilním vzorku, aby je bylo možné lépe identifikovat. Měření kontaktní metodou proběhlo v laboratoři KES na Kyoto institute of Technology.

- 40x zvětšení k lepší detekci zjištění vazných prvků použitých v textilním vzorku
- přiřazeno měřítko 0,50 mm

## 2.2.2 Skenovací elektronový mikroskop (SEM)

Skenovací (řádkovací) elektronový mikroskop (SEM) je optický přístroj jako klasický mikroskop. Na rozdíl od běžného světelného mikroskopu ale využívá jako zdroj záření elektrony namísto fotonů a elektromagnetických čoček namísto čoček skleněných. Celý vnitřní prostor mikroskopu, jak vzorek, tak elektronový svazek jsou ve vakuu, aby nedocházelo k interakci elektronů s vnější atmosférou. Velikost vzorku není přesně specifikována, hlavním limitujícím faktorem je velikost vakuové komory samotného přístroje, do které se vzorek vkládá. Vzorek pozorovaný v SEM musí být vodivý, tudíž pro pozorování nevodivých materiálů je třeba vzorek předem opatřit vrstvou kovového prášku (naprášit). Pro SEM jsou typické informace, které se z malého objemu pod povrchem a povrchu odrazí zpět. Sekundární elektrony (SE - secondary electrons) jsou elektrony generované přímo z místa dopadu primárního svazku do hloubky maximálně několika desítek nanometrů. Jsou nositeli informace o topografii, čili tvaru povrchu vzorku. Ty jsou detekovány pod určitým úhlem vůči povrchu vzorku a tak vznikají na obraze světlejší a tmavší místa, která vytvářejí trojrozměrný efekt. [25]

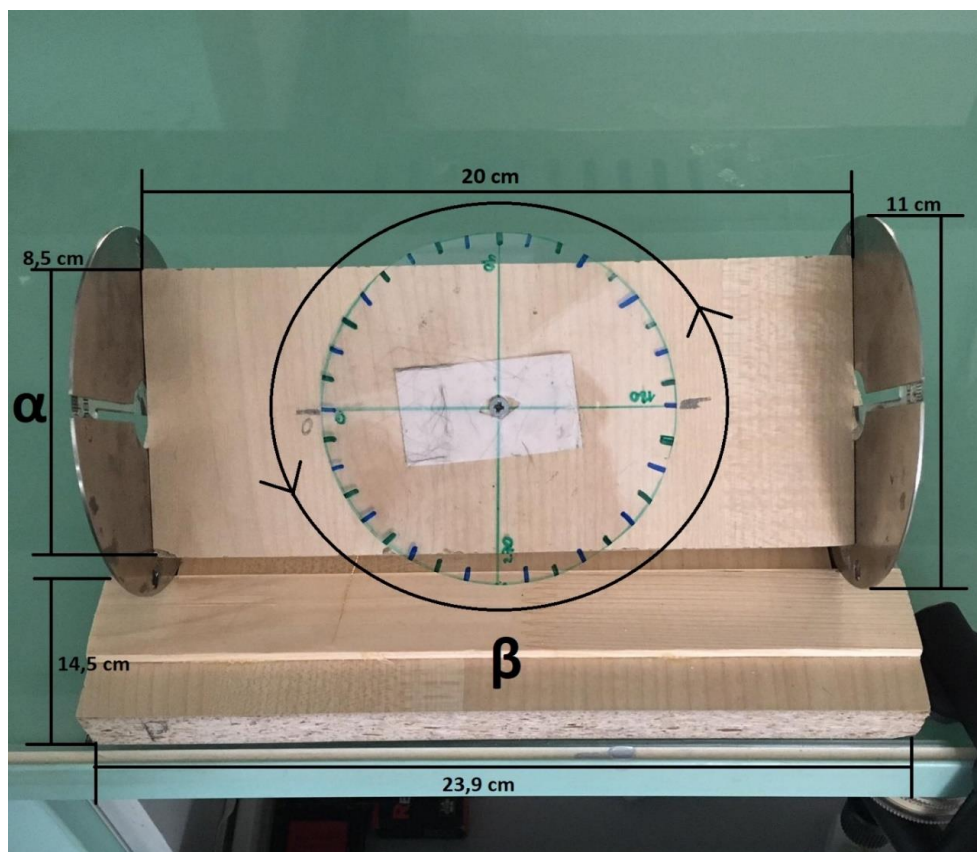


Obr. č. 41 - Schéma SEM mikroskopu. [25]

**Postup:** Výsledný jas jednotlivých vláken ve 2D zobrazení závisí na hloubce (zetová souřadnice), nezávisí na tom, kolik světla se od jednotlivých vláken odrazí, tedy nezávisí na intenzitě. U 3D obrazu závisí jas na intenzitě světla, která je u odražených paprsků v nižší vrstvě menší než u vláken blíže detektoru. Díky těmto snímkům je možné lépe porozumět vlastnostmi hedvábných nití a metalických zlatých plátků a jejich odrazu světla od povrchu. Na snímkách níže je zachycen 3D obraz této oblasti, která vyniká díky jasů.

### 2.2.3 3D úhlový měřič

Pro analýzu 3D efektu barevných změn na daném japonském textilním vzorku bylo nejdříve zapotřebí experimentálně vytvořit 3D úhlový měřič, díky kterému bylo možné natočit v různých úhlech a stupních pozorovatele vazební efekty A, B, C a umožnit tak pozdější snímání barevnosti. Měřič se skládá z podpurné dřevěné plochy, dvou bočnic, na které jsou nalepeny kruhové úhlooměry o průměru 11 cm a ve prostředřed je ručně vyrobený úhloměr. Měřič umožňuje naklání a natočení textilního vzorku ve stejném čase jednoho průběhu měření.



Obr. č. 42 - Rozměry 3D úhlového měřiče pro přípravu 3D optické analýzy barevnosti textilie.

Úhel  $\alpha$  – naklání textilního vzorku od  $90^\circ$  do  $20^\circ$

Vzorek se připevnil doprostřed na kruhovou plochu. Měření vazebních efektů probíhalo pod úhly vždy po 10ti stupních od  $90^\circ$  –  $20^\circ$ . Tyto úhly se měřily tak, že se boční úhlový měřič postupně pokládal po deseti stupních z úhlu  $90^\circ$  až po  $20^\circ$ . Tím pádem, kdyby se teoreticky měřil i  $0^\circ$ , deska by ležela na stole.

- $\alpha 90^\circ$  = deska kolmo k úhlu pozorovatele
- $\alpha 0^\circ$  = deska vodorovně se stolem

Úhel  $\beta$  – otáčení kolem své osy textilního vzorku od  $10^\circ$  do  $360^\circ$

Vzorek se připevnil doprostřed na kruhovou plochu, která znázorňuje úhly od  $10^\circ$  do  $360^\circ$  a připevnil se tak, že začátek měření probíhal přesně od  $10^\circ$ , tedy textilní vzorek byl připevňen ve směru útku a to vertikálně. (Ve směru osnovy horizontálně). Postupně se, díky pohybu kruhové plochy pohyboval textilní vzorek pod určitými úhly směrem doprava, až kdy při  $180^\circ$  byl vzorek připevňen ve směru útku a to horizontálně. (Ve směru osnovy vertikálně).

- $\beta 0^\circ$  = ve směru útku horizontálně
- $\beta 90^\circ$  = ve směru útku vertikálně



Obr. č. 43 – Úhlový měřič vyfocený zepředu i z boku.

#### 2.2.4 Parametry pro vytvoření fotografií pro vyhodnocení RGB složek

- k experimentu byl použit fotoaparát Olympus Tough TG-5, 4K a nastaven režim manuál, v 6,5 cm vzdálenosti vzorku od čočky fotoaparátu
- k experimentu došlo v laboratoři kolorimetrie ZU5 na katedře materiálového inženýrství Technické univerzity v Liberci při osvětlení D65, světla xenonové

výbojky s odstraněným nadbytkem UV záření - odpovídající dennímu světlu a byly zabezpečeny konstantní podmínky

- koloristická skříň Macbeth The Judge II, pomocí které bylo eliminováno venkovní osvětlení byly zabezpečeny konstantní podmínky
- použit textilní vzorek o velikosti 5 x 3,5 cm

**Postup:** Doprostřed prostředního kruhového úhloměru, označeného jako úhel  $\beta$ , byl nalepen textilní vzorek na lepence s vazebními efekty A, B, C, které jsou obsaženy na velikosti 5 x 3,5 cm. Nastavený úhlový měřič se vložil doprostřed koloristické skříně a za konstantních podmínek započalo fotografování pod určitými úhly. Jak úhlový měřič, tak fotoaparát byli podloženi laboratorními stolky tak, aby čočka objektivu přesně směřovala na dané tři vazby, které bylo potřeba zaostřeně vyfotografovat. Ohnisková vzdálenost se měnila při určitých úhlech. Parametry vložení úhlového měřiče v koloristické skříně:

- 6,5 cm vzdálenost mezi čočkou objektivu a textilním vzorkem
- 34 cm vzdálenost textilního vzorku kolmo k zářivkám koloristické skříně
- 8,5 cm výška laboratorního stolku, na kterém byl položen fotoaparát
- 7 cm výška laboratorního stolku, na kterém byl položen úhlový měřič
- 13,5 cm od hrany koloristické skříně a laboratorního vzorku, na kterém byl položen fotoaparát

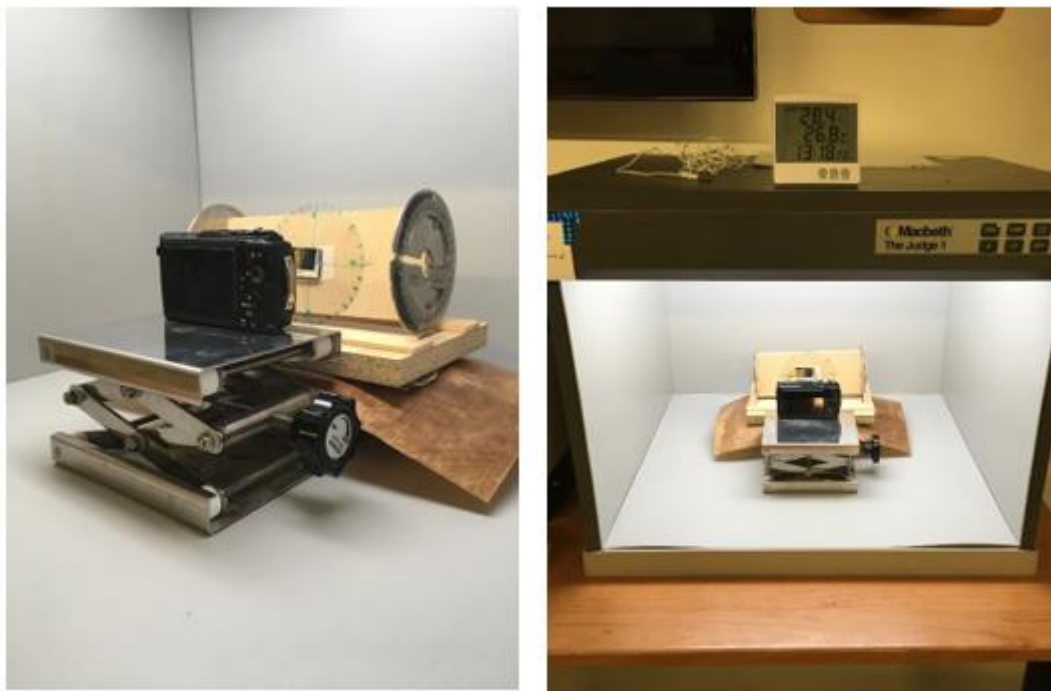
Samotné nastavení úlového měřiče probíhalo následovně: úhlový měřič se nastavil na  $\beta$   $90^\circ$  a  $\alpha$   $10^\circ$ . Vzorek byl tedy kolmo ke stolu, společně ve stejné pozici, jako fotoaparát, tedy kolmo k zornému úhlu pozorovatele. Při tomto úhlu se poté začal otáčet vzorek na měřiči  $\beta$  kolem své osy od  $10^\circ$  do  $360^\circ$  v případě, kdy boční úhel zůstával nastavený na  $90^\circ$ .

Až bylo všech 36 stupňů na měřiči  $\beta$  nasnímáno pomocí fotografií, boční měřič  $\alpha$  se posunul o  $10^\circ$  vodorovněji ke stolu. Tedy na úhel  $80^\circ$ . Měřič  $\alpha$  byl nastaven na  $80^\circ$  a celý proces pomocí měřiče  $\beta$  probíhal znovu vždy po  $10^\circ$ , až do chvíle, kdy měřič  $\alpha$  byl na poloze  $20^\circ$ , kdy se fotografie snímaly už těžce. Takto bylo nafoceno 288 fotografií textilního vzorku pod různými úhly odrazu světla od povrchu textlie.



Tab. č. 5 - Parametry fotoaparátu Olympus Tough TG-5, 4K.

geometrie	geometrie	citlivost ISO	clonové číslo
$\alpha$ 90° - 20°	$\beta$ 10° - 360°	ISO - 100	F/2.2

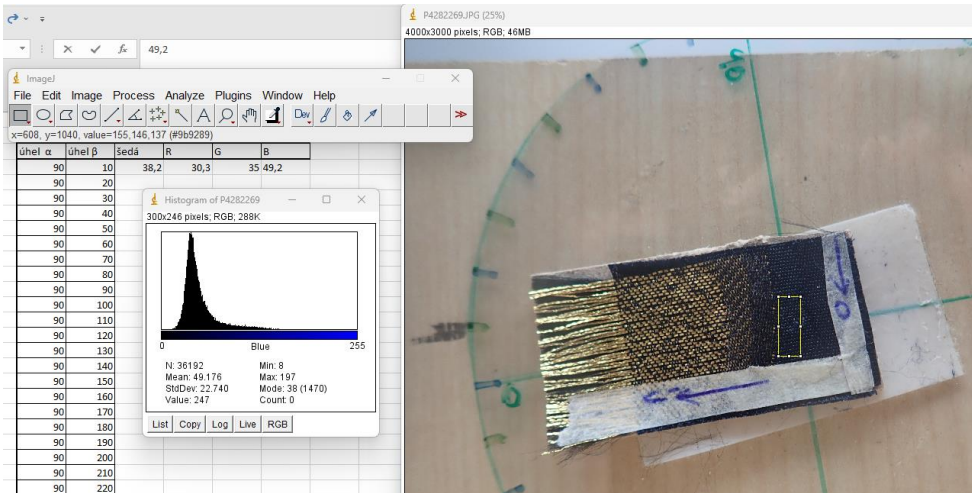


Obr. č. 44 - Vytvoření fotografií pro vyhodnocení RGB hodnot v koloristické skříni při konstantních podmínkách.

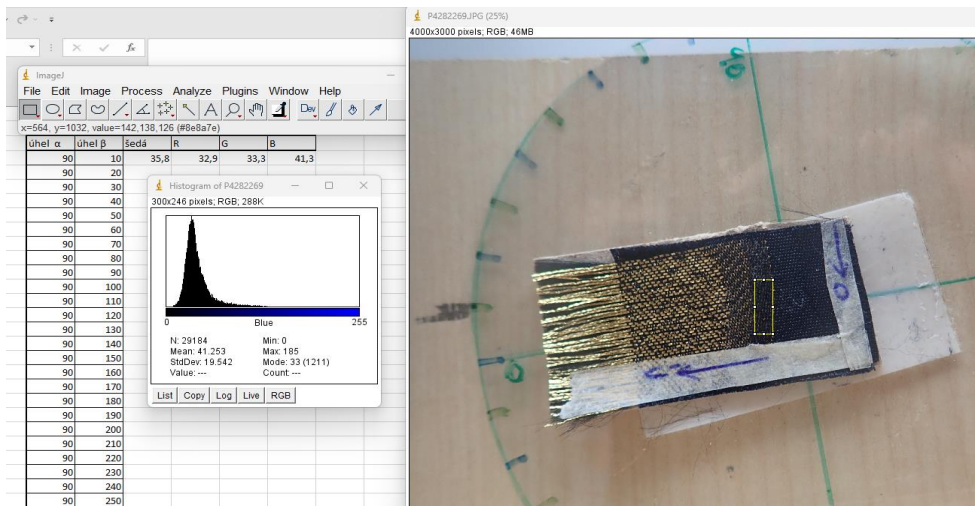
### 2.2.5 Parametry zpracování fotografií pro vyhodnocení RGB složek

Data byla ve formátu JPG. Poté, co bylo vyfoceno 288 fotografií pod danými úhly, se fotografie jedna po jedné převedly do programu ImageJ, kde bylo možné porovnat hodnoty každé fotografie pomocí histogramu a distribucí bodů RGB pomocí RGB histogramu na pixelovém základu.

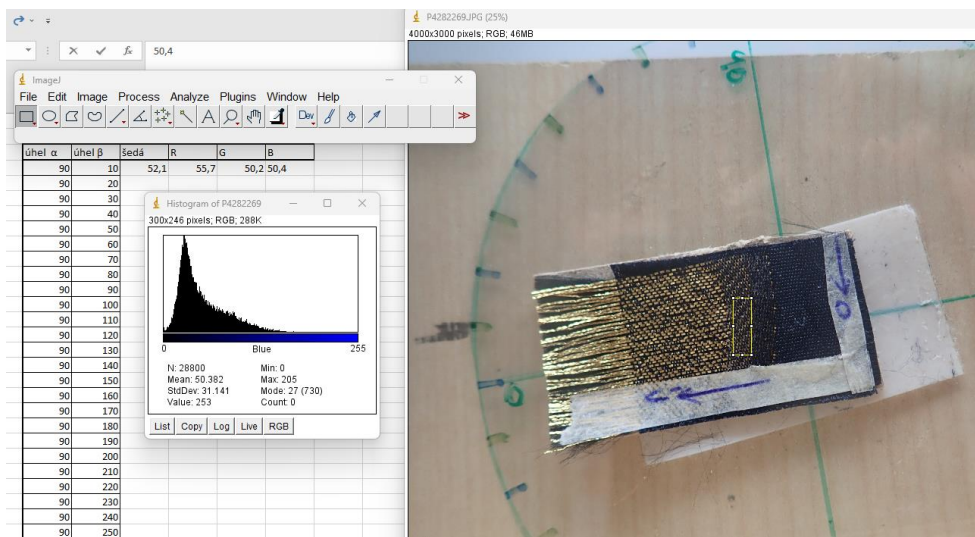
**Postup:** Nahrání dané fotografie (file – open – rectangle – analyze – histogram) a pomocí tlačítka RGB překlikávat na distribuci bodů RGB. Na textilním vzorku byly vybrány tři vazební efekty, které se pomocí vybrání největšího daného okolí označily a porovnály se hodnoty RGB. Pomocí tohoto označení se určily hodnoty mean (středu) RGB.



Obr. č. 45 -  $\alpha$  90° a  $\beta$  10° pro vazební efekt A.



Obr. č. 46 -  $\alpha$  90° a  $\beta$  10° pro vazební efekt B.



Obr. č. 47 -  $\alpha$  90° a  $\beta$  10° pro vazební efekt C.

Všechna data v tabulkách pro příslušné úhly  $\alpha$  a  $\beta$ , analyzovaných fotografií pomocí RGB modelu, jsou přiloženy na konci této diplomové práce. Z těchto dat byly navrženy jednoduché simulace, které ukázaly regresní model, který nám ukazuje, jak se mění barevnost. Výsledky predikce jsou dále diskutovány v kapitole výsledky.

## 2.3 Konstrukce tkaniny

Tuto žakárskou vícenásobnou tkaninu se spojovací soustavou nití tvoří dvě soustavy osnovní a dvě soustavy útkové s další spojovací soustavou nití v osnovní soustavě. Jeden útek je základní a druhý útek vzorový. U vzorového útku je využita zlatá metalická nit plochého tvaru, značená d). Vzorek je rozdělen na tři vazební efekty, které jsou označeny písmeny A, B, C. Tyto efekty mají stejnou vazební techniku, ale liší se vazebním efektem. Vstupní materiály jsou různé jak vzhledem, materiálem, tak jemností.

### 2.3.1 Barevné vzorování

- vzor snovaný – střída barevných nití v osnovní soustavě – černý dvojmo skaný multifil a červený monofil 4:1
- vzor házený – střída barevných nití v útkové soustavě – černý multifil a zlatá metalická nit 1:1

Řídká červená soustava je využita jako spojovací osnovní soustava, avšak je možné, že může jemně měnit barevnost textilie stejně jako např. u šanzánu či vlasové tkaniny samet. Při použití se umísťuje na samostatný osnovní vál a vymezuje se samostatný řád v žakárovém brdění. Při využití spojovací soustavy se snižuje produkce tkacího stroje. Soustava leží mezi dílčími tkaninami a střídavě provazuje ve volných vazbách rub i líc. Při výrobě vícenásobné tkaniny je odtažena tkanina z tkací roviny až po zatknutí všech útků, které leží nad sebou.

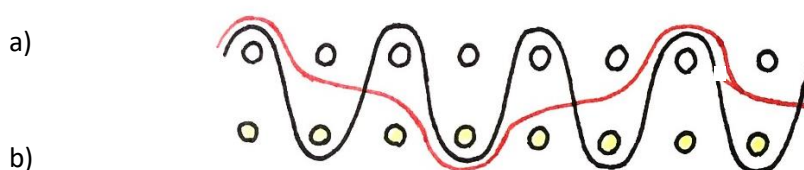
### 2.3.2 Vazební vzorování

V efektu vícenásobných tkanin je tkanina vzorovaná vazním, vzorovým útkem a vazní osnovou. Osnovní nitě jsou jemné, útkové jsou řidší a hrubší. Těchto vazebních technik se užívá při výrobě nábytkových tkanin, dekoračních a šatových tkanin. Vazební vzorování je tvořeno žakárovým tkacím strojem.

### 2.3.3 Vazební technika

Jelikož se vzorový útek nezatkává v celé ploše, při zatkávání se vypíná z činnosti zbožový regulátor. Ve všech vazebních efektech je využito techniky A, B, C japonského tkání, které je popsáno v rešeršní části.

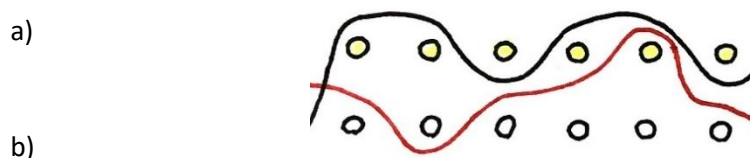
- **Vazební efekt A:** půda v pětivazné atlasové vazbě vazního útku a plátnového vzorového útku na rubu (vazba jemně proniká na líc tkaniny) – liší se od vazebního efektu C provázáním na líci útkového černého multifilu.



Obr. č. 48 - Podélný řez vazebním efektem A a) v horním řádku vazební útek a hlavní osnova b) v dolním řádku vzorový útek označen žlutě, hlavní osnova a červeně označená osnovní spojovací soustava nití.

Jelikož je plátno v oboustranném provázání a zaplňuje tkaninu, vyžaduje nejmenší dostavu a tká se lícem dolů. U hedvábných tkanin se využívá hladký návod a ovládání brda listovým strojem. U kombinace Z zákrutu s multifilem je tkanina hladší, ale nepravidelnosti v tloušťce jsou výraznější. Dalším vlivem na vzhled tkaniny z plátňové vazby je dostava osnovy a útku. U hedvábných taftů je dostava osnovy až dvojnásobná než dostava útku. Osnovní nitě na líci a rubu překrývají útkovou soustavu a na tkanině vzniká příčné a jemné vroubkování rypsového charakteru.

- **Vazební efekt B:** půda v pětivazné atlasové vazbě vazního útku a keprového vzorového útku na rubu 2:1 (vazba proniká na líc tkaniny).

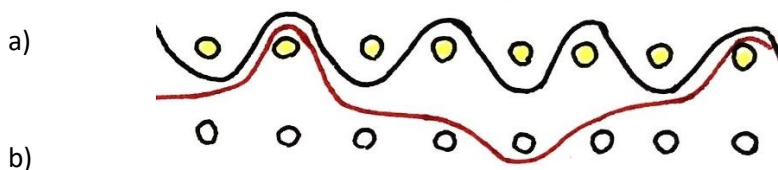


Obr. č. 49 - Podélný řez vazebním efektem B a) v horním řádku vzorový útek označen žlutě a hlavní osnova b) v dolním řádku vazební útek a červeně označená spojovací soustava nití.

Keprová vazba je charakteristická šikmým úhlopříčným řádkováním. Osnovní kepr 2:1 využitý v tomto vazebním efektu vykazuje delší uvolnění nití, což vyžaduje pro zaplnění tkaniny větší dostavu než u plátna. Zesílený kepr má navíc výrazné řádkování. Keprová vazba vzoruje šikmým řádkováním a vazní body se vzájemně dotýkají rohem. Navíc tato tkanina vykazuje větší dostavu osnovy než dostavu útku a řádkování je vizuálně strmější. Osnovní kepry se tkají lícem nahoru a mají převahu osnovních vazných bodů.

- **Vazební efekt C:** půda v pětivazné atlasové vazbě vazního útku a plátnového vzorového útku na líci– liší se od vazebního efektu A provázáním vzorového útku na líci.

Stejně jako u vazebního efektu A je zde využito plátnové vazby, akorát s jinou kombinací vzorového útku na líci. U kombinace Z zákrutu s metalickou nití je tkanina hladší, ale nepravidelnosti v tloušťce jsou výraznější. Dalším vlivem na vzhled tkaniny z plátnové vazby je dostava osnovy a útku.



Obr. č. 50 - Podélný řez vazebním efektem C a) v horním řádku vzorový útek označen žlutě a hlavní osnova b) v dolním řádku vazební útek a červeně označená spojovací soustava nití.



Obr. č. 51 - Přechody mezi vazebními efekty B a C.

## 2.4 Geometrie tkaniny

Rozbor textilního vzorku je rozdělen na dvě podkapitoly a to plošná a prostorová geometrie, které mají vliv na vzhled tkaniny.

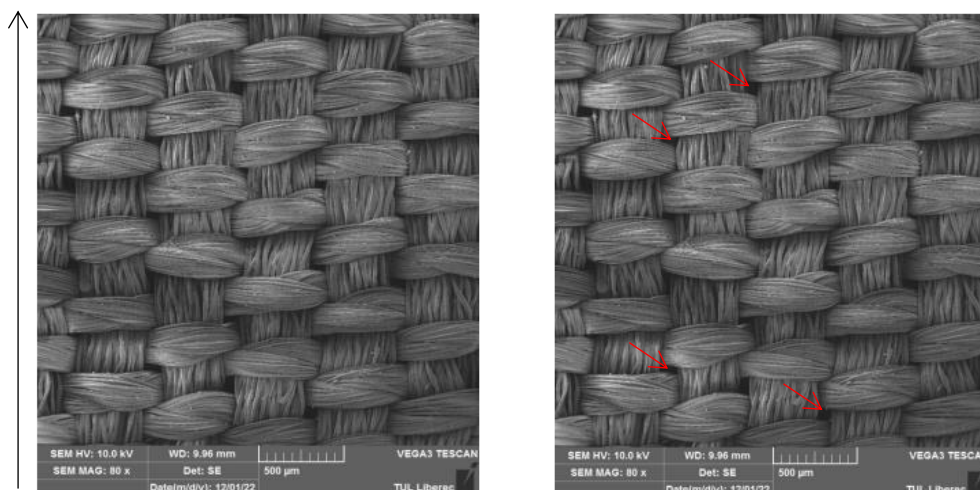
### 2.4.1 Plošná geometrie tkaniny

Pomocí SEM snímků vazebních efektů A, B, C a plošného zakrytí tkaniny byla vypočítaná plocha vazné buňky v A, B, C, která je z části zakrytá osnovní a útkovou nití. Hodnoty celkového plošného zakrytí vazných buněk K [%] jsou vypsány v tabulce.

Tab. č. 6 - Vliv plošného zakrytí vazných buněk na vzorek A, B, C.

vazební efekt	A [mm]	B [mm]	K <sub>o</sub> [%]	K <sub>u</sub> [%]	K [%]
<b>A</b>	0,6	0,25	100	70	<b>100</b>
<b>B</b>	0,6	0,3	80	50	<b>90</b>
<b>C</b>	0,6	0,5	50	50	<b>75</b>

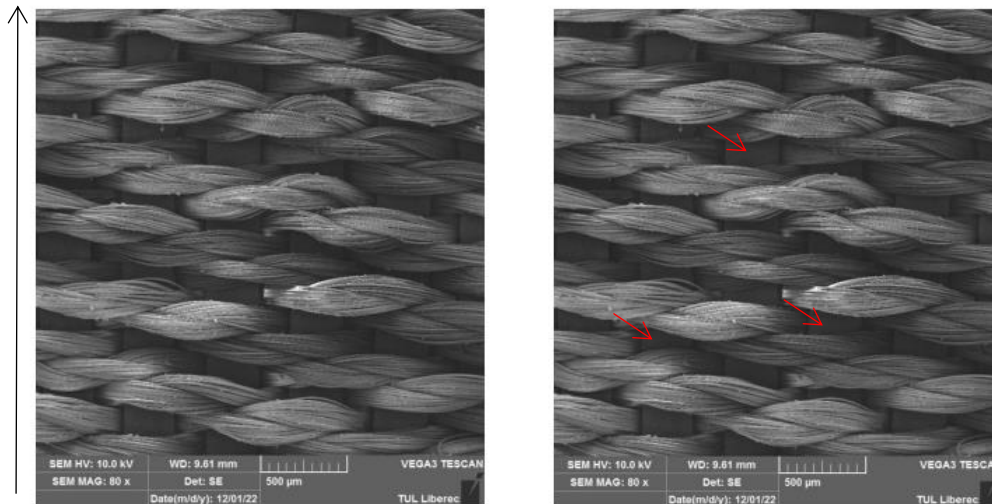
- **Vazební efekt A:** jsou jako vstupní materiály na líci použity a) a c). Díky tomuto složení materiálu je vazná buňka v plátnové vazbě plně zakrytá. Díky materiálu a jeho tvaru a) ale vytváří díky dvojmo skanému multifilu nepatrné otvory ve vazné buňce, do které pod určitými úhly osvětlení vstupuje světelný paprsek do hloubky tkaniny, jinak řečeno do údolí a pod určitým úhlem pozorovatele je možnost zahlédnout vzorový útek, který leží na rubní straně vazebního efektu A. Pokud by byl materiál na lícní straně v provázání dvou multifilů c) a c) se stejnou jemností příze a dostavou, nebylo by možné vzorový útek zahlédnout.



Obr. č. 52 - SEM snímek vazebního efektu A, kde černá šipka ukazuje směr útku a červená šipka vzorový útek na rubu.

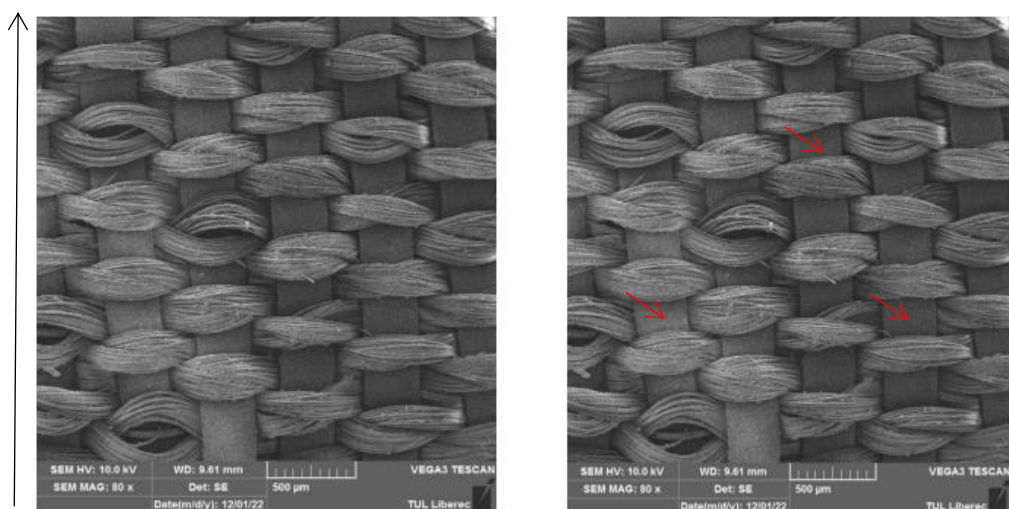
- **Vazební efekt B:** jsou jako vstupní materiály na lícní straně použity a) a d). Díky tomuto složení materiálu je vazná buňka v osnovní keprové vazbě z velké

části zakrytá osnovní soustavou, která v určitých směrech úhlu pozorovatele zakrývá vzorový útek. Jde tedy o schopnost stínit částmi textilní struktury pod určitým úhlem pozorování, jinak řečeno údolími. Materiál c) leží v dolní dostavě s patrným protkáním spojky b) a pomáhá tak vzorovému útku posunout ho více na lící stranu tkaniny díky výplni na rubní straně.



Obr. č. 53 - SEM snímek vazebního efektu B, kde černá šipka ukazuje směr útku a červená šipka vzorový útek v osnovní keprové vazbě.

- **Vazební efekt C:** jsou jako vstupní materiály na lící straně vzorku použity, stejně jako u B materiály a) a d). Díky tomuto složení materiálu je vazná buňka v plátnové vazbě více než z poloviny zakrytá. Vzorový útek je však již viditelný nejvíce ze všech tří vazebních efektů A, B, C. Materiál c) leží na rubní straně vzorku s patrným protkáním spojky b) a pomáhá tak vzorovému útku posunout ho na lící stranu díky výplni na rubní straně vzorku.

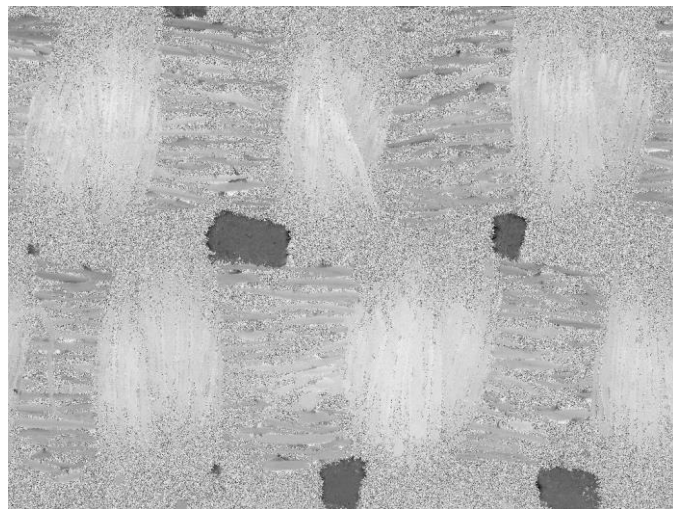


Obr. č. 54 - SEM snímek vazebního efektu C, kde černá šipka ukazuje směr útku a červená šipka viditelný vzorový útek v plátnové vazbě.

## 2.4.2 Prostorová geometrie tkaniny

Díky konfokální mikroskopii bylo možné podívat se blíže na strukturu vazebních efektů A, B, C a jejich vlivu na barevnost. Hedvábí má téměř bezchybně hladký povrch a charakteristický trojúhelníkový průřez. Díky tomu dochází k jemnému neagresivnímu lomu světla, takzvanému měkkému lesku. Kovové nitě, jinak řečeno kovové efekty, slouží k pozměnění vizuálního dojmu vazby tkaniny a určitému speciálnímu efektu v textilií.

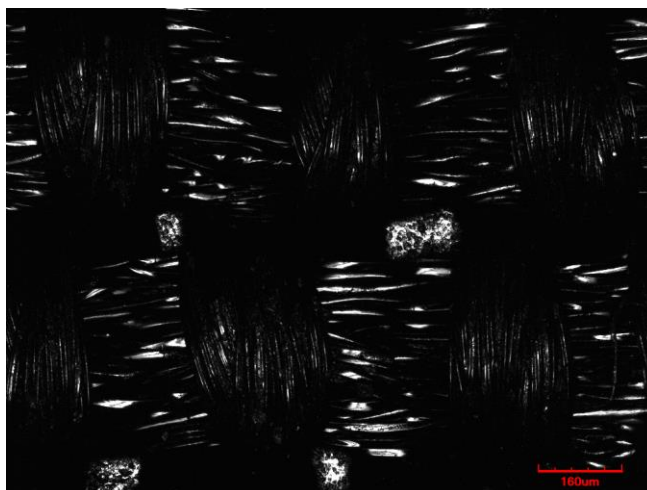
### Vazební efekt A



Obr. č. 55 - Snímek vazního efektu A získán z konfokální mikroskopie.

Na tomto snímku je možné vidět, že světelné paprsky nejdříve dopadají na vazní osnovu, poté vazní útek a nejpozději na vzorový útek. Vazní vlna u vazní osnovy je tedy větší než vazní útek a přesahuje tak do prostoru. Vzniká zde poměrně jemná drsnost ve směru osnovní soustavy. Čím více je použito na líci osnovní soustavy, tím více bude kovová nit skryta. Jelikož je zde zakomponována plátňová vazba, můžeme vydedukovat, že tato vazba má nejmenší drsnost povrchu textílie. Drsnost ve směru útku bude nižší než ve směru osnovy, tudíž pokud budeme textilní vzorek pokládat, bude se jevit matně.





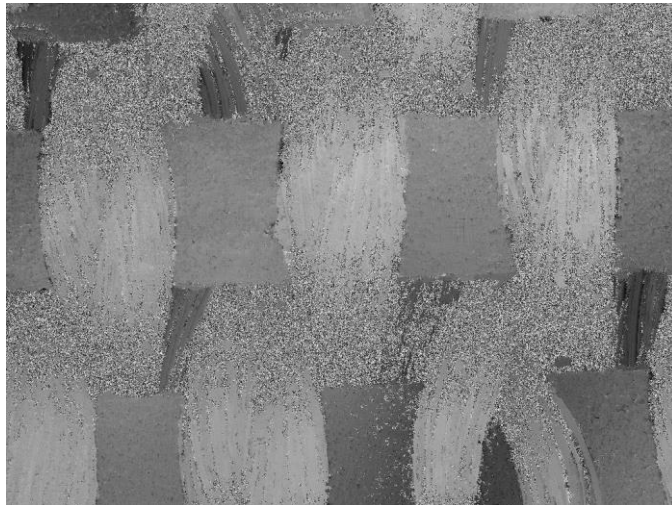
Obr. č. 56 - Snímek odrazu světla od vláken ve vazním efektu A získán konfokální mikroskopií.

Světelný paprsek nejdříve dopadá na vazní osnovu, kde je využit dvojmo skaný multifil a díky zákrutu, jsou hedvábná vlákna stlačena k sobě. Povrch osnovních nití je hrubší a odráží světlo difúzně díky tomu, že vlákna jsou komplikovanějšího tvaru a větší jemnosti. Osnovní nitě a) snižují lesk a jeví se matnější a světlejší.

#### Vazební efekt B

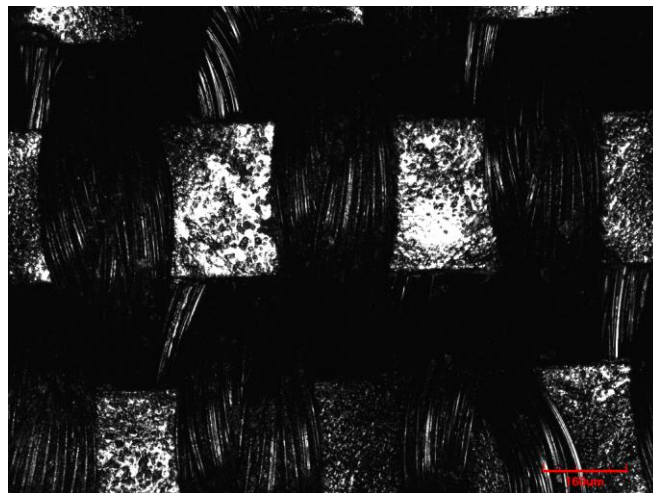
Vzorový útek již není na rubní straně a vstupuje díky podložení na rubní straně vazným útkem na lícni stranu tkaniny, kde začíná vzorovat. Vzorový útek je plochého tvaru a nad ním se díky osnovní keprvé vazbě vyjímá vazná osnova. Osnovní kepr 2:1 využitý v tomto vazebním efektu vykazuje delší uvolnění nití, což vyžaduje pro zaplnění tkaniny větší dostavu než u plátna. Navíc tato tkanina vykazuje větší dostavu osnovy než dostavu útku a řádkování je vizuálně strmější. Světelný paprsek tedy logicky dopadá na vazní osnovu dřív, než na vzorový útek.

## Vazební efekt C



Obr. č. 57 - Snímek vazního efektu C získán z konfokální mikroskopie.

Na tomto snímku je možné vidět, že světelné paprsky nejdříve dopadají na vazní osnovu, poté na vzorový útek, který zakrývá vazní útek na rubní straně. Tento snímek potvrzuje, že vazná osnovu není díky tvaru osnovních nití a kovové niti ve stejné výšce provázání, i když jde o hladkou plátňovou vazbu 1:1. Drsnost povrchu bude ale u tohoto vazního efektu nejmenší v porovnání s A a B.



Obr. č. 58 - Snímek odrazu světla od vláken ve vazním efektu C získán konfokální mikroskopii.

Světelný paprsek nejdříve dopadá na vazní osnovu, kde je využit dvojmo skaný multifil a díky zákrutu, jsou hedvábná vlákna stlačena k sobě. Povrch osnovních nití je hrubší a odráží světlo difúzně díky tomu, že vlákna jsou komplikovanějšího tvaru a větší jemnosti. Osnovní

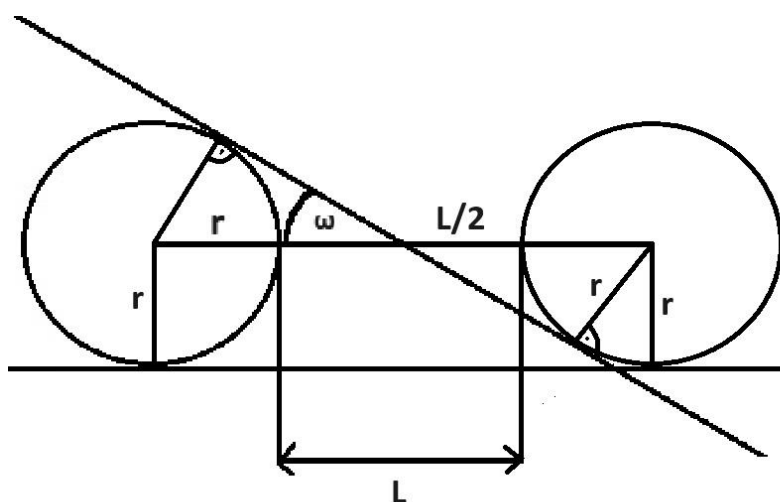
nitě a) snižují lesk a jeví se matnější a světlejší. Na snímku je možné také zahlédnout povrchovou strukturu vzorového útku.

### 2.4.3 Kritický úhel

Kritický úhel je definicí úhlu, od kterého je již možné zahlédnout podklad tkaniny pod určitým úhlem pozorovatele. Pro úhly dopadu větší, než je kritický úhel světlo neprochází a dochází k odrazu světla od osnovy a).

Tento úhel je možné prezentovat geometrickým modelem, díky kterému je možnost vypočtení kritického úhlu i procent, v jakém poměru je možné ve struktuře tkaniny zahlédnout podklad – v tomto případě vzorový útek, který má plochý tvar a je schovaný v hloubce tkaniny ku poměru materiálu a). V tomto případě je hledaná varianta, kdy jsou specifikované dvě příze uvažovaného kruhového průřezu o daném poloměru  $r$  a ty jsou položeny na rovném podkladu a v určité vzdálenosti  $L$  ležící vedle sebe.

Pro tuto diplomovou práci byl vytvořen přibližný návrh geometrického modelu, který by z velké části mohl fungovat a provázat s informací ohledně změn tkaniny vlivem úhlů pozorování z různých stran a úhlu naklonění vzorku od  $0-90^\circ$ , kdy je možné zahlédnout podklad tkaniny, tedy v tomto případě tvoří vzorový útek.



Obr. č. 59 - Geometrický model.

## Postup:

Díky snímkům ze skenovací elektronové mikroskopie a měřítku 500 μm byla zjištěna plocha materiálu osnovy a), ze které byl pro osnovu a) vypočítán poloměr příze  $r$ . Pomocí měřítka byla také zjištěna vzdálenost  $L$  mezi dvěma osnovami a). Pomocí goniometrických funkcí byly získány hodnoty pro kritický úhel  $\omega$ , který reprezentuje možnost od daného úhlu zahlédnout podklad tkaniny, který reprezentuje vzorový útek.

$$\omega = \arcsin x * \left( \frac{r}{(r + 0,5 \times L)} \right) * \frac{180}{\pi}$$

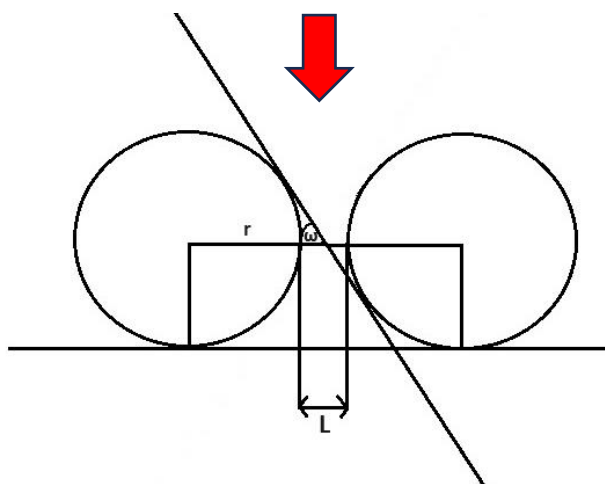
## Vazební efekt A

Tab. č. 7 - Hodnoty pro výpočet kritického úhlu u vazební oblasti A.

materiál	vazba	L [mm]	r [mm]	$\omega$ [°]
a)	plátno	0,05	0,125	56°

U oblasti A se dá odhadnout, že čím menší je vzdálenost  $L$  mezi osnovou a), tím bude kritický úhel dosahovat vyšších stupňů a díky tomu úhel pozorovatele, jinak řečeno údolí, kde bude možné zahlédnout podklad d), bude menší.

Z geometrického modelu je možné odvodit, že kritický úhel tedy nastává při 56°. Při tomto kritickém úhlu by se měla projevit první změna barevnosti dané v A. V procentuálním poměru je tedy zřejmé z vypočítané trojčlenky, že je možnost zahlédnout vzorový útek d) ze 38% a 62% je možné vidět pouze vazební osnovu a) a vazební útek c).



Obr. č. 60 - Kritický úhel  $\omega$  a červeně vyznačené údolí vazebního efektu A.

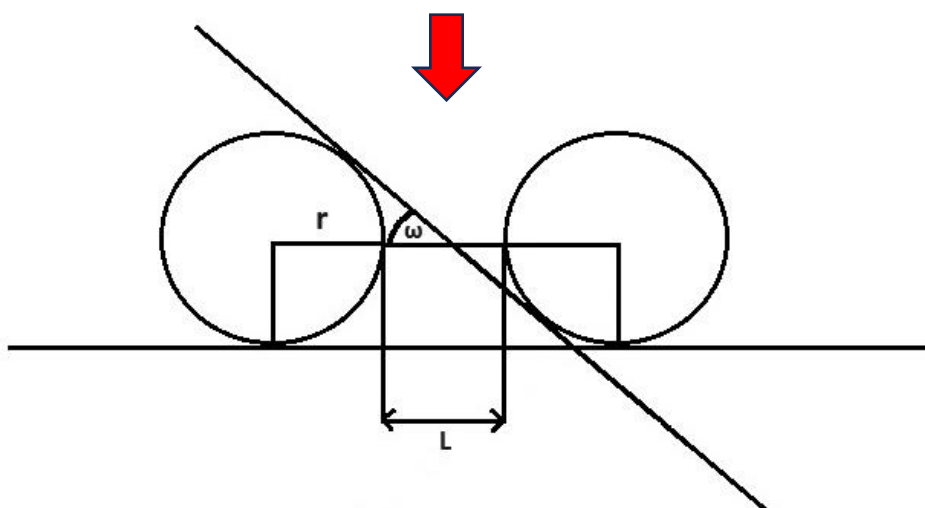
## Vazební efekt B

Tab. č. 8 - Hodnoty pro výpočet kritického úhlu u vazební oblasti B.

materiál	vazba	L [mm]	r [mm]	$\omega$ [°]
a)	osnovní kepr	0,15	0,125	39°

U oblasti B se dá se dá odhadnout, že čím větší je vzdálenost L mezi osnovou a), tím bude kritický úhel dosahovat nižších stupňů a díky tomu úhel pozorovatele, jinak řečeno údolí, kde bude možné zahlédnout vzorový útek d), bude větší.

Z geometrického modelu je možné odvodit, že kritický úhel tedy nastává při 39°. Při tomto kritickém úhlu by se měla projevit první změna barevnosti v B. V procentuálním poměru je tedy zřejmé z vypočítané trojčlenky, že je možnost zahlédnout vzorový útek d) ze 57% a 43% je možné vidět pouze vazební osnovu a).



Obr. č. 61 - Kritický úhel  $\omega$  a červeně vyznačené údolí vazebního efektu B.

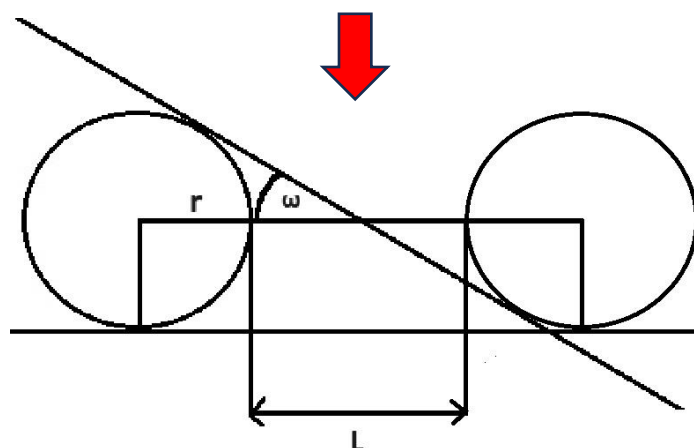
## Vazební efekt C

Tab. č. 9 - Hodnoty pro výpočet kritického úhlu u vazební oblasti C.

materiál	vazba	L [mm]	r [mm]	$\omega$ [°]
a)	plátno	0,25	0,125	30°

U C se dá se dá odhadnout, že čím větší je vzdálenost L mezi osnovou a), tím bude kritický úhel dosahovat nižších stupňů a díky tomu úhel pozorovatele, jinak řečeno údolí, kde bude možné zahlédnout vzorový útek d), bude větší.

Z geometrického modelu je možné odvodit, že kritický úhel tedy nastává při  $30^\circ$ . Při tomto kritickém úhlu by se měla projevit první změna barevnosti dané oblasti C. V procentuálním poměru je tedy zřejmé z vypočítané trojčlenky, že je možnost zahlédnout vzorový útek d) ze 67% a 33% je možné vidět pouze pouze vazební osnovu a).

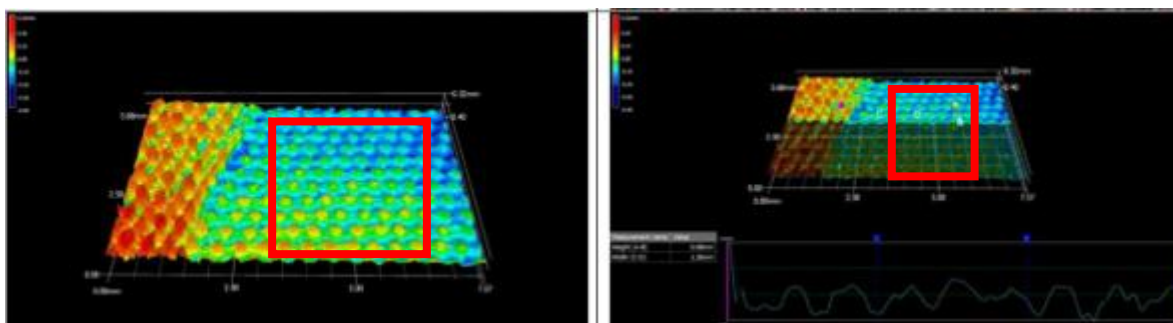


Obr. č. 62 - Kritický úhel  $\omega$  a červeně vyznačené údolí vazebního efektu C.

## 2.5 Změna barevnosti v závislosti na konstrukci a geometrii tkaniny

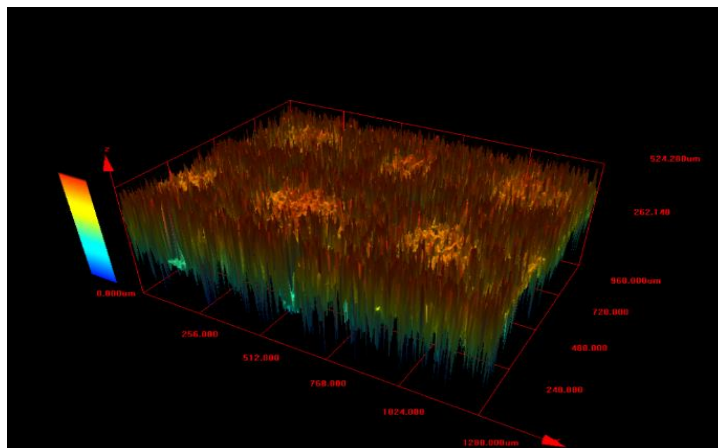
Na snímcích je vyobrazeno 3D provázání vazebního efektu a změna barevnosti vlivem struktury vazebních efektů A, B, C. 3D elektronová mikroskopie poskytuje sken schopnosti stínit částmi textilní struktury pod určitým úhlem pozorování a vidět tak lépe údolí struktury.

### Vazební efekt A



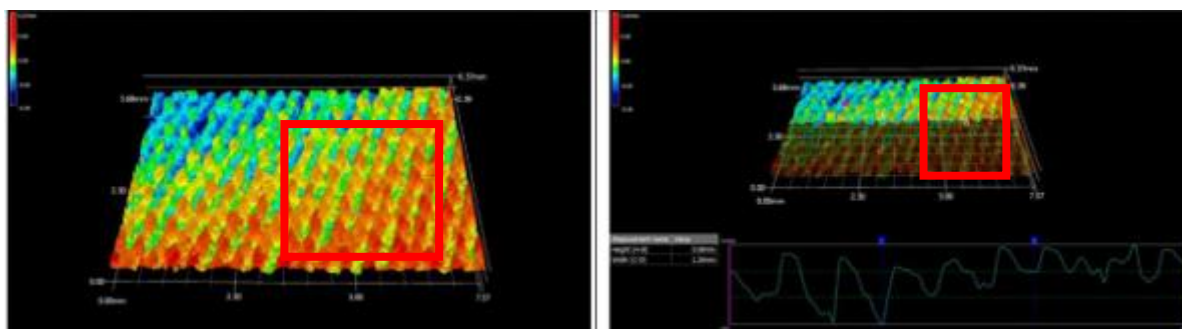
Obr. č. 63 - Snímek 3D elektronové mikroskopie pro vazební efekt A a vliv barevnosti na strukturu.

Snímek 3D elektronové mikroskopie poukazuje v levé části z přestupu vazebního efektu B na vazební efekt A (tento efekt je červeně označen). Mění se barevnost textilie a tím i drsnost povrchu vazného efektu, kde vazební efekt A má menší drsnost, než vazební efekt B.

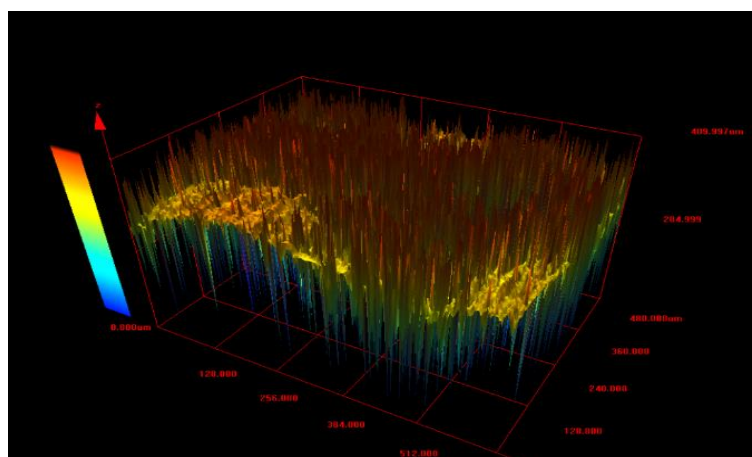


Obr. č. 64 - 3D snímky barevnosti v závislosti na geometrii vazebního efektu A.

### Vazební efekt B



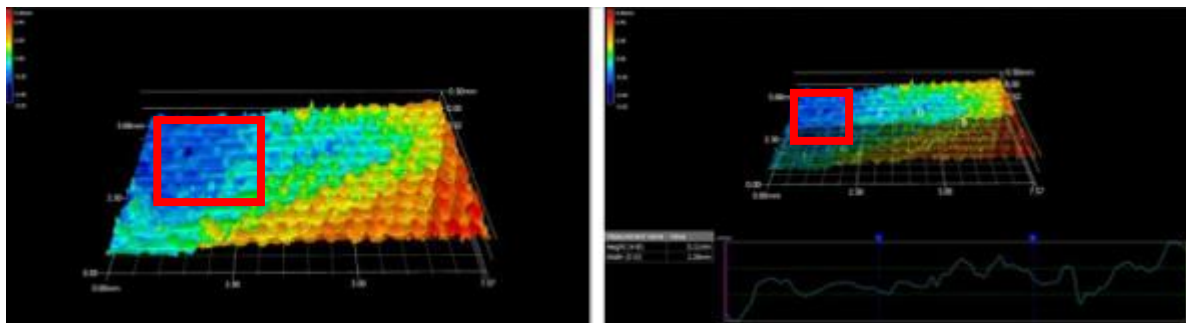
Obr. č. 65 - Snímek 3D elektronové mikroskopie pro vazební efekt B a vliv barevnosti na strukturu.



Obr. č. 66 - 3D snímky barevnosti v závislosti na geometrii vazebního efektu B.

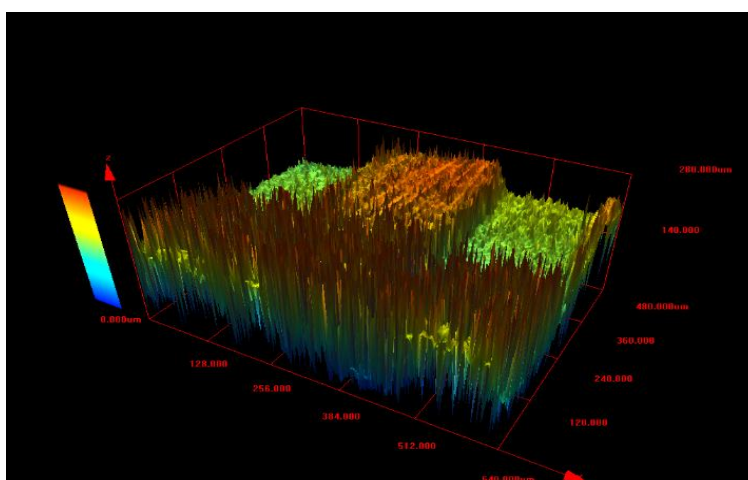
Snímek 3D elektronové mikroskopie poukazuje na nejvyšší hodnotu drsnosti povrchu vazebního efektu B v porovnání s vazebními efekty A, C.

### Vazební efekt C



Obr. č. 67 - Snímek 3D elektronové mikroskopie pro vazební efekt C a vliv barevnosti na strukturu.

Snímek 3D elektronové mikroskopie poukazuje druhou nejvyšší hodnotu drsnosti povrchu vazebního efektu C porovnání s vazebními efekty A, B. Vazební efekt C je možné vidět v pravé části snímku (červeně označen), jak postupně přechází do dalšího neidentifikovatelného vazebního efektu.



Obr. č. 68 - 3D snímky barevnosti v závislosti na geometrii vazebního efektu C.

Pokud porovnáme snímky barevnosti v závislosti na geometrii vazebních efektů, vazební efekt B má nevyšší drsnost povrchu a vazební efekt C má nejmenší drsnost povrchu. To je zapříčiněno použitou vazbou a vstupním materiálem. Drsnost povrchu a údolí vytváří schopnost stínit částmi textilní struktury pod určitým úhlem pozorování.

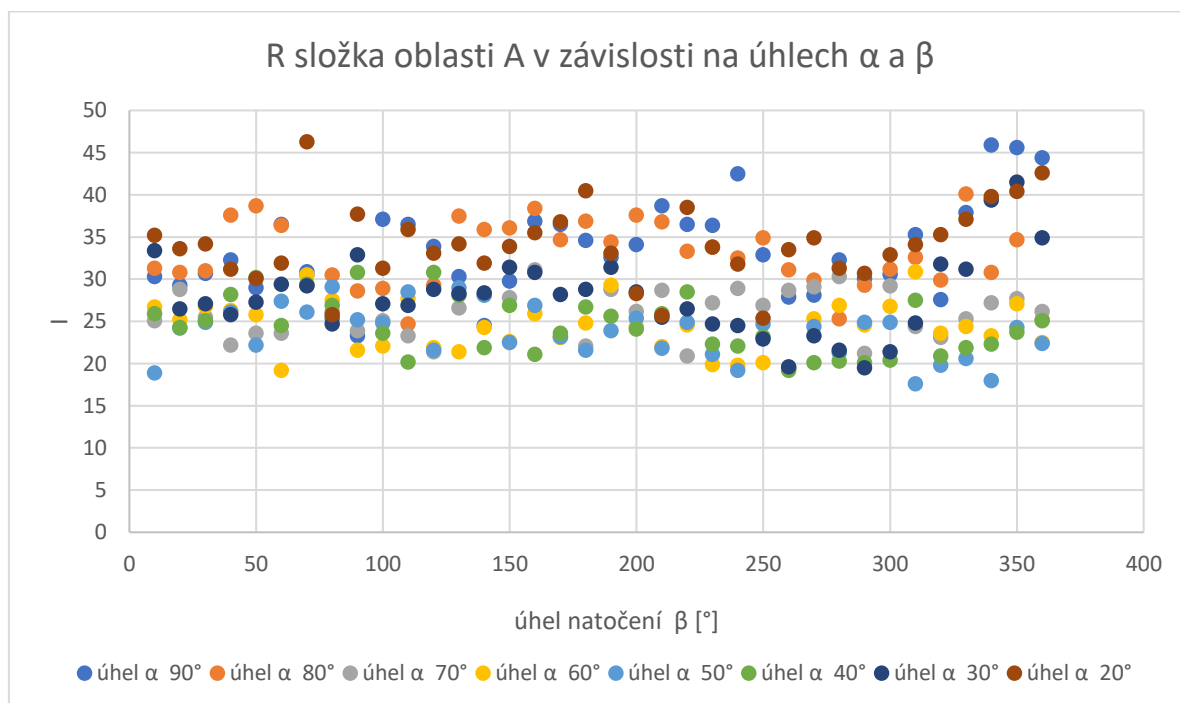
### 2.5.1 Analýza barevnosti

Data byla převedena po hodnocení RGB složek v programu ImageJ do tabulkového softwaru Microsoft Excel. Jelikož byla data poměrně rozsáhlá a některé struktury



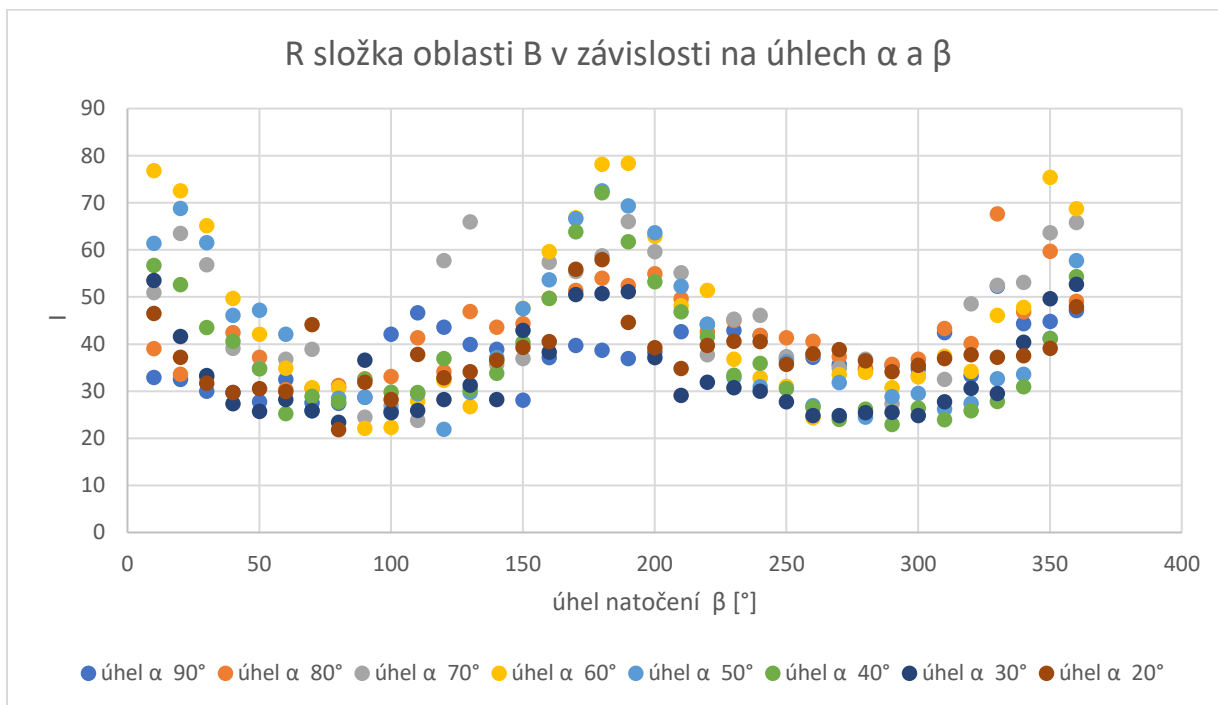
nevykazovaly téměř žádné změny vlivem náklonu úhlu  $\alpha$  u úhlového měřiče a některé oblasti byly naopak výrazné, byl velký rozdíl v rozptylu dat. Například ve vazebním efektu A pro úhel  $\alpha$  v rozmezí  $90^\circ - 20^\circ$  a úhel  $\beta$  v rozmezí  $10^\circ - 360^\circ$  pro vazební efekt A, B, C dohromady naměřeno 3 456 dat. Data se tedy trochu vyhladila díky aritmetickému zprůměrování čísel. To se dosáhlo průměrem hodnot u úhlu  $\beta$ , tedy  $10^\circ$  se zprůměrovalo s hodnotou  $350^\circ$  a tato se pokračovalo v dalších symetrických úhlech. Díky tomu se vytvořily průměry hodnot od  $10^\circ$  do  $180^\circ$ . Jelikož byly úhly stále symetrické, daly se hodnoty zprůměrovat až na rozpětí od  $\beta$   $0^\circ$  do  $90^\circ$ . Data jsou tedy podle úhlu  $\beta$   $90^\circ$  téměř souměrná. Například úhel  $180^\circ$  je teď úhel  $90^\circ$  a úhel  $270^\circ$  je  $360^\circ$ . Díky průměru dat jsou hodnoty plynulejší a zjednoduší se pohled na vzorek a jsou tedy zprůměrována na čtvrtinu oproti stávajícímu počtu.

Díky aritmetickému průměru a symetrickým hodnotám není potřeba prezentovat 36 (úhly od  $10-360^\circ$ ) hodnot, ale 9 (úhly od  $0-90^\circ$ ) hodnot pro úhel  $\beta$ . Tkanina je symetrická a chová se stejně i při průměru dat. I přes plynulejší hodnoty se ale můžou data jevit poněkud nevyrovnaně. Může to být zapříčiněno polohou příze s vyšší jemností a příze nižší jemnosti, kde příze s nižší jemností leží na líci a s vyšší jemností na rubu a překrývají se. Ale to by měl být prakticky problém jen v kraji, protože tkanina je symetrická a má stále stejné chování.



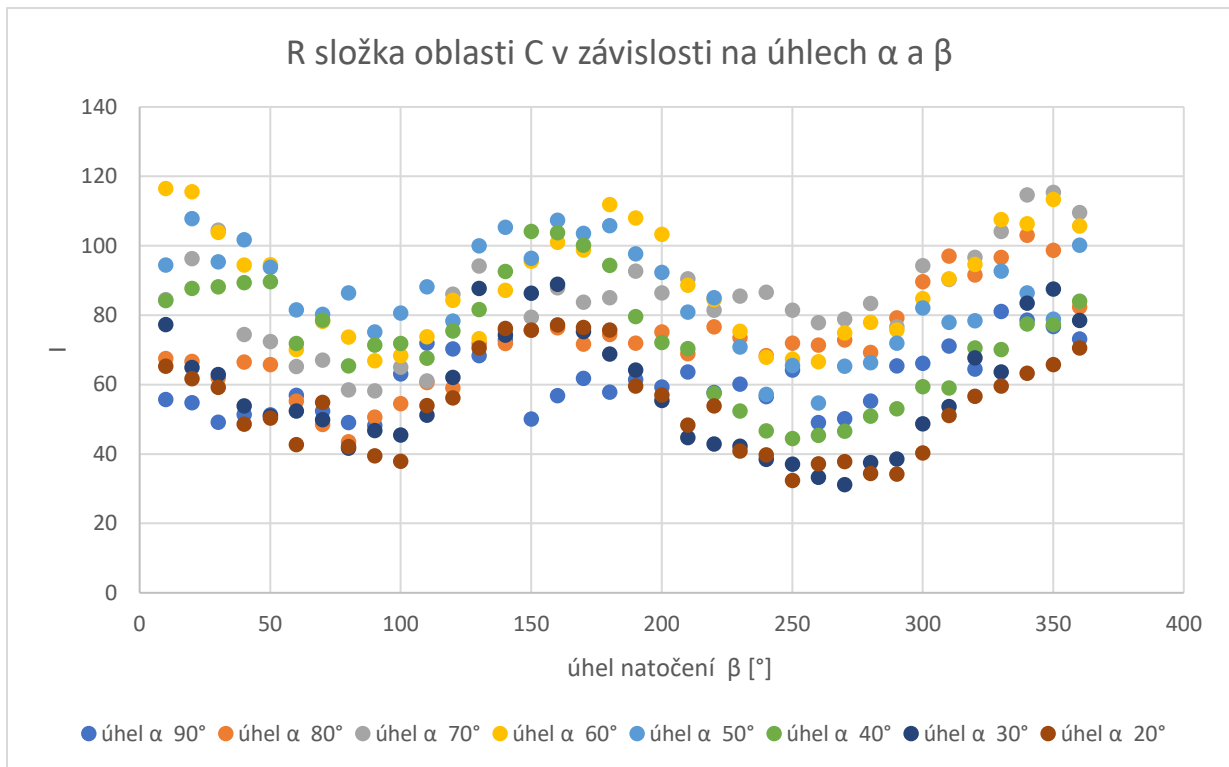
Graf č. 1 - R složka oblasti A v závislosti na úhlech  $\alpha$  a  $\beta$ .

Jako náhled je přiložen graf č.1 s vyhodnocením 288 hodnot pro R složku oblasti A úhlu naklonění v rozmezí  $90^\circ - 20^\circ$  úhlu natočení v rozmezí  $10^\circ - 360^\circ$ , které jsou kolem úhlu  $90^\circ$  symetrické.



Graf č. 2 - R složka oblasti B v závislosti na úhlech  $\alpha$  a  $\beta$ .

Jako náhled je přiložen graf č. 2 s vyhodnocením 288 hodnot pro R složku oblasti B úhlu naklonění v rozmezí  $90^\circ - 20^\circ$  a úhlu natočení v rozmezí  $10^\circ - 360^\circ$ , které jsou kolem úhlu  $90^\circ$  a  $180^\circ$  symetrické.



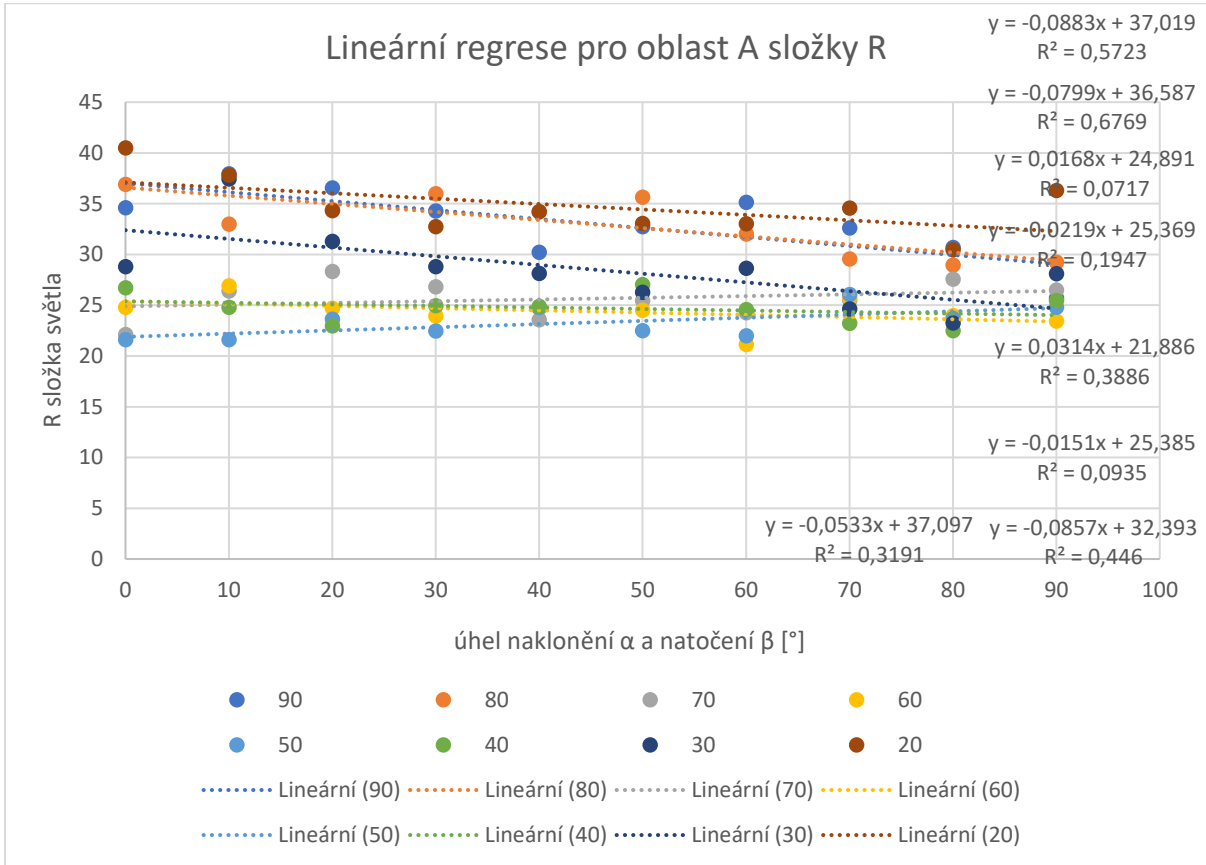
Graf č. 3 - R složka oblasti C v závislosti na úhlech  $\alpha$  a  $\beta$ .

Jako náhled je přiložen graf č. 3 s vyhodnocením 288 hodnot pro R složku oblasti C úhlu naklonění v rozmezí  $90^\circ - 20^\circ$  a úhlu natočení v rozmezí  $10^\circ - 360^\circ$ , které jsou kolem úhlu  $90^\circ$  symetrické.

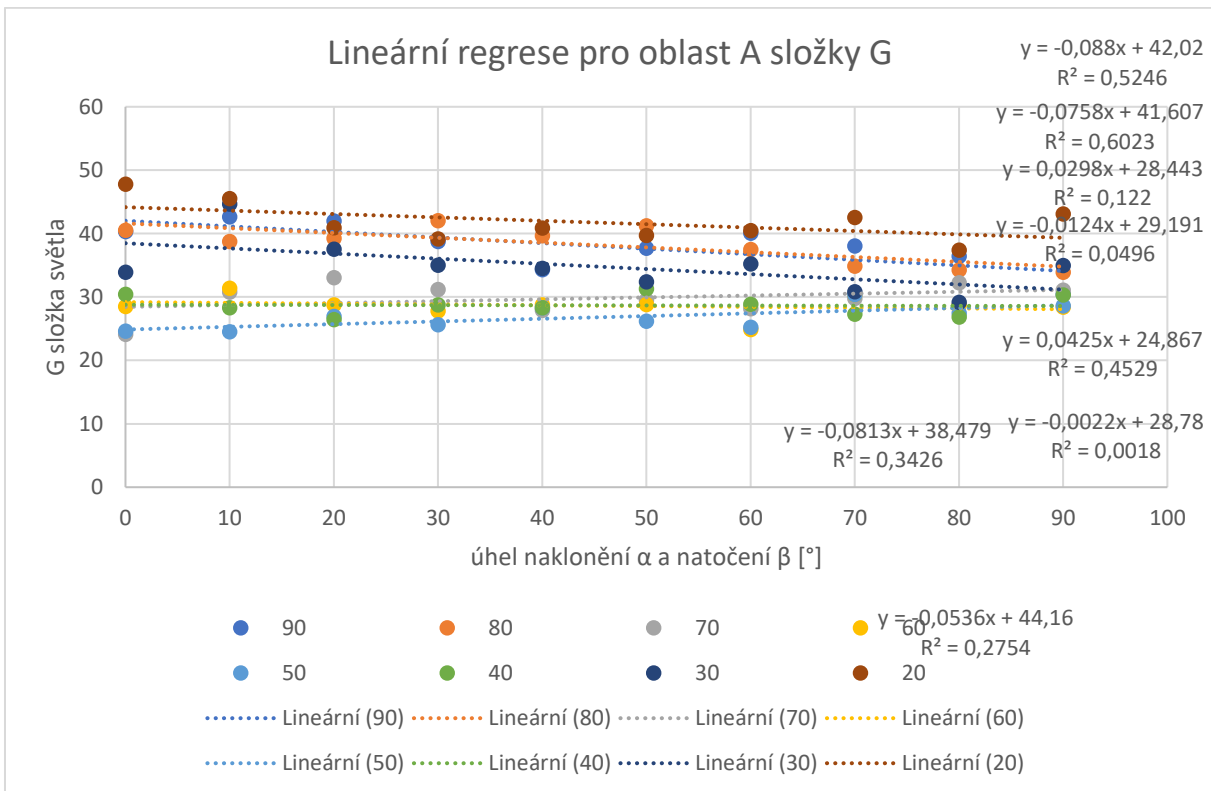
### 2.5.2 Lineární regrese pro oblast A, B, C

Díky plynulejším datům bylo možné vytvořit lineární regresi pro úhel naklonění  $90^\circ$  vůči úhlu natočení od  $0^\circ - 90^\circ$ . Pro konstantní úhel natočení  $90^\circ$  vyšly poté od  $0^\circ - 90^\circ$  dva parametry přímky pro úhel naklonění  $90^\circ - 20^\circ$ . Pro konstantní úhel naklonění  $90^\circ$  vyšel poté od  $90^\circ - 20^\circ$  jeden úhel.

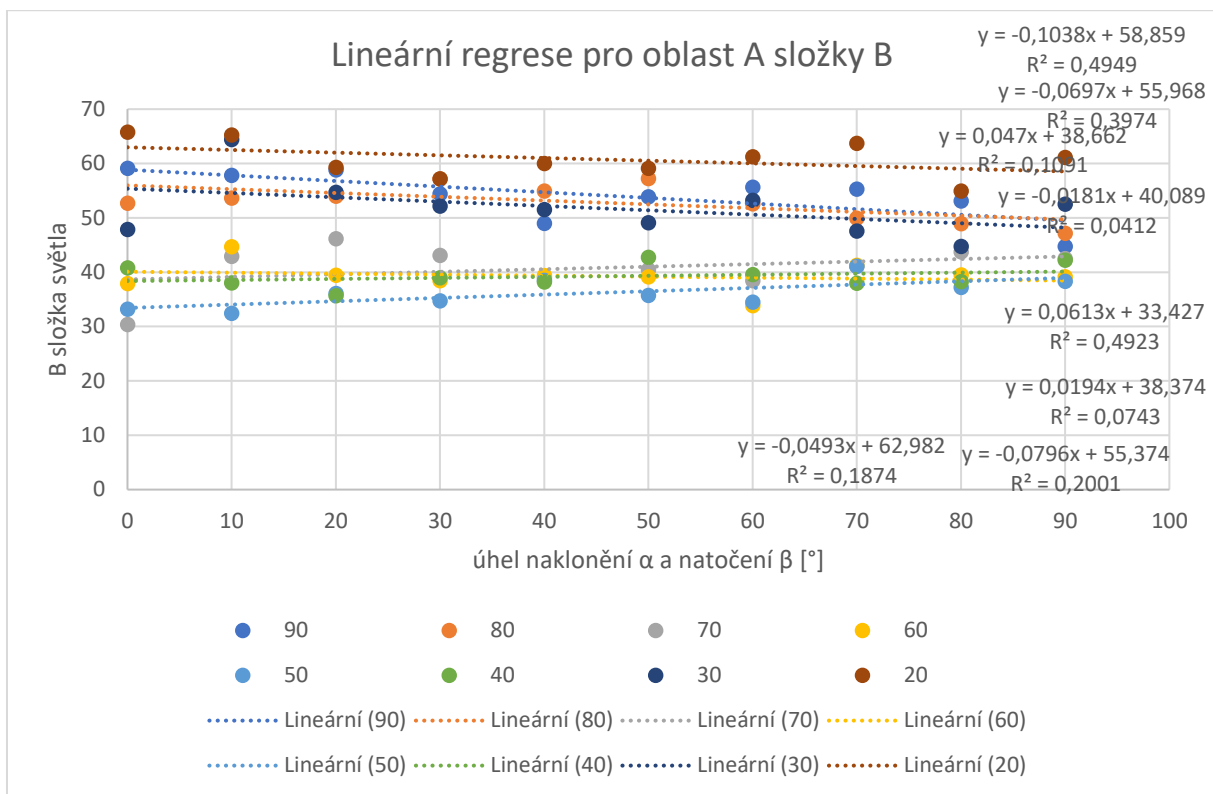
Oblast tkaniny A



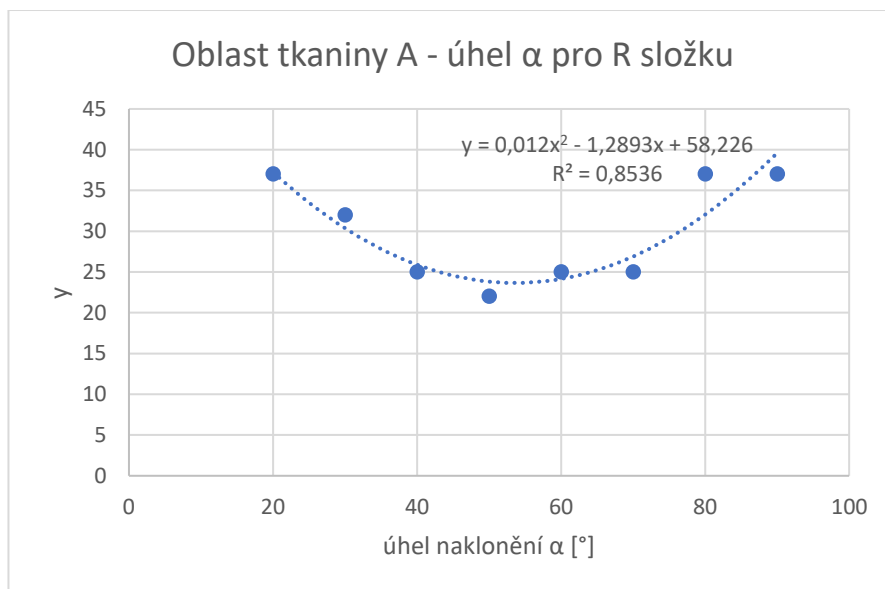
Graf č. 4 - Lineární regrese pro oblast A složky R.



Graf č. 5 - Lineární regrese pro oblast A složky G.



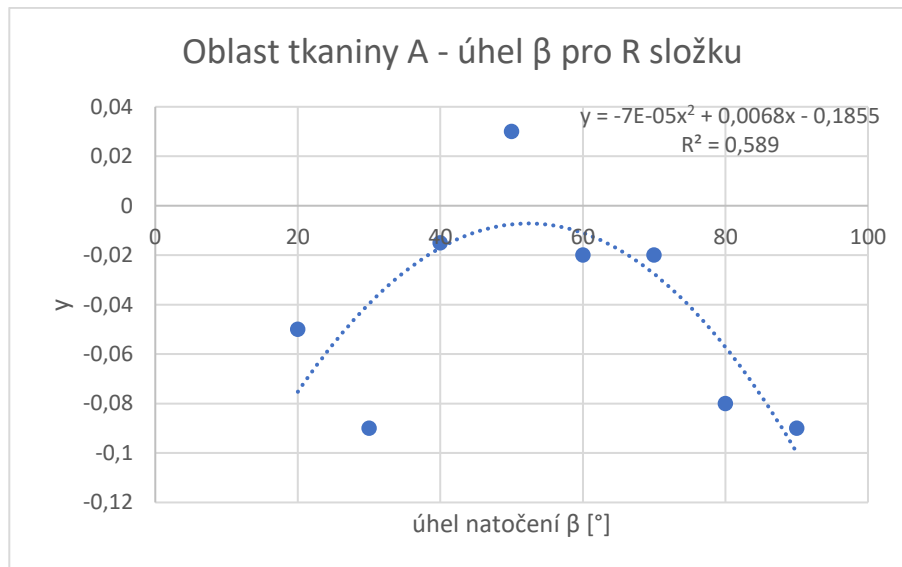
Graf č. 6 - Lineárni regrese pro oblast A složky B.



Graf č. 7 - Oblast tkaniny A - úhel  $\alpha$  pro R složku.

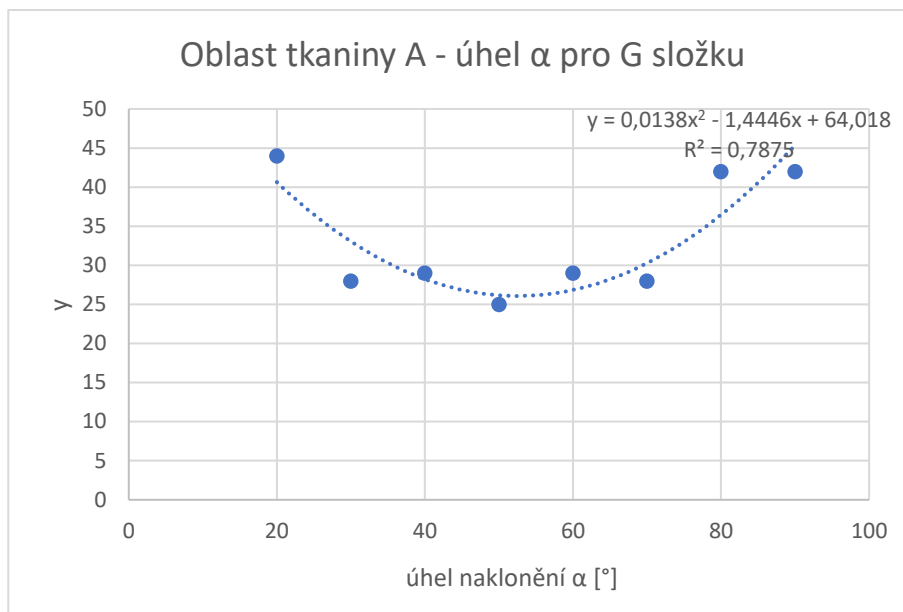
Graf č. 7 odkazuje na úhel naklonění od  $90^\circ$  -  $20^\circ$  a predikuje změnu barevnosti díky naklonění kolem  $50^\circ$  pod úhlem  $\alpha$ . Barevnost klesá společně s úhly, protože hodnoty lineární

regrese klesají a poté opět kolem 50° rostou. Tato predikce znamená, že do úhlu 50° se vzorek jeví světlejší, kolem úhlu 50° tmavý a poté opět světlejší. Pokud se na vzorek bude dívat pozorovatel téměř s rovinou textilie a také kolmo seshora, bude se mu jevit světlejší.



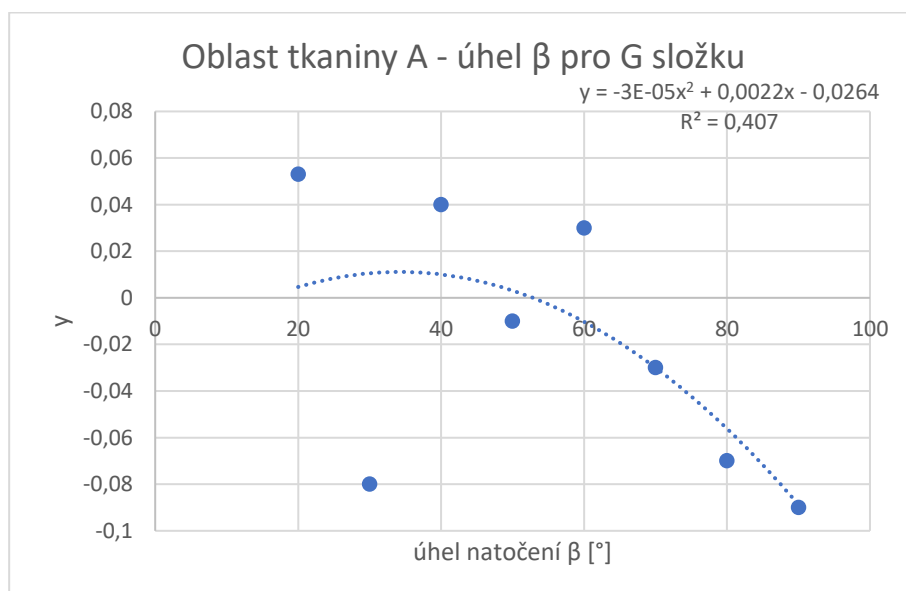
Graf č. 8 - Oblast tkaniny A - úhel β pro R složku.

Graf č. 8 odkazuje na úhel natočení od 10°-360° a predikuje změnu barevnosti díky natočení kolem své osy 50° pod úhlem β. Barevnost se mění pod různým úhlem a největší citlivost je kolem 50°. Tato predikce znamená, že do úhlu natočení 50° se vzorek jeví tmavší, kolem úhlu natočení 50° světlý a poté opět tmavší.



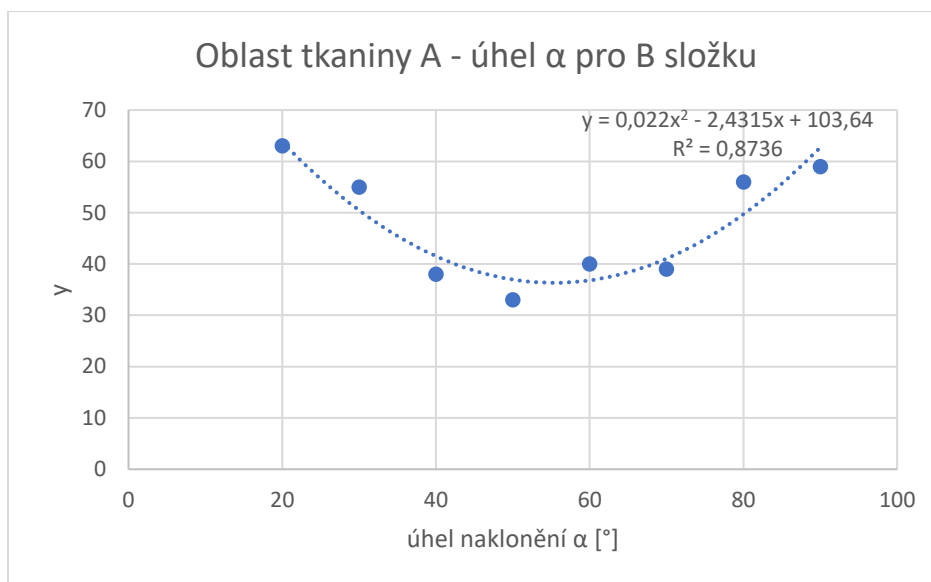
Graf č. 9 - Oblast tkaniny A - úhel  $\alpha$  pro G složku.

Graf č. 9 odkazuje na úhel naklonění od  $90^\circ$  -  $20^\circ$  a predikuje změnu barevnosti díky naklonění kolem  $50^\circ$  pod úhlem  $\alpha$ . Barevnost klesá společně s úhly, protože hodnoty lineární regrese klesají a poté opět kolem  $50^\circ$  rostou. Tato predikce znamená, že do úhlu  $50^\circ$  se vzorek jeví světlejší, kolem úhlu  $50^\circ$  tmavý a poté opět světlejší. Pokud se na vzorek bude dívat pozorovatel téměř s rovinou textilie a také kolmo seshora, bude se mu jevit světlejší.



Graf č. 10 - Oblast tkaniny A - úhel  $\beta$  pro G složku.

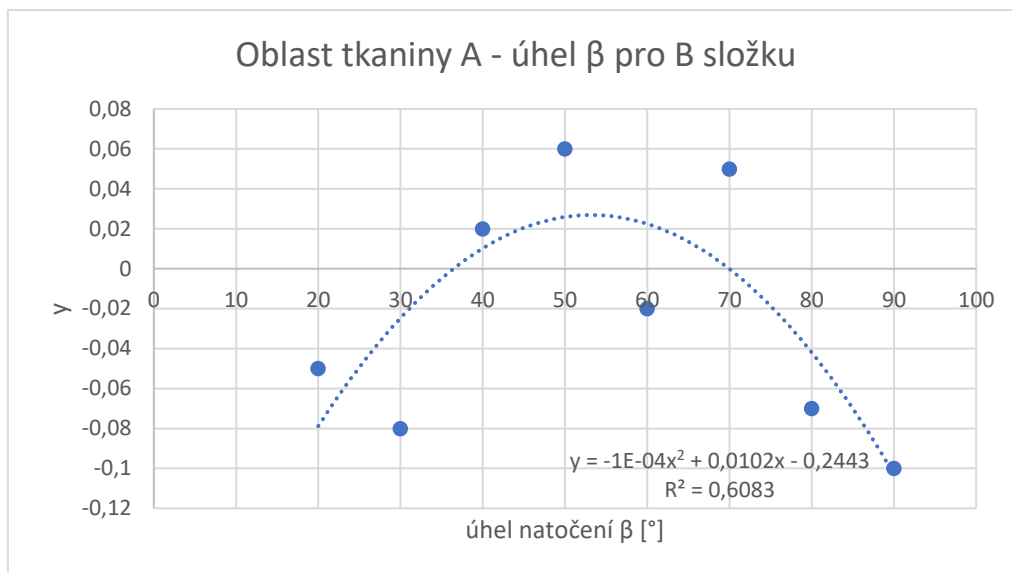
Graf č. 10 odkazuje na úhel natočení od 0°-90° a predikuje změnu barevnosti díky natočení kolem své osy 50° pod úhlem  $\beta$ . Barevnost se mění pod různým úhlem a největší citlivost je kolem 40°. Tato predikce znamená, že do úhlu natočení 20°- 40° se vzorek jeví světlejší a poté tmavší až do nejtmaivšího bodu 90°.



Graf č. 11 - Oblast tkaniny A - úhel  $\alpha$  pro B složku.

Graf č. 11 odkazuje na úhel naklonění od 90° - 20° a predikuje změnu barevnosti díky naklonění kolem 50° pod úhlem  $\alpha$ . Barevnost klesá společně s úhly, protože hodnoty lineární regrese klesají a poté opět kolem 50° rostou. Tato predikce znamená, že do úhlu 50° se vzorek jeví světlejší, kolem úhlu 50° tmavý a poté opět světlejší. Pokud se na vzorek bude dívat pozorovatel téměř s rovinou textilie a také kolmo seshora, bude se mu jevit světlejší.



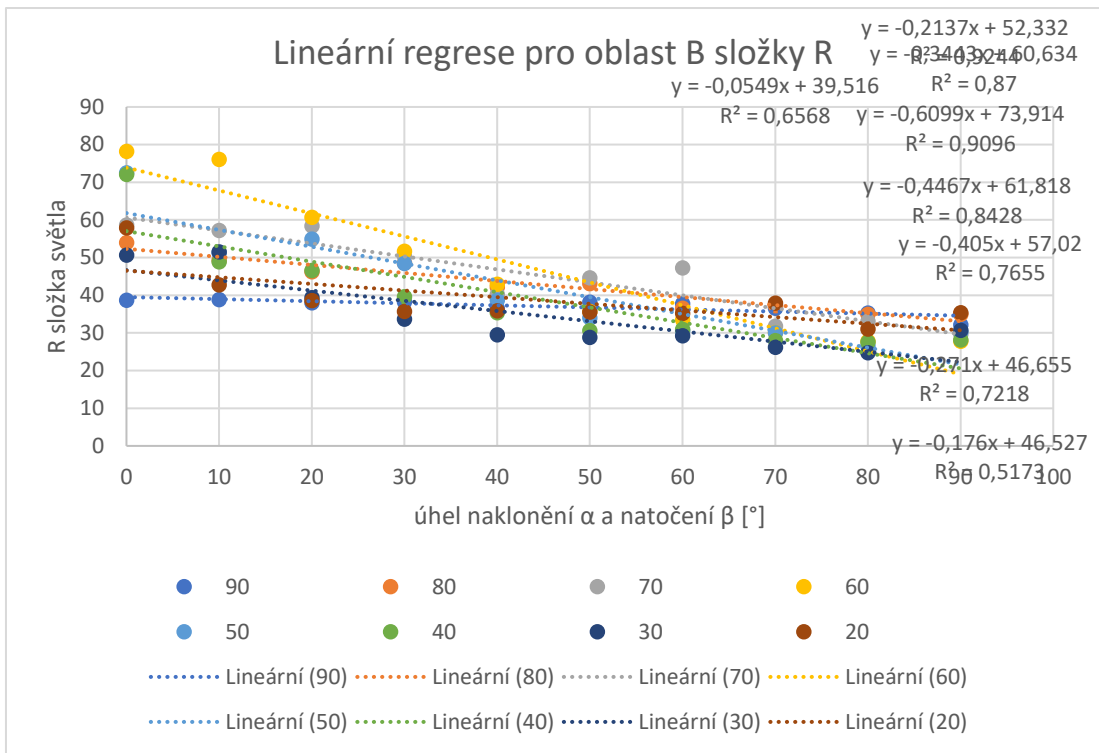


Graf č. 12 - Oblast tkaniny A - úhel  $\beta$  pro B složku.

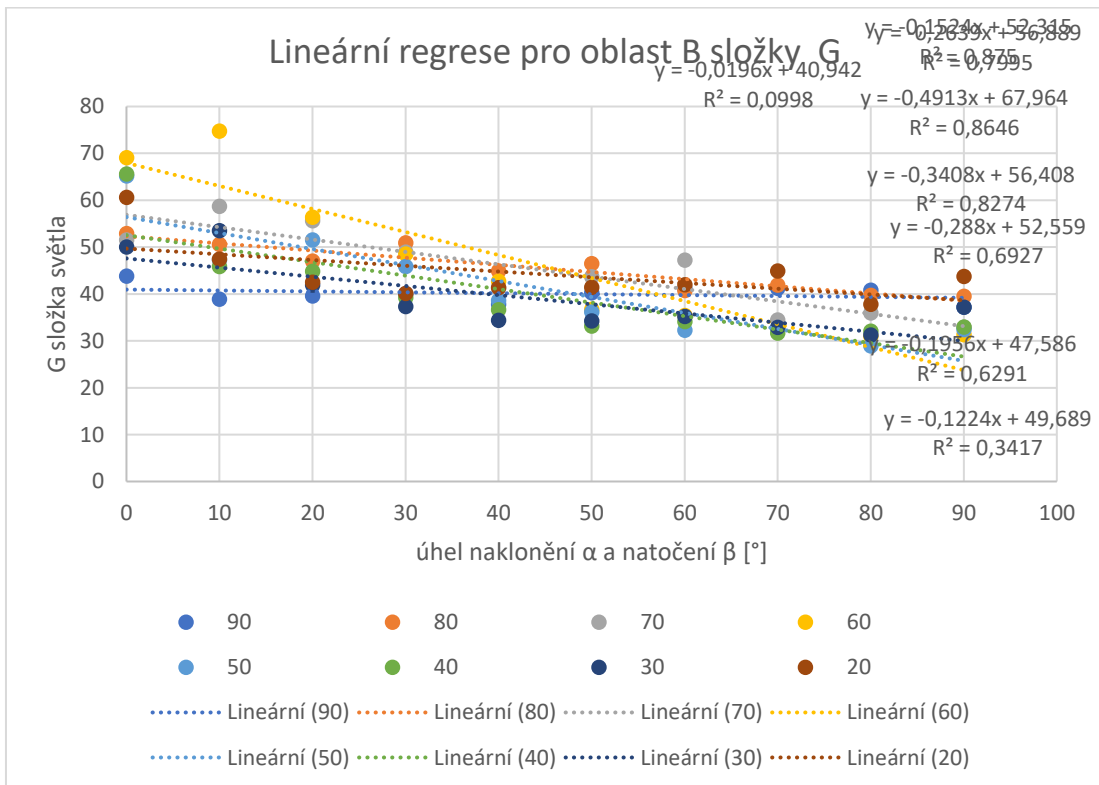
Graf č. 12 odkazuje na úhel natočení od 0°-90° a predikuje změnu barevnosti díky natočení kolem své osy 50° pod úhlem  $\beta$ . Barevnost se mění pod různým úhlem a největší citlivost je kolem 50°. Tato predikce znamená, že do úhlu natočení 50° se vzorek jeví tmavší, kolem úhlu natočení 50° světlý a poté opět tmavší.

#### Oblast tkaniny B

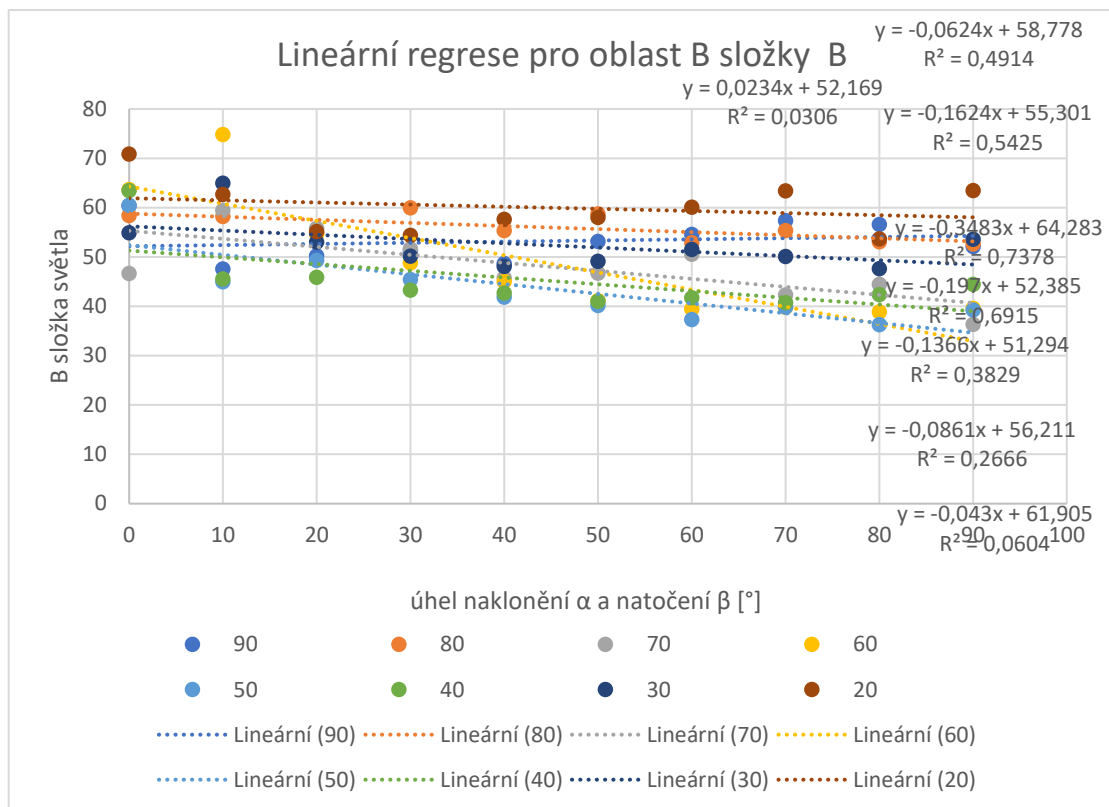
Graf č. 13, č. 14, č. 15 jsou výstupy plynulejších dat vypočítaných pomocí aritmetického průměru symetricky se opakujících úhlů natočení. Grafy obsahují lineární regresi specifikovaných úhlů natočení od 0°-90° a úhlů naklonění 90°-20° pro složku R v oblasti B. Na grafech je možné zahlédnout trend, kdy úhel naklonění a úhel natočení má vliv na složky RGB.



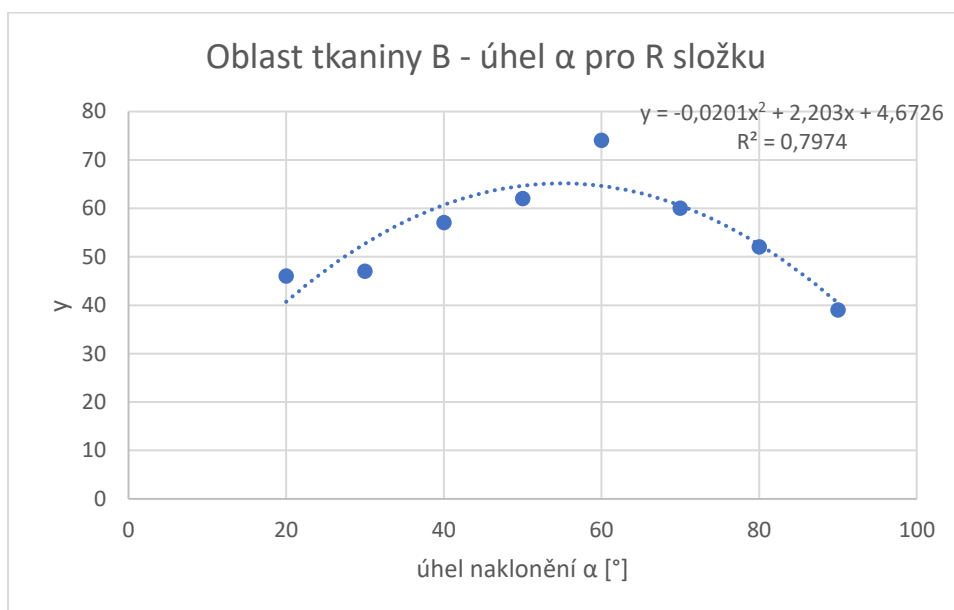
Graf č. 13 - Lineární regrese pro oblast B složky R.



Graf č. 14 - Lineární regrese pro oblast B složky G.



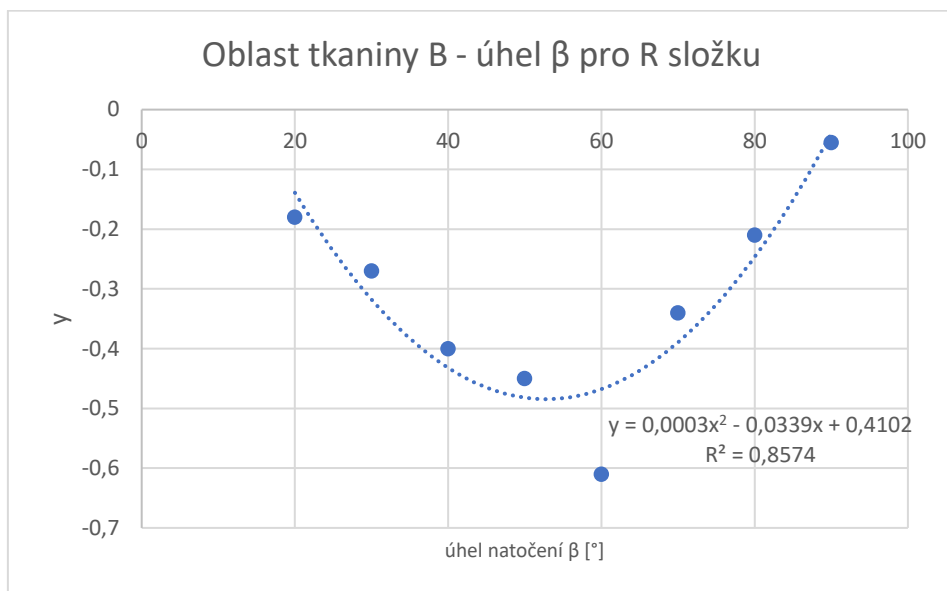
Graf č. 15 - Lineární regrese pro oblast B složky B.



Graf č. 16 - Oblast tkaniny B - úhel  $\alpha$  pro R složku.

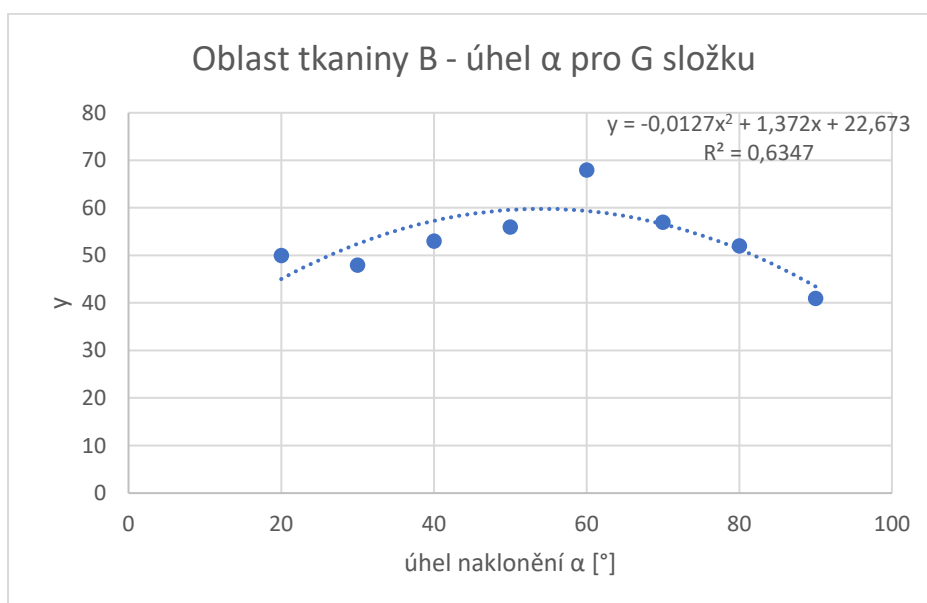
Graf č. 16 odkazuje na úhel naklonění od  $90^\circ$  -  $20^\circ$  a predikuje změnu barevnosti díky naklonění kolem  $60^\circ$  pod úhlem  $\alpha$ . Barevnost klesá společně s úhly, protože hodnoty lineární regrese rostou a poté opět kolem  $60^\circ$  klesají. Tato predikce znamená, že do úhlu  $60^\circ$  se vzorek

jeví tmavší, kolem úhlu 60° je světlý a poté opět tmavší. Pokud se na vzorek bude dívat může vidět textilie a také kolmo seshora, bude se mu jevit tmavší.



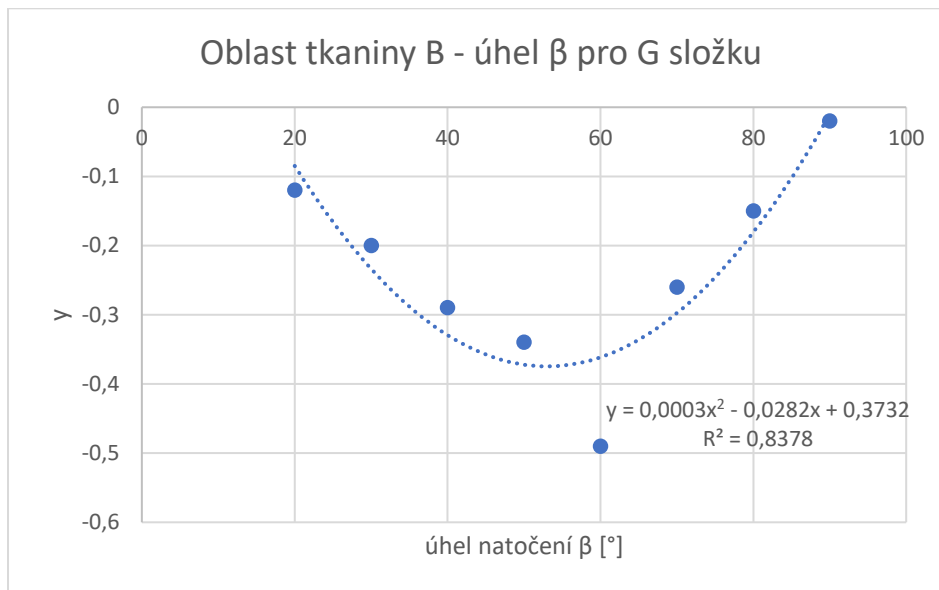
Graf č. 17 - Oblast tkaniny B - úhel β pro R složku.

Graf č. 17 odkazuje na úhel natočení od 0°- 90° a predikuje změnu barevnosti díky natočení kolem své osy 60° pod úhlem β. Barevnost se mění pod různým úhlem a největší citlivost je kolem 60°. Tato predikce znamená, že do úhlu 50° se vzorek jeví světlejší, kolem úhlu 50° tmavý a poté opět světlejší.



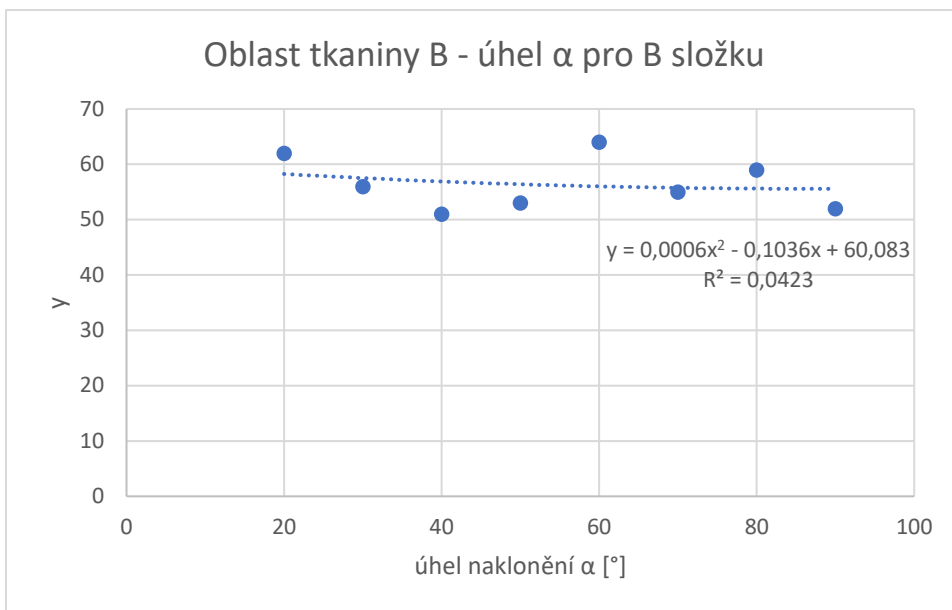
Graf č. 18 - Oblast tkaniny B - úhel α pro G složku.

Graf č. 18 odkazuje na úhel naklonění od  $90^\circ - 20^\circ$  a predikuje změnu barevnosti díky naklonění kolem  $60^\circ$  pod úhlem  $\alpha$ . Barevnost klesá společně s úhly, protože hodnoty lineární regrese rostou a poté opět kolem  $60^\circ$  klesají. Tato predikce znamená, že do úhlu  $60^\circ$  se vzorek jeví tmavší, kolem úhlu  $60^\circ$  je světlý a poté opět tmavší. Pokud se na vzorek bude dívat pozorovatel téměř s rovinou textilie a také kolmo seshora, bude se mu jevit tmavší.



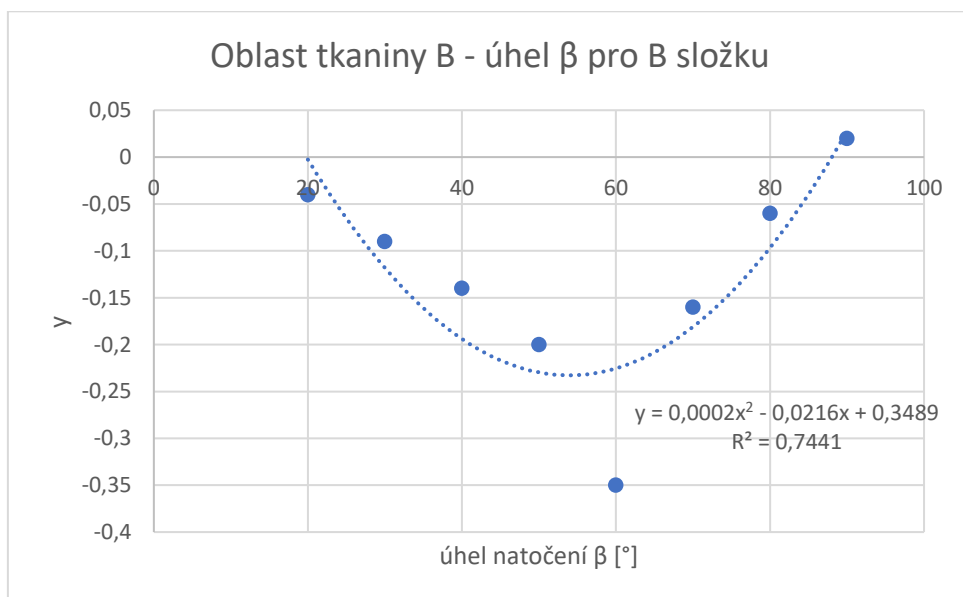
Graf č. 19 - Oblast tkaniny B - úhel  $\beta$  pro G složku.

Graf č. 19 odkazuje na úhel natočení od  $0^\circ - 90^\circ$  a predikuje změnu barevnosti díky natočení kolem své osy  $60^\circ$  pod úhlem  $\beta$ . Barevnost se mění pod různým úhlem a největší citlivost je kolem  $60^\circ$ . Tato predikce znamená, že do úhlu  $50^\circ$  se vzorek jeví světlejší, kolem úhlu  $60^\circ$  tmavý a poté opět světlejší.



Graf č. 20 - Oblast tkaniny B - úhel  $\alpha$  pro B složku.

Graf č. 20 odkazuje na úhel naklonění od  $90^\circ$  -  $20^\circ$  a predikuje změnu barevnosti díky naklonění pod úhlem  $\alpha$ . Barevnost zůstává společně s úhly, protože hodnoty lineární regrese neklesají ani nerostou. Nejvyšší hodnotou zůstává stále  $60^\circ$ , ale vzorek se jeví podobně světlý pod všemi úhly  $\alpha$ . Pokud se na vzorek bude dívat pozorovatel pod různými úhly naklonění, bude se mu jevit v podobné světlosti.



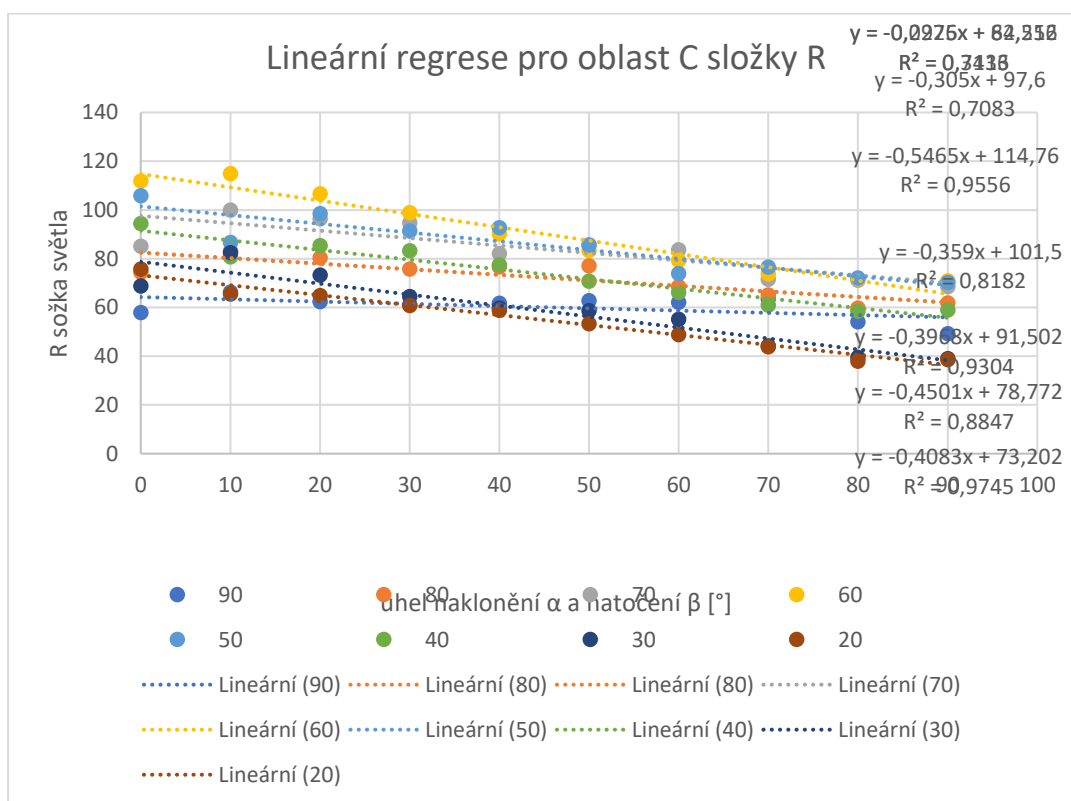
Graf č. 21 - Oblast tkaniny B - úhel  $\beta$  pro B složku.

Graf č. 21 odkazuje na úhel natočení od  $0^\circ$  -  $90^\circ$  a predikuje změnu barevnosti díky natočení kolem své osy  $60^\circ$  pod úhlem  $\beta$ . Barevnost se mění pod různým úhlem a největší

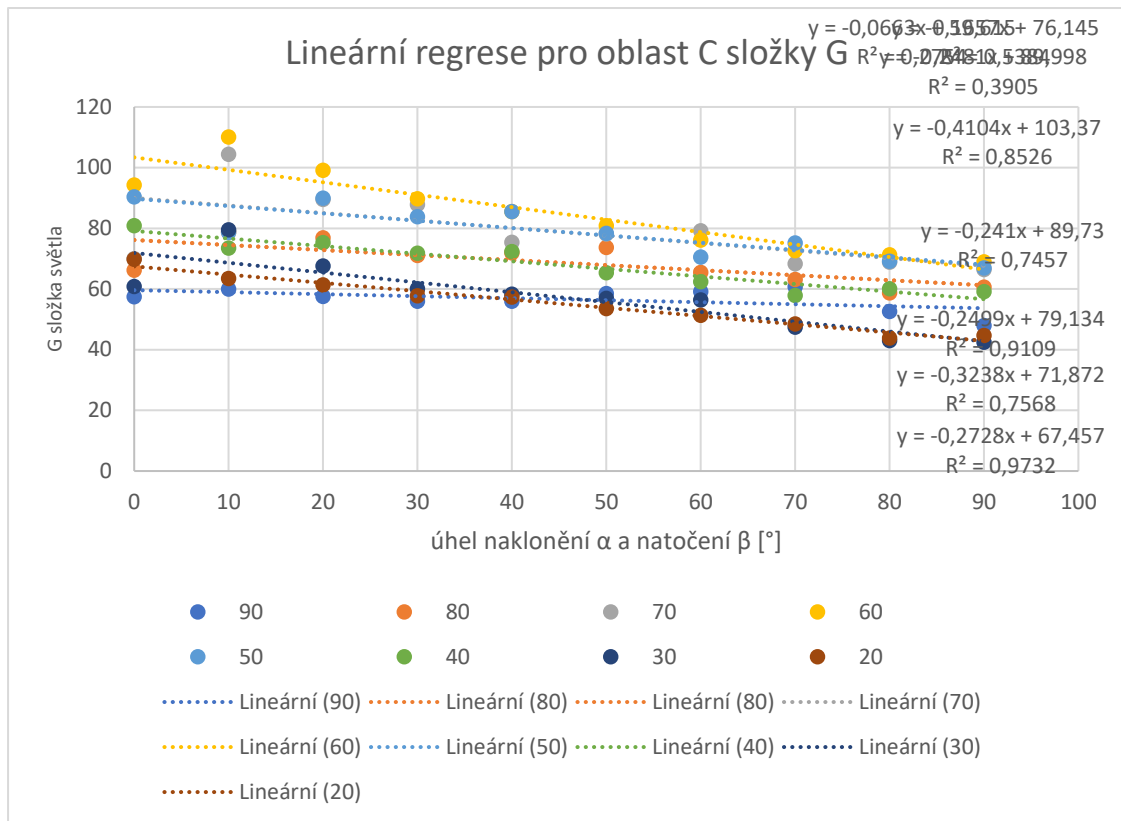
citlivost je kolem 50°. Tato predikce znamená, že do úhlu 50° se vzorek jeví světlejší, kolem úhlu 60° tmavý a poté opět světlejší. Vzorek je takto natočený při naklonění.

### Oblast tkaniny C

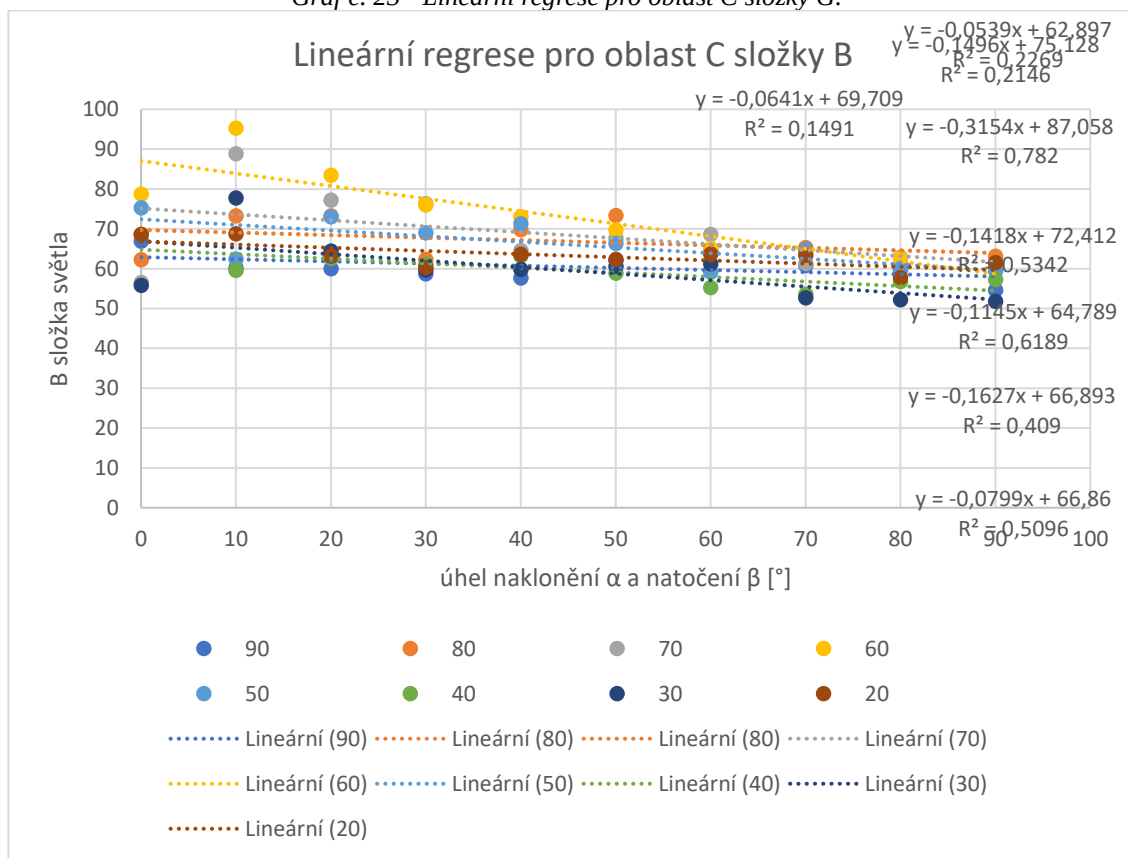
Graf č. 22, č. 23, č. 24, jsou výstupy plynulejších dat vypočítaných pomocí aritmetického průměru symetricky se opakujících úhlů  $\beta$ . Grafy obsahují lineární regresi specifikovaných úhlů natočení od 0°-90° a úhlů naklonění 90°-20° pro složku R v oblasti. Na grafech je možné zahlédnout trend, kdy úhel naklonění a úhel natočení má vliv na složky RGB.



Graf .č 22 - Lineární regrese pro oblast C složky R.

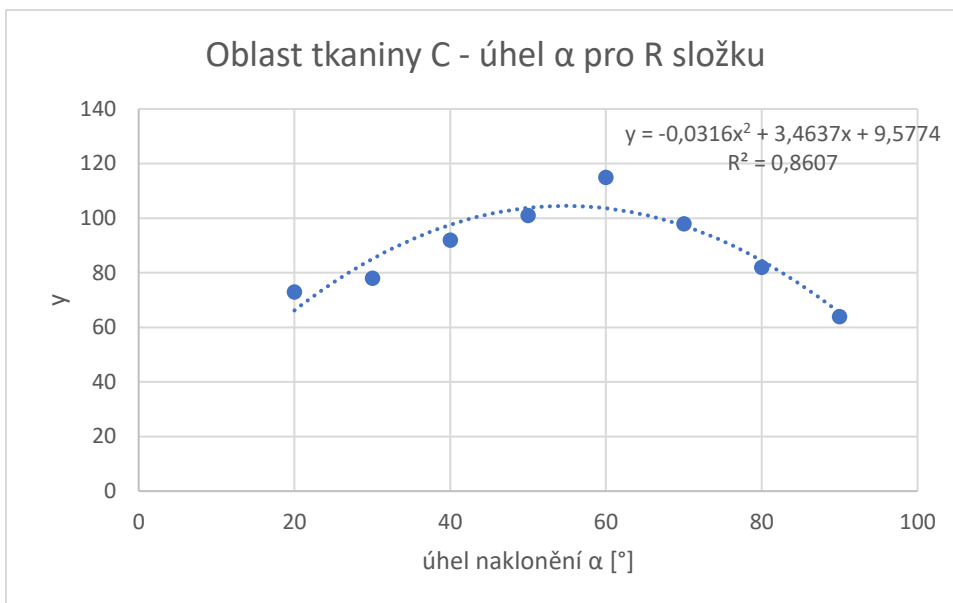


Graf č. 23 - Lineární regrese pro oblast C složky G.



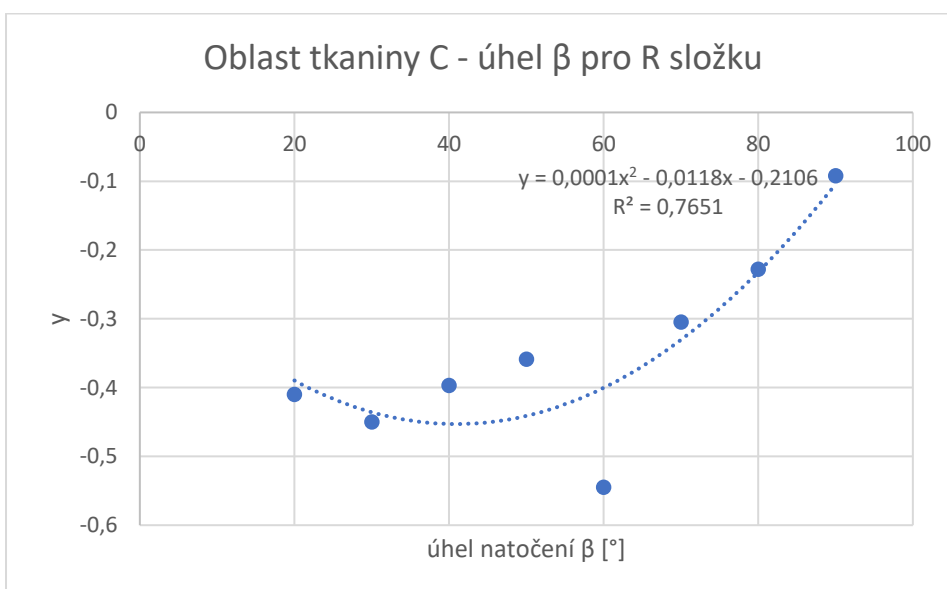
Graf č. 24 - Lineární regrese pro oblast C složky B.





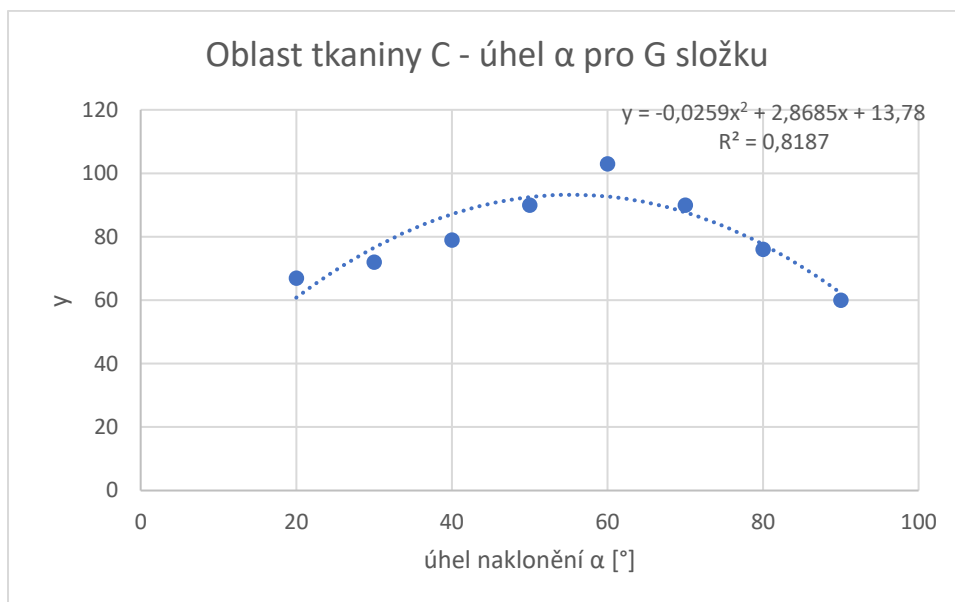
Graf č. 25 - Oblast tkaniny C - úhel α pro R složku.

Graf č. 25 odkazuje na úhel naklonění od 90° - 20° a predikuje změnu barevnosti díky naklonění kolem 60° pod úhlem α. Barevnost klesá společně s úhly, protože hodnoty lineární regrese rostou a poté opět kolem 60° klesají. Tato predikce znamená, že do úhlu 60° se vzorek jeví tmavší, kolem úhlu 60° je světlý a poté opět tmavší. Pokud se na vzorek bude dívat pozorovatel téměř s rovinou textilie a také kolmo seshora, bude se mu jevit tmavší.



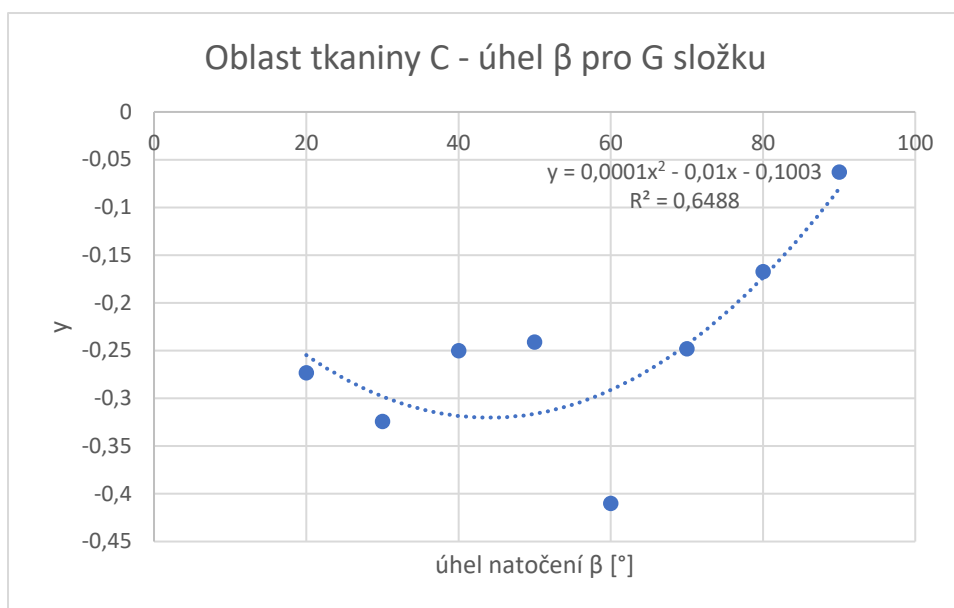
Graf č. 26 - Oblast tkaniny C - úhel β pro R složku.

Graf č. 26 odkazuje na úhel natočení od úhly 0°- 90° a predikuje změnu barevnosti díky natočení kolem své osy 60° pod úhlem  $\beta$ . Barevnost se mění pod různým úhlem a největší citlivost je kolem 60°. Tato predikce znamená, že od 20° do úhlu 40° se vzorek jeví tmavý, kolem úhlu 60° nejtmavší a světlejší při 90°.



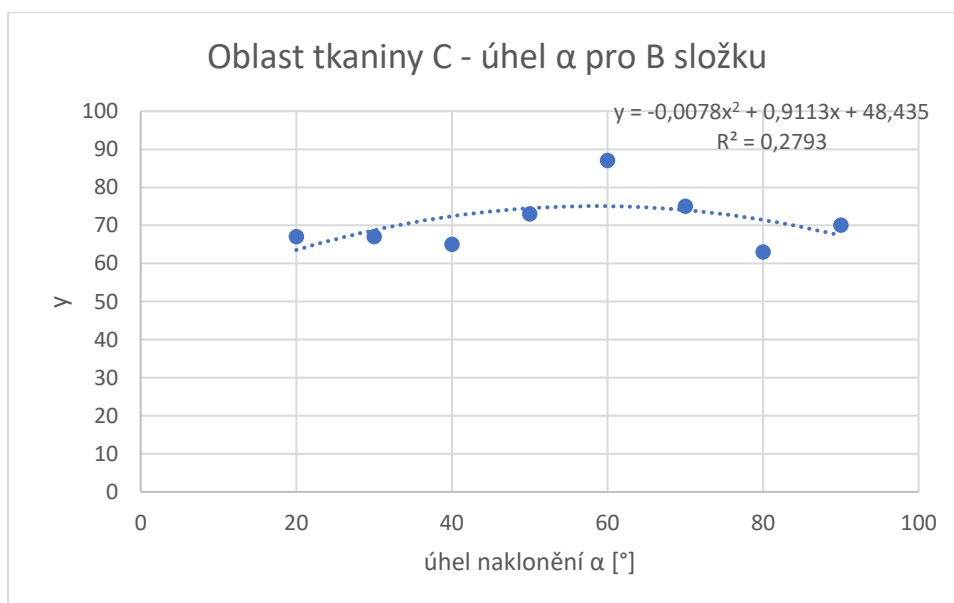
Graf .č 27 - Oblast tkaniny C - úhel  $\alpha$  pro G složku.

Graf č. 27 odkazuje na úhel naklonění od 90° - 20° a predikuje změnu barevnosti díky naklonění kolem 60° pod úhlem  $\alpha$ . Barevnost klesá společně s úhly, protože hodnoty lineární regrese rostou a poté opět kolem 60° klesají. Tato predikce znamená, že do úhlu 60° se vzorek jeví tmavší, kolem úhlu 60° je světlý a poté opět tmavší. Pokud se na vzorek bude dívat pozorovatel téměř s rovinou textilie a také kolmo seshora, bude se mu jevit tmavší.



Graf č. 28 - Oblast tkaniny C - úhel β pro G složku.

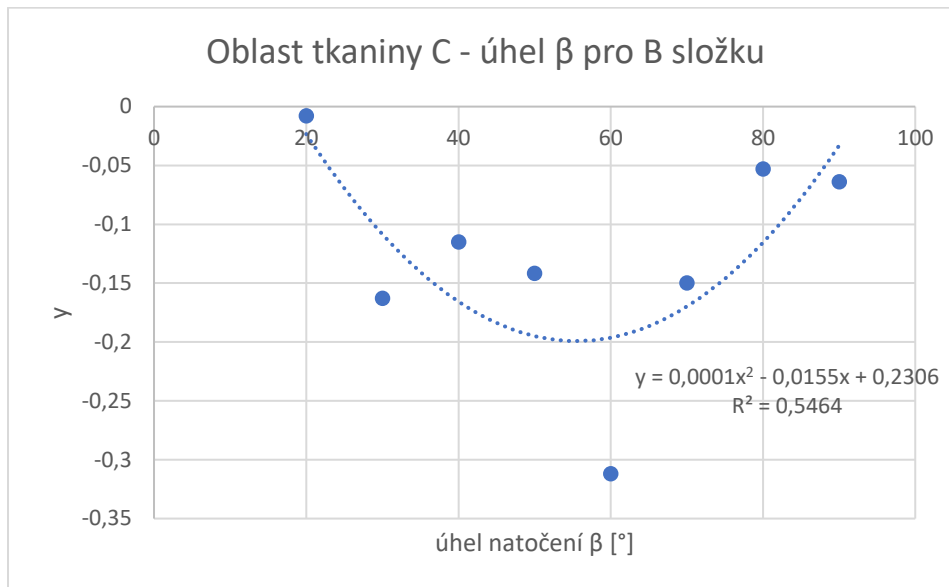
Graf č. 28 odkazuje na úhel naklonění od 0°- 90° a predikuje změnu barevnosti díky natočení kolem své osy 60° pod úhlem β. Barevnost se mění pod různým úhlem a největší citlivost je kolem 50°. Tato predikce znamená, že od 20° do úhlu 40° se vzorek jeví světlejší, kolem úhlu 50° tmavý a nejsvětlejší při 90°.



Graf č. 29 - Oblast tkaniny C - úhel α pro B složku.

Graf č. 29 odkazuje na úhel naklonění od 90° - 20° a predikuje změnu barevnosti díky naklonění kolem 60° pod úhlem α. Barevnost klesá společně s úhly, protože hodnoty lineární

regrese rostou a poté opět kolem 60° klesají. Tato predikce znamená, že do úhlu 60° se vzorek jeví tmavší, kolem úhlu 60° je světlý a poté opět tmavší. Pokud se na vzorek bude dívat pozorovatel téměř s rovinou textilie a také kolmo seshora, bude se mu jevit tmavší.



Graf č. 30 - Oblast tkaniny C - úhel β pro B složku.

Graf č. 30 odkazuje na úhel natočení od 0°- 90° a predikuje změnu barevnosti díky natočení kolem své osy 60° pod úhlem β. Barevnost se mění pod různým úhlem a největší citlivost je kolem 60°. Tato predikce znamená, že od 20° do úhlu 60° se vzorek jeví světlejší, kolem úhlu 60° tmavý a poté opět světlejší.

Získané fotografie byly analyzovány pomocí RGB modelu a z grafů již víme, že struktura je symetrická. K tomu byly navrženy jednoduché simulace, které prokázaly regresní model, který ukazuje, jak se mění barevnost. Největší rozdíly v barevnosti v návaznosti na strukturu jsou diskutovány v další kapitole.

### 3. VÝSLEDKY A DISKUZE

V této práci byl zkoumán japonský textilní vzorek, na kterém byly podrobeny k přezkoumání vybrané vazební efekty A, B, C. Díky konfokální mikroskopii a rešerši byla zjištěna struktura vazebních efektů. Po získání znalosti vazebních efektů A, B, C použitých v textilním vzorku, bylo možné vytvořit přibližnou simulaci tkaniny v programu EAT Design Scope Victor. Tato simulace umožňuje vytkat v prostorách Technické univerzity téměř přesnou repliku daného textilního vzorku.

Poté byl vytvořen geometrický model, který byl schopen experimentálně vypočítat kritický úhel a byl nápomocný k první dedukci změny barevnosti a výpočtu procent, v jakém poměru je možné ve struktuře tkaniny zahlédnout podklad – v tomto případě vzorový útek, který má plochý tvar a je schovaný v hloubce tkaniny, jinak řečeno v údolí ku poměru materiálu a) v návaznosti na použitý vazební efekt.

Dále byla vytvořena 3D analýza barevnosti pomocí laboratorně navrhnutého úhlového měřiče, fotoaparátu Olympus Tough TG-5, 4K, programu ImageJ a koloristické skříně Macbeth The Judge II. Díky této 3D analýze barevnosti bylo možné snímat barevnost tkaniny ve vazebních efektech A, B, C, a to za konstantních podmínek. Tato 3D analýza umožnila skenovat vazebné efekty A, B, C pod určitými úhly naklonění a natočení kolem své osy textilního vzorku a skeny poté analyzovat pomocí RGB modelu, který byl využit k predikci barevnosti.

Díky symetrii naměřených dat z RGB modelu se mohl vysoký počet hodnot aritmeticky zprůměrovat, a to se dosáhlo průměrem hodnot u úhlu natočení  $\beta$ , tedy  $10^\circ$  se zprůměrovalo s hodnotou  $350^\circ$  a tato se pokračovalo v dalších symetrických úhlech. Vytvořily se tedy průměry hodnot od  $10^\circ$  do  $180^\circ$ . Jelikož byly úhly stále symetrické, daly se hodnoty zprůměrovat až na rozpětí od úhlu natočení  $\beta$  od  $0^\circ$  do  $90^\circ$ . Data byla tedy podle úhlu natočení  $\beta$   $90^\circ$  téměř souměrná. Například úhel  $180^\circ$  je teď úhel  $90^\circ$  a úhel  $270^\circ$  je  $360^\circ$ . Díky průměru dat byly hodnoty plynulejší a byla zprůměrována na čtvrtinu oproti stávajícímu počtu.

Z plynulejších dat bylo možné vytvořit lineární regresi pro úhel naklonění  $90^\circ$  vůči úhlu natočení od  $0^\circ$ - $90^\circ$ . Pro konstantní úhel natočení  $90^\circ$  vyšly poté od  $0^\circ$ - $90^\circ$  dva parametry přímky pro úhel naklonění  $90^\circ$ - $20^\circ$ . Pro konstantní úhel naklonění  $90^\circ$  vyšel poté od  $90^\circ$ - $20^\circ$  jeden úhel.

Snímky z konfokální světelné mikroskopie ukázaly, že vazební efekty A, B, C obsahují dva stejné typy vazného prvku, a to osnovní keprovou vazbu 2:1 a plátnovou vazbu 1:1, která mění své vizuální vlastnosti pomocí typu osnovního a útkového použitého materiálu. Snímky z mikroskopie tedy potvrdily teorii, že se v japonském textilním vzorku vyskytuje japonský tkací prvek Hikihaku a Baikoshi, popsán výše v rešeršní části jako typ A a C. Potvrdila se tedy i teorie, že vícenásobná tkanina je opravdu spojená tkacím prvkem Betsugarami, popsáného výše v rešeršní části jako typ B.

Tuto žakárskou vícenásobnou tkaninu se spojovací soustavou nití tvoří dvě soustavy osnovní a dvě soustavy útkové s další spojovací soustavou nití v osnovní soustavě. Jeden útek je základní a druhý útek vzorový. U vzorového útku je využita zlatá metalická nit plochého tvaru d). Vzorek je rozdělen na tři vazební efekty A, B, C. Tyto efekty se liší barevným a vazebním vzorováním. Vstupní materiály jsou různé jak vzhledem, materiálem, tak jemností.

V rešeršní části se uvádí, že pro Nishijin textilie se výlučně používá hedvábí a metalické plátky, které se vetkávají do tkaniny. Díky těmto materiálním prvkům a struktuře tkaniny je možné docílit velice zajímavých optických efektů v určitých úhlech pozorování. V textilním vzorku je použité hedvábí, které prošlo spalovací zkouškou.

Diskutovalo se o schopnosti stínit částmi textilní struktury – údolím, pod určitým úhlem pozorovatele díky způsobu provázání vazných prvků. SEM mikroskopie potvrdila, že vazební efekt A obsahuje vaznou buňku, která obsahuje nejmenší rozestup ze všech tří efektů mezi osnovou a útkem, vycházející z dostavy osnovy a útku a efektivního průměru osnovní nitě a útkové nitě. To znamená, že zlatá metalická nit (vzorový útek) bude viditelná jen pod určitými úhly pozorovatele. Naopak vazební efekt C bude tvořit největší možnou plochu viditelného odrazu světla od této nitě, protože obsahuje největší rozestup z důvodu použitého jiného vazebního efektu. Jelikož je dostava osnovy a útku stále stejná v celém textilním vzorku, největší vzhledové rozdíly se tedy tvoří díky typu osnovního a útkového materiálu. Například u osnovní keprové vazby 2:1 je využita osnovní příze se zákrutem a útkový plochý metalický plátek. Díky tomu vzniká efekt, kdy osnovní příze je výše než útkový metalický plátek a stíní tak pohled na plátek v určitých úhlech pozorovatele.

Červený monofil je využit jako spojovací soustava nití a na líci je viditelná jen z mála díky atlasové vazbě a malé jemnosti nitě, a proto je málo viditelný a co nejméně zasahuje do struktury na lící straně tkaniny. Díky skaným či neskaným multifilům je možné vytvořit

odlišnou strukturu tkaniny, které mění svůj charakter v závislosti na vazbě a provázání. V tomto případě se tedy jedná o vazný bod s překřížením či flotující úsek.

Pomocí konfokální světelné mikroskopie byly také vytvořené snímky oblastí vazebních efektů A, B, C, které zobrazují 3D rozbor barevnosti. V rešeršní části výše bylo uvedeno, že hliníkové fólie, které jsou nalepeny na zlaté metalické plátky, jsou charakteristické barevností hliníkových vloček, extrémně intenzivní chromatičností a vysokou barevnou čistotou s mírně redukovanou metalickou zářivostí. Intenzivní chroma je tedy zapříčiněna homogenním metalickým vzhledem a pigmentovou distribucí. Barevné efekty pochází buď z absorpce v pigmentu nebo odrazu světla. Díky této informaci se dalo diskutovat, že čím výše bude vzorový plátek vetkán v lící části, tím bude barevnost textilie vyšší.

Pomocí programu ImageJ bylo možné porovnat hodnoty každé fotografie díky distribucí bodů RGB a histogramu na pixelovém základu. Díky grafům, hodnotám RGB a úhlu naklonění a otáčení kolem své osy je možné predikovat barevnost, světlost a tmavost oblastí vazebních efektů A, B, C. Kritický úhel stanovuje, kde se nachází bod zlomu v barevnosti. Tento úhel napomáhá k detekci úhlu  $\beta$ . Díky tomuto úhlu je možné zaměřit se již na výsledky predikce barevnosti. V tabulce jsou vyznačeny výsledky kritického úhlu červenou barvou.

Tab. č. 10 - Kritický úhel a změna barevnosti.

$\beta$ 0°	$\omega$ 20°	$\omega$ 30°	$\omega$ 40°	$\omega$ 50°	$\omega$ 60°	$\omega$ 70°	$\omega$ 80°	$\omega$ 90°
vazební efekt A								
vazební efekt B								
vazební efekt C								

### 3.1 Vazební efekt A

Dvojmo skaný multifil a) v osnovní soustavě obsahuje menší relativní rozšíření vláken než útkový multifil c), který se spíše ochranným zákrutem a provázáním s osnovním multifilem vytváří v plátňové vazbě hustě provázanou tkaninu s přibližně lineárním průběhem struktury v lící části. Navíc se díky této vazbě průřezy přibližují kruhovému tvaru díky vlivu většího zakřivení v ohybu osnovy kolem útku v provazujícím úseku. Tyto dva typy materiálu navíc vytváří minimální, ač možný otvor ve vazné buňce, kterým proniká světlo pod určitými úhly do hloubky tkaniny a pod určitým úhlem pozorovatele je možné zahlédnout vzorový útek (metalické niti), které leží na rubní straně.

Vazební efekt A je definován největší hodnotou kritického úhlu, který nastává při  $56^\circ$ . V procentuálním poměru je tedy zřejmé, že v rozpětí úhlů  $\omega$   $68^\circ$  je možnost zahlédnout podklad vzorového útku ze 38% a 62% je možné vidět pouze osnovu a). Největší citlivost na barevnost je pod úhlem naklonění  $\alpha$   $40-50^\circ$ . Vzorový útek bude nejvíce viditelný pod úhlem naklonění  $\alpha$   $50^\circ$  a  $\beta$   $40^\circ - 50^\circ$  otočení kolem své osy.

Tuto barevnost definuje struktura v podobě barevného, vazebního vzorování a vlastnosti použitého materiálu. Ve vazebním vzorování je půda v pětivazné atlasové vazbě vazního útku a plátňového vzorového útku na rubu. Jelikož je kritický úhel  $56^\circ$ , je možnost zahlédnout vzorový útek a tím i podklad tkaniny, nejmenší ze všech tří vazebních efektů. Strukturální údolí je nejhlubší a pohlcuje světelné paprsky, které se vlivem lomu světla rozkládají v třídímní tkanině. Úhel  $\alpha$  symbolizuje naklonění vzorku a podle predikce barevnosti i reálných fotografií ze 3D optické analýzy vychází, že kolem úhlu  $\alpha$   $50^\circ$  a  $\beta$   $50^\circ-60^\circ$  je největší změna barevnosti a tím i největší kritický úhel. Výsledek tedy koreluje s predikcí nejtmavšího místa ve vazném efektu A. V tabulce je červeně označen kritický úhel a žlutě vyznačeno nejlesklejší místo vazebního efektu A.



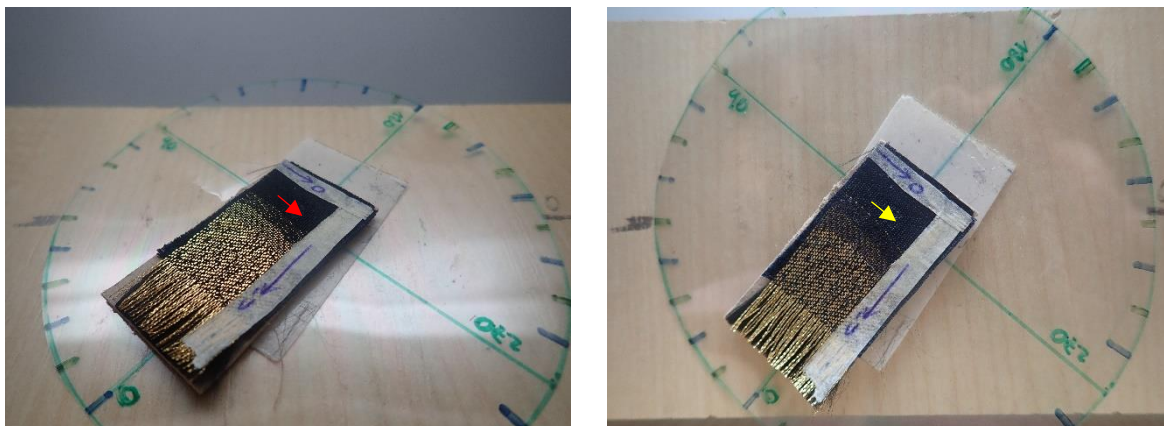
Tab. č. 11 - Predikce barevnosti pro vazební efekt A.

$\beta$ 50°	$\alpha$ 20°	$\alpha$ 30°	$\alpha$ 40°	$\alpha$ 50°	$\alpha$ 60°	$\alpha$ 70°	$\alpha$ 80°	$\alpha$ 90°
reálné foto								
RGB dle foto								
RGB dle simulace								

Na fotografii (obr. 69) je možné vidět náklon a natočení při změně barevnosti tmavé barvy vlevo (šipka označená červenou barvou), kterou vytváří kritický úhel pohlcující světelný paprsek v údolí. Tato barevnost vytváří matný odstín vazebního efektu A.

Navíc je kolem tohoto úhlu největší možnost zahlédnout vzorový útek, který leží na rubu tkaniny. Naopak vpravo (šipka označená žlutou barvou), se světelný paprsek odráží od povrchu vazebního efektu A a vytváří tak vizuální dojem změny barevnosti z matného tmavého odstínu na šedý odstín v závislosti na úhlu pozorování a dopadu světelného paprsku na povrch textilního vzorku. Pokud se tedy vzorek bude naklánět, při  $\alpha$  50° a  $\alpha$  60° bude působit velice tmavě a při  $\alpha$  90° bude působit šedě.

Vlivem nestejněměrného směru zákrutu v útku a osnově a také jinou jemností se jeví na tkanině výrazněji jednotlivé vazní body a tkanina má drsnější omak, nestejněměrnosti v tloušťce jsou potlačeny. Další vliv na vzhled tkaniny z plátňové vazby je dostava osnovy a útku. U Nishijin tkanin je dostava osnovy až dvojnásobná než dostava útku. Osnovní nitě na líci překrývají útkovou soustavu a na tkanině vzniká příčné a jemné vroubkování rypsového charakteru, které způsobuje změnu optického efektu z lesku na mat.



Obr. č. 69 – Vlevo tmavý odstín díky největšímu kritickému úhlu  $\beta 50^\circ$  a  $\alpha 50^\circ$ , vpravo šedý odstín díky nejlesklejšímu úhlu  $\beta 50^\circ$  a  $\alpha 90^\circ$ .

### 3.2 Vazební efekt B

Vazný bod s překřížením obsahuje vaznou buňku skládající se z osnovního dvojmo skaného multifilu a) a vzorového útku. Díky osnovní keprové vazbě s větším zakřivením v ohybu u osnovy kolem ploché niti je stále vzorový útek pod určitým zornými úhly pozorovatele skryt. Navíc osnovní keprová vazba již vytváří flotáže.

Vazební efekt B je definován druhou největší hodnotou kritického úhlu, který nastává při  $39^\circ$ . V procentuálním poměru je tedy zřejmé, že rozpětí úhlů  $\omega 102^\circ$  je možnost zahlédnout podklad d) z 57% a 43% je možné vidět pouze osnovu a).






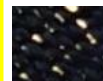
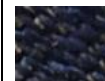

















Tuto barevnost definuje struktura v podobě barevného, vazebního vzorování a vlastnosti použitého materiálu. Ve vazebném vzorování je půda v pětivazné atlasové vazbě vazného útku a keprového vzorového útku na líci 2:1. Jelikož je kritický úhel  $39^\circ$  a vzorový útek leží na líci, je zde možné již jednodušeji zahlédnout vzorový útek a tím i podklad tkaniny. Strukturální údolí je druhé nejhlubší a pohlcuje světelné paprsky, které se vlivem lomu světla rozkládají v třídímenzionální tkanině, ale také se již odráží od povrchu vzorového útku při určitých úhlech pozorovatele.

Úhel  $\alpha$  symbolizuje naklonění vzorku a podle predikce barevnosti i reálných fotografií ze 3D optické analýzy vychází, že největší citlivost na barevnost je pod úhlem natočení  $\beta 60^\circ$ . To znamená, že vzorový útek bude nejvíce viditelný pod úhlem naklonění  $\alpha 60^\circ$  a  $\beta 60^\circ$  otočení kolem své osy. Tato predikce znamená, že od úhlu  $20^\circ$  do úhlu  $50^\circ$  se vzorek jeví tmavší,

kolem úhlu  $60^\circ$  světlý a poté opět tmavší. Jelikož se zde začíná objevovat trend vyšší R, G složky a B složka jde na ústup, můžeme predikovat, že barevnost textilie se mění v závislosti hodnot barvy žluté  $R=255$   $G=255$   $B=0$ , tedy, že vzorový útek začíná být vidět pod určitými úhly pozorovatele, více, než u oblasti A. Výsledek tedy koreluje s predikcí nejtmašího místa ve vazném efektu B. Kritický úhel nám znatelně ukazuje, že opravdu největší možnost zahlédnout vzorový útek nastává od  $\omega 39^\circ$  (označeno červeně).

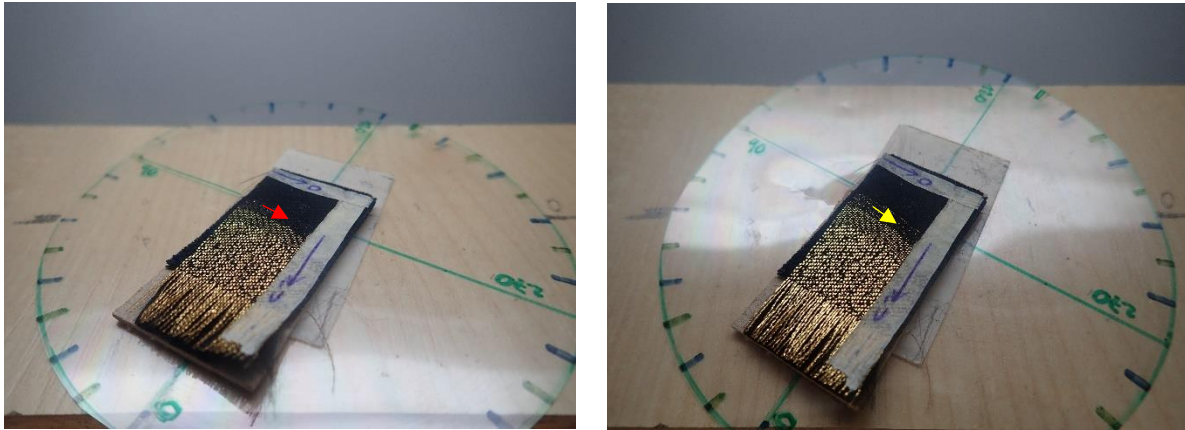
Tato keprová vazba je charakteristická šikmým úhlopříčným řádkováním. Kepr je osnovní a vykazuje delší uvolnění nití, což vyžaduje pro zaplnění tkaniny větší dostavu než u plátna. Keprová vazba vzoruje šikmým řádkováním, vazní body se vzájemně dotýkají rohem. U Nishijin tkaniny je dostava osnovy větší než dostava útku a řádkování je tedy strmější.

Tab. č. 12 - Predikce barevnosti pro vazební efekt B.

$\beta 60^\circ$	$\alpha 20^\circ$	$\alpha 30^\circ$	$\alpha 40^\circ$	$\alpha 50^\circ$	$\alpha 60^\circ$	$\alpha 70^\circ$	$\alpha 80^\circ$	$\alpha 90^\circ$
reálné foto								
RGB dle foto								
RGB dle simulace								

Na fotografii (obr. 70) je možné vidět náklon a natočení při změně barevnosti tmavé barvy vlevo (šipka označená červenou barvou), kterou vytváří kritický úhel pohlcující světelný paprsek v údolí. Tato barevnost vytváří matný odstín vazebního efektu B.

Navíc je kolem tohoto úhlu největší možnost poprvé zahlédnout vzorový útek, který leží na líci tkaniny. Naopak vpravo (šipka označená žlutou barvou), se světelný paprsek odráží od povrchu vazebního efektu B a vytváří tak vizuální dojem změny barevnosti z matného tmavého odstínu na šedý odstín v závislosti na úhlu pozorování a dopadu světelného paprsku na povrch textilního vzorku. Pokud se tedy vzorek bude naklánět, při  $\alpha 30^\circ$  a  $\alpha 60^\circ$  bude působit tmavě a při  $\alpha 60^\circ$  bude vidět vzorový útek, který se leskne při dopadu světelného paprsku.



Obr. č. 70 - Vlevo tmavý odstín díky největšímu kritickému úhlu  $\beta 60^\circ$  a  $40^\circ$ , vpravo šedý odstín díky nejlesklejšímu úhlu  $\beta 60^\circ$  a  $\alpha 60^\circ$ .

### 3.3 Vazební efekt C

Vazný bod s překřížením obsahuje vaznou buňku skládající se z osnovního dvojmo skaného multifilu a) a vzorového útku. Díky plátňové vazbě s větším zakřivením v ohybu u osnovy kolem ploché niti je stále útek pod určitým zornými úhly pozorovatele skryt, ale v porovnání s A a B vazebním efektem je již nejvíce viditelný.

Vazební efekt C je definován nejmenší hodnotou kritického úhlu, který nastává při  $30^\circ$ . To znamená, že obsahuje nejméně hluboké strukturální údolí ze všech tří vazebních efektů A, B, C. Nejmenší kritický úhel definuje nejvyšší možnost úhlu pozorovatele zahlédnout vzorový útek na líci. V procentuálním poměru je tedy zřejmé, že v rozpětí úhlů  $\omega 120^\circ$  je možnost zahlédnout podklad d) ze 67% a 33% je možné vidět pouze osnovu a).

Tuto barevnost definuje struktura v podobě barevného, vazebního vzorování a vlastnosti použitého materiálu. pŮda v pětivazné atlasové vazbě vazního útku a plátňového vzorového útku na líci. Jelikož je kritický úhel  $30^\circ$  a vzorový útek leží na líci, je zde možné již jednoduše zahlédnout vzorový útek. Strukturální údolí již pohlcuje málo světelných paprsků, které se vlivem lomu světla odráží od povrchu vzorového útku při určitých úhlech pozorovatele.

Největší citlivost na barevnost je pod úhlem natočení  $\beta 60^\circ$ , kdy se barevnost mění do hnědého odstínu. Vzorový útek bude nejvíce viditelný pod úhlem naklonění  $\alpha 60^\circ$   $\beta 60^\circ$ . Jelikož se zde objevuje nejvyšší trend R, G složky a B složka je na ústupu, můžeme predikovat, že barevnost textilie se mění v závislosti hodnoty barvy žluté R=255 G=255 B=0, tedy, že

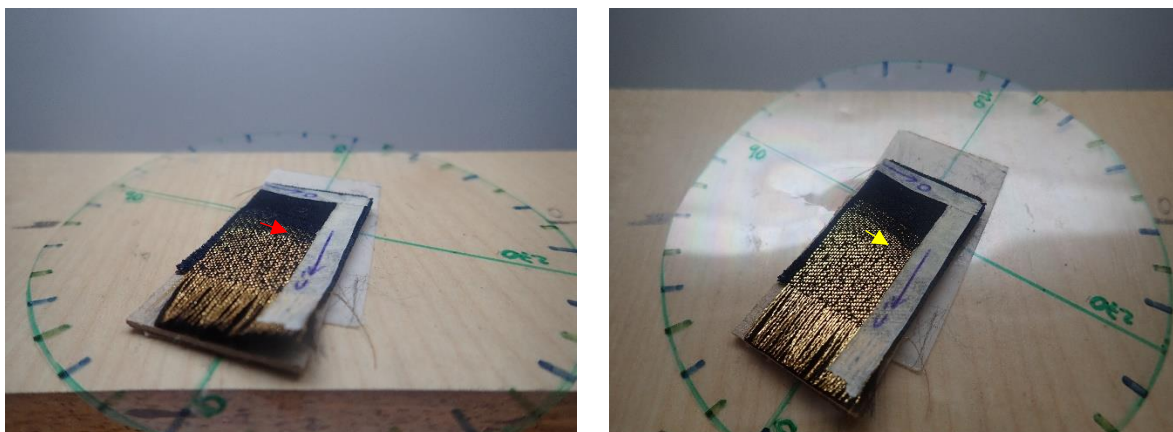
podklad vzorový útek je již nejvíce viditelný pod určitými úhly pozorovatele, v porovnání s vazebními efekty A a B.

Tab. č. 13 - Predikce barevnosti pro vazební efekt C.

$\beta$ 60°	$\alpha$ 20°	$\alpha$ 30°	$\alpha$ 40°	$\alpha$ 50°	$\alpha$ 60°	$\alpha$ 70°	$\alpha$ 80°	$\alpha$ 90°
reálné foto								
RGB dle foto								
RGB dle simulace								

Na fotografii (obr. 71) je možné vidět náklon a natočení při změně barevnosti tmavé barvy vlevo (šipka označená červenou barvou), kterou vytváří kritický úhel pohlcující světelný paprsek v údolí. Tato barevnost vytváří matný odstín vazebního efektu A.

Jelikož je na líci již vzorový útek v nejvyšším poměru 1:1 díky plátňové vazbě, je nejjednodušeji viditelný ze všech vazebních efektů A, B, C. Již při  $\alpha$  20° je vzorový útek viditelný, ale až od kritického úhlu  $\alpha$  30° se mění vizuální efekt matu na lesk. Efekt lesku je nejvíce viditelný v  $\alpha$  60°.



Obr. č. 71 - Vlevo tmavý odstín díky největšímu kritickému úhlu  $\beta 60^\circ \alpha 30^\circ$ , vpravo hnědý odstín díky nejlesklejšímu úhlu  $\beta 60^\circ \alpha 60^\circ$ .

### 3.4 Diskuze možností výroby a komerčního uplatnění struktur

Je možné vytvářet speciální komerční struktury i běžným tkaním. Pokud se budeme opírat o tvorbu Nishijin tkaniny, je potřeba pracovat s vícenásobnou tkaninou s přehuštěnou útkovou dostavou. Pro to, aby byla jedna soustava zanořena v hloubce tkaniny a vznikla třídídimenzionální tkanina, je potřeba změnit dostavu v útku seřízeným zbožového regulátoru s krokovým mechanismem pro vyšší dostavu. Naopak změnu dostavy v osnově dosáhneme změnou návodu do paprsku. Vstupní materiály mají také velikou důležitost pro vlastnosti této tkaniny. Je potřeba několik soustav nití, kde jedna soustava je zanořena a zároveň příze musí mít vlastnosti, aby se nedeformovaly a bránily tak pohledu do vnitřních vrstev tkaniny. Tyto vstupní materiály jsou monofily s vyššími zákruty.

Komerční uplatnění by mohlo být u textilií, které budou mít z různých pohledů jinou barevnost. Tato vlastnost se dá využít v módě, kde se bude například sako jevit z více stran jinak barevné. Tato móda může zaujmout společnost, která obléká formálně střížený oděv, ale chce vynikat i svou jedinečností.

Další možností komerčního uplatnění jsou bezpečnostní prvky. Pokud bude potřeba, aby bezpečnostní prvek byl viditelný jen z jedné strany či úhlu, využijí například červenou barvu, která bude vetkána do struktury tkaniny za žlutou barvu, textilní bezpečnostní prvek se bude jevit z bočního úhlu pozorovatele žlutý a přímého pohledu červený.

## 4. ZÁVĚR

Všechny body diplomové práce byly splněny. Tato práce se zabývá tkaninami se speciálními optickými efekty, která je zaměřena na japonskou Nishijin textilií. Cílem práce bylo zkonstruovat příslušné zařízení, kterým by bylo možné měřit barevnost daných vazebních efektů A, B, C a zaměřit se na souvislosti struktury a změny barevnosti s pozorovanými optickými efekty v laboratorních podmínkách za konstantních podmínek.

Při analýze vazebních efektů a definice struktury se vycházelo z teorie V. Bednáře a snímků z elektronové mikroskopie. Bylo zjištěno, že se jedná o vícenásobnou tkaninu s vazebními efekty, které jsou specifické barevným a vazebním vzorováním. Na výše uvedených vazebních efektech byla provedena simulace tkaniny v prostředí Design Scope Victor. Tento program umožňuje po naskenování dané plochy vzorku návrh, vložení technických barev a vytvoření skutečné simulace tkaniny s možným reálným tkaním v prostorách Technické univerzity v Liberci.

Pro hodnocení barevnosti bylo vyvinuto speciální laboratorní zařízení, které umožňuje skenovat vzorky za definovaných podmínek při naklánění a natáčení textilního vzorku. Získané fotografie byly analyzovány pomocí RGB modelu, kde byla struktura dat symetrická, protože díky otáčení textilního vzorku se hodnoty shodovaly na  $180^\circ$  stejně jako na  $360^\circ$ . A ty stejné vlastnosti splňoval i vzorek při naklánění z  $0^\circ$  na  $90^\circ$ .

Aby bylo možné dát hodnoty barevnosti do souvislosti se strukturou, byl vyhotoven kritický úhel, který umožňuje dedukci prvního vizuálního zlomu, a tedy změny barevnosti. Bylo zjištěno, že každý vazební efekt má jinou hodnotu kritického úhlu, zapříčiněnou barevným, vazebním vzorováním, vlastnostmi použitých nití a tím pádem i jinou strukturou vzhledu tkaniny. K tomu byly navrženy jednoduché simulace, které ukázaly regresní model, který ukazuje, jak se mění barevnost v závislosti na struktuře tkaniny. Výsledky kritického úhlu a predikce barevnosti se shodují a potvrzují změnu barevnosti zapříčiněnou různou strukturou tkaniny.

Vazebné efekty staví na vícenásobné tkanině s dvěma osnovami – hlavní a spojovací, a dvěma útky – vazním a vzorovým. Díky využití rozdílných jemností a materiálu nití je možné vytvořit třídídimenzionální tkaninu, která vytváří různě hluboká údolí ve struktuře tkaniny. Výsledný optický efekt lesku a matu je zapříčiněn různým zakrýváním vzorovacího útku s osnovou. Toto zakrytí je v tomto případě možné u vazebního efektu A, využitím půdy

v pětivazné atlasové vazbě vazního útku na líci záměnou černého osnovního multifilu za metalickou nit, která se nachází na rubu v podobě plátnového vzorového útku. Kritický úhel tedy vychází mezi  $50^\circ$  a  $60^\circ$  stupni, což potvrzuje, že je ze všech tří vazebních efektů nejméně možné zahlédnout vzorový útek a tím pádem i lesk textilie. Výsledná barevnost odpovídá hlubokému údolí ve tkanině, která pohlcuje světelné paprsky uvnitř tkaniny.

Naopak u vazebního efektu C je možné zahlédnout vazební útek ze všech tří vazebních efektů nejjednodušeji, a to již při hodnotě  $30^\circ$  kritického úhlu, což potvrzuje stejné vazebné vzorování jako u vazebního efektu A, ale se záměnou vazního útku na líci. Výsledná barevnost odpovídá mělkému údolí ve tkanině, která odráží světelné paprsky vně a uvnitř tkaniny.

Na základě potvrzení struktury a modelu je možné definovat, že pokud je známo, jak dosáhnout kritického úhlu, je snadné ovlivňovat vlastnosti struktury tkaniny a tím tak hloubku údolí. Kritický úhel je dán průměrem nití  $r$  a jejich vzdáleností  $L$ . Hloubka údolí ovlivňuje vizuální vzhled tkaniny, její barevnost a lesk na povrchu textilie. Při použití silnějších nití bude výsledné údolí hlubší a pozorovací úhel bude menší. Pokud se naopak použijí tenčí nitě, výsledné údolí bude mělké a pozorovací úhel bude větší a bude možné zahlédnout podklad tkaniny.

Tato práce může být přínosná pro výrobu speciálně optických tkanin jednoduchým způsobem, a to definováním kritického úhlu a vlastnostmi použitého materiálu ve vícenásobné tkanině a dále se tak rozvíjet při navrhování designu módních a zajímavých tkanin.



## Bibliografie

- [1] **Pfeifr, A.** *Tkalcovství a pletařství pro 2. ročník SPŠ Textilních, Základy tkalcovské technologie.* Praha: Nakladatelství technické literatury, 1981.
- [2] **Bednář V., Svatoš S.** *Vazby a rozborů tkanin 2.* Praha: Nakladatelství technické literatury, 1991. 80-03-00591-4.
- [3] **Pfeifr, A.** *Technologie tkalcovství I. příprava osnovy.* Praha: Nakladatelství technické literatury, 1970.
- [4] **Kolčavová - Sirková, B.** *Stroje a technologie tkaní, Výukové materiály.* Liberec: FT TUL, 2009.
- [5] **Bednář V., Svatoš S.** *Vazby a rozborů tkanin I.* Praha: Nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-03-00082-3.
- [6] **Kolčavová - Sirková, B.** *Struktura a vlastnosti listových a žakárských tkanin.* [[https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/157629/habilitace\\_Kolcavova\\_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/157629/habilitace_Kolcavova_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)] Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2019.
- [7] **Kovačič, V.** *Textilní zkušebnictví 2.* Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004.
- [8] **Kraus, P.** *Vliv konstrukce tkaniny na setkání.* [[https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/23943/Vliv\\_konstrukce\\_tkaniny\\_na\\_setkani.pdf?sequence=-1&isAllowed=y](https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/23943/Vliv_konstrukce_tkaniny_na_setkani.pdf?sequence=-1&isAllowed=y)] Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2016.
- [9] **Bumbálek B., Ošťádal B.** *Drsnost povrchu.* Praha: SNTL, 1989.
- [10] **Moon, O.** Challenges Surrounding the Survival of the Nishijin Silk. *International Journal of Intangible Heritage.* [Online] 2013. [Citace: 9. 6 2022.] [file:///C:/Users/jjani/Downloads/IJH-Vol.8\(eng\)\(Okpyo%20Moon\).pdf](file:///C:/Users/jjani/Downloads/IJH-Vol.8(eng)(Okpyo%20Moon).pdf).
- [11] **Center, Nishijin textile.** Nishijin Textile industry Association. *Nishijin textile center.* [Online] [Citace: 9. 6 2022.] <https://nishijin.or.jp/eng/whats-nishijin1/industry1/>.
- [12] **Winkelhöferová, V.** *Dějiny odívání (Díl 4.).* Praha: Lidové noviny, 1999. 80-7106-297-9.
- [13] **Tatsamura.** <https://www.tatsumura.co.jp/en/>. *Tatsumura.* [Online] [Citace: 9. 6 2022.] <https://www.tatsumura.co.jp/en/>.
- [14] **Masashi Kano, Hiro Akaji, Akiko Kato & Noriaki Kuwahara.** A Study on Development of a Wide Elegant Textile by Using Japanese Traditional Textile Technology of Nishijin-Ori. *Springer Link.* [Online] 23. 6 2016. [Citace: 9. 6 2022.] [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-40247-5\\_44](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-40247-5_44).
- [15] **Radoňová, E.** *Bakalářská práce.* Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012.
- [16] **Yamori, K.** The Silk Weaving Industry in Nagahama, (Hamachirimen). *Japanese Journal of Human Geography.* [Online] 1955. [Citace: 10. 6 2022.] [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjhg1948/7/1/7\\_1\\_15/\\_article/-char/en.1883-4086](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjhg1948/7/1/7_1_15/_article/-char/en.1883-4086).
- [17] **Kryštůfek, J., Wiener, J.** *Barvení textilií I.* Liberec: Vysokoškolský podnik Liberec, 2008. ISBN 978-80-7372-328-08.
- [18] **Kryštůfek, J., Wiener, J., Machaňová, D.** *Barvení textilií II.* Liberec: Vysokoškolský podnik Liberec, 2011. ISBN 978-80-7372-796-3.
- [19] **Wissling, P.** Metallic Effect Pigments: Fundamentals and Applications. *European Coatings Literature.* [Online] 2006. [Citace: 10. 6 2022.] <https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=9pulzOJqpgwC&oi=fnd&pg=PA5&dq=+Wissling,+P.:>

+Metallic+Effect+Pigments:+Fundamentals+and+Applications.&ots=C6GJJl\_zsT&sig=wiQg8OXITzy  
Mo-28wqhByEjlqU&redir\_esc=y#v=onepage&q=Wissling%2C%20P.%3A%20Metallic%20Effect.

- [20] **Bartoň, J.** *Úvod do technologie ofsetu*. Praha: 309 s., Nakladatelství grafické školy, 1. vydání. 2003. ISBN: 80-902978-6-2.
- [21] **Štibralová, J.** *Optické systémy pro textilie*. [https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/20815/V%20326-12%20T.pdf?sequence=1&isAllowed=y] Liberec: Technická Univerzita v Liberci, 2010.
- [22] **Richterová, E.** *Metalické efekty na krasobruslařských dresech*. [https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/23494/bakalarska\_prace\_2017\_Eliska\_Richterova.pdf?sequence=-1&isAllowed=y] Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2017.
- [23] **Volhejnová, K.** [https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/3656/mgr\_13512.pdf?sequence=1&isAllowed=y] Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007.
- [24] **Ryzí, A.** *Současné trendy v hodnocení topografie povrchu*. [https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/39132/ryz%3ad\_2016\_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y] Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2016.
- [25] **Matca** *matca.cz*. [Online] 2022. [Citace: 4. 1 2023.] <https://matca.cz/technologie/analyticke-metody/sem/>.
- [26] **Rambousková, M.** *Geometrická struktura tkanin z multifilu*, [https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/6657/mgr\_15484.pdf?sequence=1&isAllowed=y] Liberec: Technická Univerzita v Liberci, 2008.
- [27] **Dušková, M.** *Sorpce azobarviv do různých textilních substrátů*. [https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/111300/V\_16709\_Tb.pdf?sequence=-1] Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2009.

## Seznam obrázků

- Obr. č. 1 - Tkaný vzorek Nishijin textilie, dostupné z: [https://kyo-go.com/en/collection/each\\_item/?name=YUI004&color=lightxblue](https://kyo-go.com/en/collection/each_item/?name=YUI004&color=lightxblue). ..... 9
- Obr. č. 2 - Schéma tkacího stroje. [2]..... 11
- Obr. č. 3 - a) Podélný řez a význam barev pro tkaninu se spojovací soustavou nití b) čtení vzornice pro tkaní lícem nahoru. [7] ..... 15
- Obr. č. 4 - Část vzornice pro tkaninu se spojovací soustavou nití. [7]..... 15
- Obr. č. 5 - Vazby základní pro a) plátno, b) kepr, c) atlas. [5]..... 16
- Obr. č. 6 - Zobrazení plošné geometrie tkaniny v neplátnové vazbě v závislosti na dostavě nití. [6]... 20
- Obr. č. 7 - Zobrazení plošné geometrie tkaniny v plátnové vazbě. [6] ..... 20
- Obr. č. 8 - Geometrické a silové poměry ve vazném prvku tkaniny. [6]..... 21
- Obr. č. 9 - Geometrické a silové poměry ve strukturální buňce provázání P1, zobrazení a) plošný pohled tkaniny s buňkou P1, b) příčný řez tkaninou, c) podélný řez tkaninou. [6] ..... 22
- Obr. č. 10 - Zobrazení těsné geometrie tkaniny dvounásobné spojkové v plátnové vazbě. [6]..... 23
- Obr. č. 11 - Fáze provázání podle Novikova. [8] ..... 24
- Obr. č. 12 – Příčný řez deformovanou nití a) ovál, b) elipsa, c) čočka. [26] ..... 27
- Obr. č. 13 - Větší šířka průřezů multifilu, než prostor pro rozšíření u plátnové vazby (osnova). [26]... 28
- Obr. č. 14 - Větší šířka průřezů multifilu, než prostor pro rozšíření u atlasové vazby (osnova). [26] ... 28

Obr. č. 15 - Tkaní Nishijin kimona, je tradiční japonské řemeslo s 1200ti letou tradicí, dostupné z: <a href="https://wadenim.com/en/pages/nishijinori-history">https://wadenim.com/en/pages/nishijinori-history</a> .	30
Obr. č. 16 - Nishijin textilie, tkané na ručním tkacím stroji, lze vytkat jen několik centimetrů za den, dostupné z: <a href="https://www.japanese-tc.com/2022/03/kyoto-nishijin-brocade.html">https://www.japanese-tc.com/2022/03/kyoto-nishijin-brocade.html</a> .	32
Obr. č. 17 - Nishijin tkaný panel v lobby JW Marriott v japonském městě Nara, dostupné z: <a href="https://kyo-go.com/en/works/detail/?id=12">https://kyo-go.com/en/works/detail/?id=12</a> .	34
Obr. č. 18 - Přírodní hedvábí používané pro Nishijin textilie. [16]	37
Obr. č. 19 - Bourec morušový a kokony přírodního hedvábí, dostupné z: <a href="https://kids.wng.org/node/4156">https://kids.wng.org/node/4156</a> .	38
Obr. č. 20 - Hedvábí a jiná přírodní vlákna pod mikroskopem, dostupné z: <a href="https://www.sartor.cz/clanek/24/material-hedvabi/">https://www.sartor.cz/clanek/24/material-hedvabi/</a> .	41
Obr. č. 21 - Na obrázku je možné vidět příklad, kde jsou použity zlaté plátky ve tkanině, dostupné z: <a href="https://kyo-go.com/en/works/detail/?id=19">https://kyo-go.com/en/works/detail/?id=19</a> .	43
Obr. č. 22 – Schéma výroby PVD hliníkových pigmentů. [19]	44
Obr. č. 23 - Fixovaná fólie na japonském papíru, zvaná "haku". [14]	44
Obr. č. 24 - Rozložení tří typů stupňů barevných hliníkových pigmentů. [19]	46
Obr. č. 25 - TEM fotografie křížení sekcemi oxidizované hliníkové vločky. [19]	47
Obr. č. 26 - Příklad barevného pigmentu pod SEM v měřítku 10 μm a 2 μm. [19]	48
Obr. č. 27 - SEM fotografie frézovaných hliníkových pigmentů a PVD pigmentů. [19]	49
Obr. č. 28 - Struktura propojení pomocí Betsugarami techniky. Ta je značená oblou černou čarou, rovná černá čára značí hlavní osnovu a modrá rovná čára značí útek. [14]	51
Obr. č. 29 - Tkací strukturovaný diagram Baikoshi techniky popsany v předešlé podkapitole 1.5.3. [14]	52
Obr. č. 30 - Schéma lidského oka. [21]	53
Obr. č. 31 - Znázorněny vlnoplochy světelného záření. [21]	54
Obr. č. 32 - Lom světla. [21]	55
Obr. č. 33 - Disperze světla. [21]	55
Obr. č. 34 - Viditelná část elektromagnetického spektra. [23]	59
Obr. č. 35 - a) Mířené uspořádání (45°/0°) geometrie přístrojů a za b) kulové uspořádání (d/8°) geometrie přístrojů. [23]	64
Obr. č. 36 - Standardní zdroje osvětlení za typů osvětlení A, D65 a TL84. [23]	65
Obr. č. 37 – Snímek analyzovaného Nishijin textilního vzorku a) lící strana vzorku b) rubní strana vzorku.	66
Obr. č. 38 - Technické barvy pro simulaci textilního vzorku v programu Design Scope Victor.	69
Obr. č. 39 - Simulace textilního vzorku v programu Design Scope Victor.	69
Obr. č. 40 – a) Schéma konfokálního skenovacího mikroskopu. [24] b) Fotografie konfokálního skenovacího mikroskopu od značky Keyence, využitého v Japonsku pro rozbor textilního vzorku.	72
Obr. č. 41 - Schéma SEM mikroskopu. [25]	73
Obr. č. 42 - Rozměry 3D úhlového měřiče pro přípravu 3D optické analýzy barevnosti textilie.	74
Obr. č. 43 – Úhlový měřič vyfocený zepředu i z boku.	75
Obr. č. 44 - Vytvoření fotografií pro vyhodnocení RGB hodnot v koloristické skříni při konstantních podmínkách.	77
Obr. č. 45 - α 90° a β 10° pro vazební efekt A.	78
Obr. č. 46 - α 90° a β 10° pro vazební efekt B.	78
Obr. č. 47 - α 90° a β 10° pro vazební efekt C.	78
Obr. č. 48 - Podélný řez vazebním efektem A a) v horním řádku vazební útek a hlavní osnova b) v dolním řádku vzorový útek označen žlutě, hlavní osnova a červeně označená osnovní spojovací soustava nití.	80
Obr. č. 49 - Podélný řez vazebním efektem B a) v horním řádku vzorový útek označen žlutě a hlavní osnova b) v dolním řádku vazební útek a červeně označená spojovací soustava nití.	80

Obr. č. 50 - Podélný řez vazebním efektem C a) v horním řádku vzorový útek označen žlutě a hlavní osnova b) v dolním řádku vazební útek a červeně označená spojovací soustava nití. ....	81
Obr. č. 51 - Přechody mezi vazebními efekty B a C. ....	81
Obr. č. 52 - SEM snímek vazebního efektu A, kde černá šipka ukazuje směr útku a červená šipka vzorový útek na rubu. ....	82
Obr. č. 53 - SEM snímek vazebního efektu B, kde černá šipka ukazuje směr útku a červená šipka vzorový útek v osnovní keprové vazbě. ....	83
Obr. č. 54 - SEM snímek vazebního efektu C, kde černá šipka ukazuje směr útku a červená šipka viditelný vzorový útek v plátnové vazbě. ....	83
Obr. č. 55 - Snímek vazního efektu A získán z konfokální mikroskopie. ....	84
Obr. č. 56 - Snímek odrazu světla od vláken ve vazním efektu A získán konfokální mikroskopií. ....	85
Obr. č. 57 - Snímek vazního efektu C získán z konfokální mikroskopie. ....	86
Obr. č. 58 - Snímek odrazu světla od vláken ve vazním efektu C získán konfokální mikroskopií. ....	86
Obr. č. 59 - Geometrický model. ....	87
Obr. č. 60 - Kritický úhel $\omega$ a červeně vyznačené údolí vazebního efektu A. ....	88
Obr. č. 61 - Kritický úhel $\omega$ a červeně vyznačené údolí vazebního efektu B. ....	89
Obr. č. 62 - Kritický úhel $\omega$ a červeně vyznačené údolí vazebního efektu C. ....	90
Obr. č. 63 - Snímek 3D elektronové mikroskopie pro vazební efekt A a vliv barevnosti na strukturu. .	90
Obr. č. 64 - 3D snímky barevnosti v závislosti na geometrii vazebního efektu A. ....	91
Obr. č. 65 - Snímek 3D elektronové mikroskopie pro vazební efekt B a vliv barevnosti na strukturu. .	91
Obr. č. 66 - 3D snímky barevnosti v závislosti na geometrii vazebního efektu B. ....	91
Obr. č. 67 - Snímek 3D elektronové mikroskopie pro vazební efekt C a vliv barevnosti na strukturu. .	92
Obr. č. 68 - 3D snímky barevnosti v závislosti na geometrii vazebního efektu C. ....	92
Obr. č. 69 - Vlevo tmavý odstín díky největšímu kritickému úhlu $\beta$ $50^\circ$ a $\alpha$ $50^\circ$ , vpravo šedý odstín díky nejlesklejšímu úhlu $\beta$ $50^\circ$ a $\alpha$ $90^\circ$ . ....	118
Obr. č. 70 - Vlevo tmavý odstín díky největšímu kritickému úhlu $\beta$ $60^\circ$ a $\alpha$ $40^\circ$ , vpravo šedý odstín díky nejlesklejšímu úhlu $\beta$ $60^\circ$ a $\alpha$ $60^\circ$ . ....	120
Obr. č. 71 - Vlevo tmavý odstín díky největšímu kritickému úhlu $\beta$ $60^\circ$ a $\alpha$ $30^\circ$ , vpravo hnědý odstín díky nejlesklejšímu úhlu $\beta$ $60^\circ$ a $\alpha$ $60^\circ$ . ....	122

## Seznam grafů

Graf č. 1 - R složka oblasti A v závislosti na úhlech $\alpha$ a $\beta$ . ....	93
Graf č. 2 - R složka oblasti B v závislosti na úhlech $\alpha$ a $\beta$ . ....	94
Graf č. 3 - R složka oblasti C v závislosti na úhlech $\alpha$ a $\beta$ . ....	95
Graf č. 4 - Lineární regrese pro oblast A složky R. ....	96
Graf č. 5 - Lineární regrese pro oblast A složky G. ....	96
Graf č. 6 - Lineární regrese pro oblast A složky B. ....	97
Graf č. 7 - Oblast tkaniny A - úhel $\alpha$ pro R složku. ....	97
Graf č. 8 - Oblast tkaniny A - úhel $\beta$ pro R složku. ....	98
Graf č. 9 - Oblast tkaniny A - úhel $\alpha$ pro G složku. ....	99
Graf č. 10 - Oblast tkaniny A - úhel $\beta$ pro G složku. ....	99
Graf č. 11 - Oblast tkaniny A - úhel $\alpha$ pro B složku. ....	100
Graf č. 12 - Oblast tkaniny A - úhel $\beta$ pro B složku. ....	101
Graf č. 13 - Lineární regrese pro oblast B složky R. ....	102
Graf č. 14 - Lineární regrese pro oblast B složky G. ....	102
Graf č. 15 - Lineární regrese pro oblast B složky B. ....	103
Graf č. 16 - Oblast tkaniny B - úhel $\alpha$ pro R složku. ....	103
Graf č. 17 - Oblast tkaniny B - úhel $\beta$ pro R složku. ....	104
Graf č. 18 - Oblast tkaniny B - úhel $\alpha$ pro G složku. ....	104

<i>Graf č. 19 - Oblast tkaniny B - úhel <math>\beta</math> pro G složku.</i>	105
<i>Graf č. 20 - Oblast tkaniny B - úhel <math>\alpha</math> pro B složku.</i>	106
<i>Graf č. 21 - Oblast tkaniny B - úhel <math>\beta</math> pro B složku.</i>	106
<i>Graf .č 22 - Lineární regrese pro oblast C složky R.</i>	107
<i>Graf č. 23 - Lineární regrese pro oblast C složky G.</i>	108
<i>Graf č. 24 - Lineární regrese pro oblast C složky B.</i>	108
<i>Graf č. 25 - Oblast tkaniny C - úhel <math>\alpha</math> pro R složku.</i>	109
<i>Graf č. 26 - Oblast tkaniny C - úhel <math>\beta</math> pro R složku.</i>	109
<i>Graf .č 27 - Oblast tkaniny C - úhel <math>\alpha</math> pro G složku.</i>	110
<i>Graf č. 28 - Oblast tkaniny C - úhel <math>\beta</math> pro G složku.</i>	111
<i>Graf č. 29 - Oblast tkaniny C - úhel <math>\alpha</math> pro B složku.</i>	111
<i>Graf č. 30 - Oblast tkaniny C - úhel <math>\beta</math> pro B složku.</i>	112

## Seznam tabulek

<i>Tab. č. 1 - Parametry vstupního materiálu do vazných efektů A, B, C. Snímky získány z konfokální světelné mikroskopie s měřítkem 0,50 mm.</i>	67
<i>Tab. č. 2 - Vazební efekty A, B, C s konstrukčními parametry.</i>	68
<i>Tab. č. 3 - Lícni a rubní strana vazebního efektu A, B, C, snímky vytvořeny konfokálním mikroskopem s měřítkem 0,50 mm.</i>	68
<i>Tab. č. 4 - Simulace přibližných vazebních efektů a jejich popis struktury.</i>	70
<i>Tab. č. 5 - Parametry fotoaparátu Olympus Tough TG-5, 4K.</i>	77
<i>Tab. č. 6 - Vliv plošného zakrytí vazných buněk na vzorek A, B, C.</i>	82
<i>Tab. č. 7 - Hodnoty pro výpočet kritického úhlu u vazební oblasti A.</i>	88
<i>Tab. č. 8 - Hodnoty pro výpočet kritického úhlu u vazební oblasti B.</i>	89
<i>Tab. č. 9 - Hodnoty pro výpočet kritického úhlu u vazební oblasti C.</i>	89
<i>Tab. č. 10 - Kritický úhel a změna barevnosti.</i>	115
<i>Tab. č. 11 - Predikce barevnosti pro vazební efekt A.</i>	117
<i>Tab. č. 12 - Predikce barevnosti pro vazební efekt B.</i>	119
<i>Tab. č. 13 - Predikce barevnosti pro vazební efekt C.</i>	121
<i>Tab. č. 14 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel <math>\alpha</math> 90° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	131
<i>Tab. č. 15 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel <math>\alpha</math> 80° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	132
<i>Tab. č. 16 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel <math>\alpha</math> 70° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	133
<i>Tab. č. 17 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel <math>\alpha</math> 60° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	134
<i>Tab. č. 18 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel <math>\alpha</math> 50° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	135
<i>Tab. č. 19 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel <math>\alpha</math> 40° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	136
<i>Tab. č. 20 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel <math>\alpha</math> 30° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	137
<i>Tab. č. 21 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel <math>\alpha</math> 20° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	138
<i>Tab. č. 22 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel <math>\alpha</math> 90° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	139
<i>Tab. č. 23 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel <math>\alpha</math> 80° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	140

<i>Tab. č. 24 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel <math>\alpha</math> 70° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	141
<i>Tab. č. 25 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel <math>\alpha</math> 60° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	142
<i>Tab. č. 26 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel <math>\alpha</math> 50° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	143
<i>Tab. č. 27 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel <math>\alpha</math> 40° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	144
<i>Tab. č. 28 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel <math>\alpha</math> 30° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	145
<i>Tab. č. 29 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel <math>\alpha</math> 20° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	146
<i>Tab. č. 30 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel <math>\alpha</math> 90° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	147
<i>Tab. č. 31 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel <math>\alpha</math> 80° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	148
<i>Tab. č. 32 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel <math>\alpha</math> 70° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	149
<i>Tab. č. 33 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel <math>\alpha</math> 60° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	150
<i>Tab. č. 34 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel <math>\alpha</math> 50° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	151
<i>Tab. č. 35 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel <math>\alpha</math> 40° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	152
<i>Tab. č. 36 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel <math>\alpha</math> 30° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	153
<i>Tab. č. 37 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel <math>\alpha</math> 20° a <math>\beta</math> 10° - 360°.</i>	154
<i>Tab. č. 38 - Predikce barevnosti pro vazební efekt A <math>\alpha</math> 40° a <math>\beta</math> 20°.</i>	155
<i>Tab. č. 39 - Predikce barevnosti pro vazební efekt B <math>\alpha</math> 40° a <math>\beta</math> 20°.</i>	155
<i>Tab. č. 40 - Predikce barevnosti pro vazební efekt C <math>\alpha</math> 40° a <math>\beta</math> 20°.</i>	155

## Přílohy

### Vazební efekt A

Tab. č. 14 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel  $\alpha$  90° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
90	10	38,2	30,3	35	49,2
90	20	37,3	29,3	34,1	48,3
90	30	37,9	30,7	34,6	48,6
90	40	40,8	32,3	36,8	53,2
90	50	37,8	29	34,4	49,9
90	60	47,6	36,5	43,6	62,7
90	70	41	30,9	37,3	54,8
90	80	34	25,4	30,7	45,9
90	90	31,2	23,3	28,1	42,1
90	100	47,7	37,1	43,5	62,7
90	110	45,7	36,5	41,6	59
90	120	43	33,9	39,6	56,5
90	130	37,5	30,3	34,4	47,7
90	140	29,6	24,5	26,6	37,8
90	150	38,6	29,8	35,1	50,9
90	160	48	36,9	44	63,1
90	170	46,7	36,5	41,9	61,6
90	180	44,7	34,6	40,3	59,1
90	190	43,1	32,6	38,8	57,7
90	200	43,4	34,1	39,5	56,7
90	210	48,2	38,7	43,9	61,9
90	220	46,3	36,5	42,2	60,2
90	230	46,7	36,4	41,8	61,8
90	240	48,9	42,5	45,4	58,7
90	250	42,9	32,9	38,9	57
90	260	37,3	27,9	33,6	50,4
90	270	36,1	28,1	32,7	47,4
90	280	41,2	32,3	37,9	53,5
90	290	38,3	30,1	34,4	50,3
90	300	38,8	30,6	35,1	50,9
90	310	43,9	35,3	40,2	56,2
90	320	34,7	27,6	31,6	44,8
90	330	45,2	37,9	41,4	56,3
90	340	54,4	45,9	50,4	67,1
90	350	54,2	45,6	50,3	66,5
90	360	54,3	44,4	50,4	68,2

Tab. č. 15 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel  $\alpha$  80° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
80	10	39,3	31,3	36,5	50,2
80	20	38,6	30,8	35,5	49,3
80	30	39,3	31	36,5	50,4
80	40	46,9	37,6	43,6	59,7
80	50	47,9	38,7	44,5	60,7
80	60	45,9	36,4	42,4	58,9
80	70	38,1	29,3	34,7	50,3
80	80	39,4	30,5	36,1	51,5
80	90	36,7	28,6	33,5	48,2
80	100	37	28,9	33,9	48,2
80	110	31,9	24,7	28,7	42,4
80	120	36,5	29,3	33,9	46,3
80	130	45,9	37,5	42,7	57,6
80	140	43,9	35,9	40,9	55
80	150	44,3	36,1	41,2	55,6
80	160	46,9	38,4	43,6	58,8
80	170	41,8	34,7	38,8	51,8
80	180	43,4	36,9	40,5	52,7
80	190	42,3	34,4	39,2	53,3
80	200	46,2	37,6	42,8	58,3
80	210	45,9	36,8	42,6	58,3
80	220	42,8	33,3	39,2	55,8
80	230	43,1	33,8	39,6	55,8
80	240	42,4	32,5	38,7	55,9
80	250	44,9	34,9	41,2	58,7
80	260	41,2	31,1	37,5	55,1
80	270	36,7	29,9	34,3	46,1
80	280	31,9	25,3	29,5	40,9
80	290	37,5	29,3	34,9	48,3
80	300	38,9	31,2	36,1	49,1
80	310	41,9	32,6	38,2	54,8
80	320	38	29,9	34,9	49,3
80	330	51	40,1	47,9	64,4
80	340	38,5	30,8	35,2	49,7
80	350	44,3	34,7	41	57,1
80	360	32,1	25,2	29,6	41,5



Tab. č. 16 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel  $\alpha$  70° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
70	10	32,3	25,1	29,8	42
70	20	37,4	28,8	34,5	48,9
70	30	32,3	25,5	29,8	41,6
70	40	28,3	22,2	26,3	36,6
70	50	29,6	23,6	27,4	37,7
70	60	30	23,6	27,8	38,6
70	70	37,9	30,5	35,2	48,3
70	80	32,9	26,2	30,5	42,1
70	90	30,2	23,9	27,7	39,1
70	100	31,2	25,1	28,9	39,7
70	110	28,5	23,3	26,5	35,6
70	120	24,8	21,4	23,3	29,6
70	130	32,3	26,6	30,3	40
70	140	35,5	28,1	33,2	45,3
70	150	34,9	27,8	32,7	44,2
70	160	38,9	31,1	35,8	50,1
70	170	28,2	23,1	26,4	35
70	180	25,5	22,1	24,1	30,4
70	190	36,5	28,8	33,7	46,8
70	200	32,9	26,2	30,6	41,8
70	210	35,9	28,7	33,2	45,9
70	220	27,2	20,9	24,9	35,5
70	230	34,3	27,2	31,9	43,9
70	240	36,9	28,9	34,4	47,3
70	250	34,8	26,9	32,3	44,9
70	260	35,4	28,7	33,6	43,9
70	270	36,5	29,1	34,5	45,9
70	280	38,5	30,3	35,9	49,4
70	290	27,3	21,2	25,1	35,7
70	300	36,8	29,2	34,3	46,9
70	310	30,9	24,4	28,4	40,1
70	320	29,5	23,1	27,2	38,4
70	330	31,6	25,3	29,1	40,6
70	340	34,1	27,2	31,3	43,8
70	350	34,4	27,7	31,8	43,8
70	360	32,9	26,2	30,2	42,4

Tab. č. 17 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel  $\alpha$  60° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
60	10	34,4	26,7	31,5	44,9
60	20	32,1	25,2	29,5	41,4
60	30	32,8	26,8	30,1	41,7
60	40	32,3	26,3	29,9	40,6
60	50	31,7	25,8	29,3	39,9
60	60	23,8	19,2	22,5	29,9
60	70	37,5	30,5	34,9	47
60	80	34,9	27,5	32,8	44,3
60	90	27,8	21,6	25,9	35,9
60	100	28,8	22,1	26,8	37,5
60	110	35,1	27,7	32,8	44,9
60	120	27,6	21,9	25,7	35,3
60	130	27,2	21,4	25,4	34,8
60	140	30,6	24,3	28,7	38,7
60	150	28,6	22,6	26,6	36,6
60	160	31,8	25,9	29,8	39,9
60	170	28,8	23,1	26,6	36,6
60	180	30,4	24,8	28,5	37,9
60	190	36,1	29,3	33,4	45,4
60	200	30,3	24,4	28,4	38,1
60	210	27,8	22	25,8	35,4
60	220	30,9	24,6	28,7	39,7
60	230	25,5	19,9	23,9	32,6
60	240	25	19,8	23,5	31,6
60	250	25,5	20,1	24	32,5
60	260	25	19,4	23,3	32,5
60	270	32,9	25,3	30,9	42,4
60	280	34,2	26,9	31,9	43,7
60	290	31,7	24,6	29,7	40,7
60	300	34,2	26,8	31,8	44,1
60	310	38,9	30,9	36,6	49,3
60	320	29,9	23,6	27,8	38,5
60	330	30,9	24,4	28,6	40
60	340	29,6	23,3	27,3	38,3
60	350	34,3	27,1	31,3	44,5
60	360	29,3	22,5	27,1	38,4

Tab. č. 18 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel  $\alpha$  50° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
50	10	22,8	18,9	21,3	28
50	20	30,1	24,2	28,1	38,1
50	30	30,5	24,9	28,2	38,3
50	40	32,8	26,1	30	42,2
50	50	27,6	22,2	25,7	34,8
50	60	34,2	27,4	31,6	43,7
50	70	32,9	26,1	30,9	41,6
50	80	36,7	29,1	34,1	46,9
50	90	31	25,2	29,1	38,8
50	100	30,3	24,8	28	37,9
50	110	35,3	28,5	33,1	44,4
50	120	27,1	21,6	24,9	34,9
50	130	36,7	29	34,3	46,8
50	140	34,9	28,1	32,6	44,1
50	150	28,2	22,5	26,4	35,8
50	160	33,2	26,9	30,9	41,8
50	170	27,9	23,2	25,9	34,8
50	180	26,5	21,6	24,6	33,2
50	190	28,6	23,9	26,7	35,1
50	200	30,4	25,4	28,5	37,1
50	210	26,9	21,8	25	33,9
50	220	30,4	24,9	28,4	37,8
50	230	26,3	21,1	24,2	33,6
50	240	23,6	19,2	22,1	29,5
50	250	30,5	24,7	28,3	38,5
50	260	23,9	19,5	22,7	29,3
50	270	30,1	24,4	28,1	37,9
50	280	26,9	21,3	24,9	34,8
50	290	31,3	24,9	29,1	39,8
50	300	31,4	24,9	29,2	39,9
50	310	21,9	17,6	20,6	27,8
50	320	24	19,8	22,3	29,9
50	330	24,8	20,6	22,9	30,9
50	340	21,9	18	20,3	27,4
50	350	29,6	24,3	27,7	36,9
50	360	27,6	22,4	25,4	34,8

Tab. č. 19 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel  $\alpha$  40° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
40	10	31,9	25,9	29,7	40,4
40	20	29,9	24,3	27,9	37,4
40	30	31,3	25,1	28,8	40,1
40	40	35,2	28,2	32,5	44,9
40	50	37,7	30,2	34,8	48,1
40	60	30,9	24,5	28,6	39,6
40	70	36,9	29,4	34,5	46,7
40	80	33,9	26,9	31,6	43,4
40	90	38,8	30,8	36,4	49,1
40	100	29,9	23,6	27,7	38,6
40	110	25,5	20,2	23,3	33,1
40	120	36,7	30,8	34,9	44,3
40	130	33,4	28,1	31,5	40,7
40	140	26,2	21,9	24,2	32,4
40	150	32,4	26,9	30,2	39,9
40	160	25,6	21,1	23,6	32,2
40	170	28,5	23,6	26,2	35,7
40	180	32,6	26,7	30,4	40,8
40	190	31,3	25,6	29,3	39,1
40	200	30,7	24,1	28,7	39,3
40	210	32,4	25,9	30,3	41,1
40	220	34,6	28,5	32,2	43,1
40	230	30,7	22,3	27,7	42,1
40	240	30,5	22,1	27,5	41,9
40	250	30,1	23,2	27,7	39,3
40	260	26,3	19,2	23,9	35,8
40	270	26,6	20,1	24,2	35,3
40	280	26,6	20,3	24,2	35,2
40	290	25,5	20,1	23,6	32,8
40	300	25,7	20,4	23,8	33,1
40	310	32,9	27,5	31,2	40,1
40	320	25,9	20,9	24,4	32,5
40	330	27,5	21,9	25,7	34,8
40	340	27,2	22,3	25,6	33,7
40	350	28,8	23,7	26,9	35,7
40	360	30,7	25,1	28,8	38,2

Tab. č. 20 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel  $\alpha$  30° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
30	10	44,3	33,4	40,3	59,3
30	20	36,1	26,5	32,7	49,1
30	30	37,2	27,1	33,2	51,2
30	40	36,1	25,8	32,5	49,8
30	50	37,4	27,3	33,5	51,5
30	60	40,7	29,4	36,4	56,2
30	70	40	29,2	36,1	54,7
30	80	34,5	24,7	31,2	47,7
30	90	43	32,9	39,3	56,9
30	100	34,7	27,1	32,4	44,8
30	110	35,8	26,9	32,8	47,7
30	120	37,6	28,8	34,4	49,5
30	130	37,7	28,3	34,3	50,6
30	140	37,7	28,4	34,4	50,2
30	150	41,3	31,4	37,5	55,2
30	160	41	30,8	36,9	54,9
30	170	36,5	28,2	33,5	47,8
30	180	36,9	28,8	33,9	47,9
30	190	41,2	31,4	38	54,3
30	200	37,2	28,5	34,1	48,9
30	210	34,9	25,5	31,7	47,7
30	220	36,4	26,5	32,6	50,2
30	230	35,5	24,7	31,6	50
30	240	35,8	24,5	31,5	51,3
30	250	33,3	22,9	29,4	47,6
30	260	28,9	19,6	25,2	41,9
30	270	33,9	23,3	30,6	48,1
30	280	31,4	21,6	27,8	44,6
30	290	28,3	19,5	25,1	40,2
30	300	30,2	21,4	26,9	42,2
30	310	33,1	24,8	30,2	44,3
30	320	42,2	31,8	38,6	56
30	330	41,1	31,2	37,7	54,5
30	340	50,6	39,4	46,5	65,9
30	350	53,4	41,5	49	69,6
30	360	45,6	34,9	41,2	60,6

Tab. č. 21 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu A pro úhel  $\alpha$  20° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
20	10	46,2	35,2	42,3	61,2
20	20	44,5	33,6	40,6	59,2
20	30	45,2	34,2	40,9	60,4
20	40	42,2	31,2	37,7	57,6
20	50	40,5	30,1	35,9	55,6
20	60	44	31,9	39,1	60,9
20	70	61,5	46,3	56,2	82,1
20	80	35,7	25,8	32,3	49,1
20	90	48,1	37,7	44,4	62
20	100	39,7	31,3	37,2	50,6
20	110	46,7	35,9	42,3	61,7
20	120	43,1	33,1	39,3	57
20	130	43,9	34,2	40	57,4
20	140	41,5	31,9	37,8	54,7
20	150	43,9	33,9	40,3	57,5
20	160	45,6	35,5	41,9	59,5
20	170	46,9	36,8	43,3	60,7
20	180	51,4	40,5	47,8	65,8
20	190	42,6	33,1	39,5	55,3
20	200	38,2	28,3	34,6	51,7
20	210	35	25,7	31,7	47,7
20	220	49,8	38,5	45,4	65,6
20	230	46,2	33,8	41,6	63,2
20	240	45,9	31,8	40,9	64,9
20	250	37,6	25,4	33,4	53,9
20	260	45,1	33,5	41,1	60,9
20	270	45,6	34,9	41,8	60,2
20	280	43,2	31,3	38,9	59,1
20	290	41,9	30,7	38,2	57,2
20	300	44,5	32,9	40,8	59,9
20	310	45,3	34,1	41,4	60,3
20	320	46,7	35,3	42,6	62,1
20	330	47,9	37,1	43,7	63,1
20	340	51,2	39,8	46,7	66,9
20	350	52,8	40,4	48,7	69,3
20	360	54,8	42,6	50,6	71,3

## Vazební efekt B

Tab. č. 22 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel  $\alpha$  90° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
90	10	35,8	32,9	33,3	41,3
90	20	35,8	32,5	33,4	41,7
90	30	33,5	30	31	39,8
90	40	34,7	29,7	31,2	43,1
90	50	33,7	27,7	30,5	43
90	60	40,5	32,5	37,1	51,9
90	70	36,5	27,5	33	48,9
90	80	36,8	27,4	33,5	49,5
90	90	37,3	28,7	34	49,3
90	100	52,1	42,1	48,3	66,1
90	110	54,4	46,6	50,4	66,2
90	120	50,5	43,6	47	61,1
90	130	43,7	39,9	40,1	50,4
90	140	42,7	38,9	39,6	49,6
90	150	33,6	28,1	30,5	42,2
90	160	45,1	37,1	41,6	56,4
90	170	46,5	39,7	42,3	57,6
90	180	47,7	38,7	43,8	60,4
90	190	46,3	36,9	42,3	59,6
90	200	42,7	38,3	39,8	50,1
90	210	47,9	42,6	44,4	56,8
90	220	49,3	44,2	45,9	57,8
90	230	49,1	42,9	44,9	59,4
90	240	49,5	41,8	45,6	61,2
90	250	46,5	36,9	42,3	60,2
90	260	44,6	37,2	41,2	55,5
90	270	43,7	35,6	40,4	55
90	280	43,3	34,6	40,1	55,3
90	290	42,9	35,4	39,2	54,2
90	300	41,4	34,7	37,6	51,9
90	310	49,3	42,4	45,6	59,9
90	320	37,4	33,3	34,5	44,3
90	330	57,7	52,3	54,2	66,5
90	340	46,9	44,3	43,4	52,9
90	350	47,7	44,8	44,5	53,9
90	360	51,2	47,1	48,1	58,4

Tab. č. 23 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel  $\alpha$  80° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
80	10	41,6	39	39,7	46,2
80	20	36	33,6	34	40,5
80	30	35,9	32,9	33,8	41,2
80	40	46,6	42,4	43,7	53,5
80	50	42,9	37,2	39,6	51,9
80	60	37,3	30,3	34,2	47,5
80	70	37,1	30,6	34,1	46,6
80	80	38,6	31,2	35,7	48,8
80	90	39,9	32,6	36,8	50,5
80	100	40,4	33,1	37,6	50,6
80	110	48,4	41,3	45,2	58,7
80	120	39,4	34,1	37,1	47
80	130	51,8	46,9	49,1	59,2
80	140	48,7	43,6	45,9	56,4
80	150	49,2	44,3	46,7	56,7
80	160	52,9	49,7	50	58,9
80	170	53,4	51,4	51,2	57,5
80	180	55,1	54	52,9	58,4
80	190	53,6	52,4	51,6	56,9
80	200	56,9	54,9	54,5	61,4
80	210	52,9	49,6	50,8	58,3
80	220	48,6	42,6	46,2	56,9
80	230	51,6	45	48,9	60,7
80	240	50,7	41,8	47,7	62,4
80	250	50,1	41,3	46,9	62,3
80	260	49,3	40,6	45,8	61,6
80	270	44,8	37,3	42,2	54,8
80	280	41,9	34,9	39,6	51,5
80	290	43,7	35,7	41,3	54
80	300	43,7	36,8	41,2	53,3
80	310	51,6	43,3	48,4	63,1
80	320	46,3	40,1	43,9	54,7
80	330	74,5	67,6	72,3	83,8
80	340	51,7	46,8	49,6	58,7
80	350	63,8	59,7	61,4	70,3
80	360	51,3	49,1	49,7	55,1



Tab. č. 24 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel  $\alpha$  70° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
70	10	50,3	50,9	50,6	49,4
70	20	61,6	63,5	60,6	60,6
70	30	53,1	56,8	51,6	50,9
70	40	39,4	39,1	38,4	40,6
70	50	35,2	34,9	34,1	36,7
70	60	38,3	36,8	37	40,8
70	70	42,5	38,9	40,8	47,9
70	80	33,7	30,7	32,3	38,3
70	90	27,7	24,5	25,8	22,8
70	100	30,5	26,9	28,7	35,8
70	110	26,8	23,8	25,4	31,1
70	120	51,5	57,7	50,1	43,2
70	130	60,5	65,9	59,1	56,7
70	140	36,2	35,7	35,2	37,8
70	150	37,1	36,9	35,9	38,2
70	160	53,2	57,4	52	50,2
70	170	49,7	55,4	49,5	44,3
70	180	52,3	58,7	51,5	46,7
70	190	59,8	66	58,5	54,8
70	200	57,2	59,6	55,9	56,1
70	210	53,6	55,1	52,3	53,4
70	220	37,9	37,7	37,3	39,1
70	230	46,7	45,3	45,7	48,9
70	240	48,7	46,1	47,5	52,5
70	250	42,5	37,3	40,4	49,7
70	260	42,9	37,8	41,1	49,9
70	270	41,6	34,9	39,9	49,9
70	280	44,2	36,8	41,8	53,9
70	290	32,9	27,3	31,1	40,7
70	300	39,7	33,4	37,6	48,3
70	310	37,7	32,5	35,9	44,7
70	320	56,1	48,5	54,2	65,7
70	330	57,5	52,5	55,8	64,2
70	340	54,5	53,1	53,9	56,5
70	350	66,6	63,6	66,8	69,5
70	360	66,2	65,8	66,6	66,1

Tab. č. 25 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel  $\alpha$  60° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
60	10	71,7	76,8	70,5	67,9
60	20	65,6	72,5	64,3	59,9
60	30	58,8	65,1	56,9	54,6
60	40	47,7	49,7	46,6	46,8
60	50	41,3	42,1	39,9	41,9
60	60	35,6	34,9	35,2	36,7
60	70	34,2	30,7	32,3	39,6
60	80	34,5	30,7	32,9	39,8
60	90	26,2	22,1	24,6	31,9
60	100	26,8	22,3	25,3	32,7
60	110	32,5	27,9	30,8	38,7
60	120	36,5	32,3	35,8	41,4
60	130	29,8	26,7	28,9	33,7
60	140	37,1	36,5	36,4	38,5
60	150	45,8	47,6	45,1	44,7
60	160	55,1	59,6	54,4	51,4
60	170	60,6	66,8	59,6	55,6
60	180	70,3	78,2	69,1	63,7
60	190	71,3	78,4	70	65,6
60	200	60,3	62,9	60	58
60	210	46,3	48,1	46,1	44,8
60	220	51,1	51,4	50,6	51,3
60	230	37,1	36,8	36,9	37,7
60	240	34,1	32,8	33,4	36,2
60	250	33,5	31	32,6	36,8
60	260	28,6	24,3	27,2	34,3
60	270	39,6	33,5	38	47,3
60	280	40,5	34	38,5	48,7
60	290	36,6	30,7	34,9	44,2
60	300	39,5	33	37,5	47,9
60	310	43,3	37,4	41,1	51,4
60	320	38,4	34,2	37,3	43,7
60	330	47,8	46,1	46,1	51,1
60	340	47,9	47,8	46,8	49,4
60	350	78,7	75,4	79	81,8
60	360	67,3	68,7	67,5	65,8

Tab. č. 26 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel  $\alpha$  50° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
50	10	55,4	61,4	55,8	49,2
50	20	62,2	68,8	61,9	55,9
50	30	56,9	61,5	56,3	52,9
50	40	44,9	46,1	43,1	45,6
50	50	48,1	47,2	49,1	47,9
50	60	45,5	42,1	44,6	49,9
50	70	29,8	25,8	27,9	35,6
50	80	33,7	28,5	31,3	41,1
50	90	32,2	28,7	30,5	37,4
50	100	29,5	25,8	27,5	35,3
50	110	33,7	29,4	31,9	39,8
50	120	25,9	21,9	24,5	31,4
50	130	34,4	29,7	32,3	41
50	140	39,2	37,1	38,2	42,3
50	150	45,8	47,5	45,3	44,6
50	160	53,2	53,6	53,4	52,6
50	170	60,8	66,6	59,9	56,1
50	180	66,1	72,5	65,2	60,5
50	190	62,7	69,3	61,6	57,4
50	200	58,6	63,6	57,9	54,5
50	210	49,3	52,3	48,7	46,9
50	220	44,9	44,2	44,2	46,5
50	230	34,8	32,9	33,8	37,9
50	240	32,2	30,9	31	34,8
50	250	38,7	36,2	37,5	42,5
50	260	29,3	26,9	28,6	32,2
50	270	35,8	31,8	34,3	41,2
50	280	29,7	24,5	28,2	36,6
50	290	34,4	28,8	32,8	41,5
50	300	35,1	29,5	33,5	41,9
50	310	29,9	26,2	29,3	34,1
50	320	29,8	27,4	28,9	33,2
50	330	34,4	32,6	33,1	37,4
50	340	33,6	33,6	33	34,3
50	350	40,3	41,2	38,8	40,8
50	360	56,6	57,7	53,8	50,4

Tab. č. 27 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel  $\alpha$  40° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
40	10	52,9	56,7	51,9	49,9
40	20	49,4	52,6	49,3	46,4
40	30	42,3	43,5	41	42,6
40	40	41,9	40,6	39,8	45,2
40	50	38,6	34,7	36,3	44,7
40	60	30,6	25,2	28,4	38,1
40	70	34,8	28,9	32,1	43,5
40	80	34,5	27,7	32,1	43,6
40	90	38,9	32,4	36,5	47,8
40	100	35,4	29,8	33,6	42,7
40	110	34,1	29,7	33,2	39,2
40	120	40,3	36,9	40,1	43,9
40	130	33,5	30,4	32,4	37,7
40	140	36,9	33,8	35,6	41,4
40	150	40,8	40,3	39,5	42,6
40	160	48,5	49,7	47,1	48,7
40	170	59,6	63,8	57,9	57,1
40	180	67,1	72,1	65,6	63,5
40	190	58,6	61,7	57,5	56,5
40	200	51,8	53,2	50,7	51,7
40	210	47,8	46,8	45,9	50,6
40	220	43,7	41,5	42,1	47,4
40	230	38,2	33,4	36,3	44,9
40	240	41,1	35,9	38,9	48,1
40	250	36,2	30,5	34,1	44,1
40	260	33,8	26,5	31,9	42,9
40	270	31,5	24	29,4	41,1
40	280	32,4	26,2	30,6	40,5
40	290	28,7	22,9	27,1	36,2
40	300	31,3	26,4	29,8	37,7
40	310	29,4	23,9	27,5	36,8
40	320	30,6	25,8	29,1	37
40	330	31,9	27,8	30,5	37,5
40	340	33,2	30,9	32,1	36,8
40	350	40,7	41,1	39,8	41,2
40	360	50,4	54,3	49,6	47,2

Tab. č. 28 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel  $\alpha$  30° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
30	10	56,4	53,5	53,9	61,9
30	20	44,5	41,6	42,3	49,6
30	30	38,8	33,3	35,9	47,2
30	40	34,9	27,3	31,9	45,6
30	50	33,9	25,7	30,4	45,8
30	60	38,6	28,2	34,2	53,5
30	70	36,1	25,8	31,8	50,7
30	80	33,3	23,4	30,1	46,5
30	90	45,5	36,6	42,3	57,7
30	100	33,3	25,4	30,9	43,4
30	110	33,8	25,9	31,3	44,3
30	120	35,4	28,2	33	44,9
30	130	38,1	31,3	35,3	47,7
30	140	35,4	28,2	32,8	45,2
30	150	47,5	42,9	44,9	54,6
30	160	43,4	38,3	40,7	51,2
30	170	51,9	50,5	50,4	54,8
30	180	51,9	50,7	50	54,9
30	190	53,6	51,1	51,9	57,7
30	200	42,2	37,1	39,8	49,6
30	210	36,2	29,1	33	46,4
30	220	39,3	31,9	36,5	49,4
30	230	40,6	30,7	37,1	53,9
30	240	40,9	30	37,2	55,7
30	250	39,9	27,7	36	55,9
30	260	34,2	24,8	30,6	47,3
30	270	35,5	24,8	32,1	49,6
30	280	37,4	25,4	33,4	53,5
30	290	35,8	25,5	32,4	49,5
30	300	35	24,8	31,6	48,7
30	310	37	27,7	34,2	49,2
30	320	39,7	30,6	36,3	52,2
30	330	39,1	29,5	35,4	52,5
30	340	49	40,4	44,9	61,8
30	350	56,9	49,6	53,1	68,1
30	360	57,2	52,7	54,3	64,5

Tab. č. 29 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu B pro úhel  $\alpha$  20° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
20	10	52,3	46,5	49,4	60,9
20	20	42,9	37,2	40,4	51,5
20	30	39,1	31,7	35,5	50,2
20	40	38,4	29,7	34,3	51,2
20	50	40,9	30,5	36,7	55,7
20	60	41,3	29,9	36,7	57,4
20	70	58,2	44,1	53,3	77,3
20	80	31,4	21,8	28,1	44,4
20	90	43,5	31,9	39,9	58,7
20	100	37,2	28,2	34,7	48,7
20	110	46,8	37,8	43,4	59,5
20	120	41,7	32,8	38,6	53,6
20	130	41,9	34,1	38,9	52,7
20	140	44,2	36,6	41,2	54,9
20	150	46,9	39,3	43,9	57,6
20	160	47,4	40,5	44,5	57,3
20	170	61,3	55,9	58,6	69,5
20	180	63,2	57,9	60,6	70,9
20	190	49,3	44,6	46,7	56,5
20	200	43,3	39,2	41,2	49,4
20	210	39,5	34,8	36,9	46,6
20	220	48,3	39,7	44,9	60,3
20	230	49,3	40,6	46,2	61,1
20	240	51	40,5	47,4	65,2
20	250	45,9	35,7	42,3	59,7
20	260	47,8	37,9	44,2	61,4
20	270	51,6	38,8	47,6	68,3
20	280	46,9	36,4	44,1	60,3
20	290	43,9	34,1	40,5	57,2
20	300	47,1	35,5	43,1	62,7
20	310	47,7	36,9	43,8	62,6
20	320	49,1	37,7	45,1	64,3
20	330	48,3	37,2	44,2	63,3
20	340	48	37,5	43,9	62,6
20	350	49,7	39,1	45,5	64,5
20	360	57,1	47,9	53,1	70,4

## Vazební efekt C

Tab. č. 30 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel  $\alpha$  90° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
90	10	52,1	55,7	50,2	50,4
90	20	53	54,8	51,5	53
90	30	47,3	49,2	45,1	47,6
90	40	49	51,4	46,2	49,5
90	50	50,7	51,3	48,1	52,7
90	60	57,4	56,9	54,3	60,9
90	70	52,8	52,4	50,3	32,4
90	80	49,2	49,1	46,6	51,7
90	90	47,9	48,3	45,3	49,9
90	100	62,1	63,1	58,8	64,4
90	110	68,8	72	65,5	68,9
90	120	67,6	70,3	65,3	67,1
90	130	62,2	68,4	60,1	58,1
90	140	63,6	72,9	61,8	56
90	150	48,6	50,1	46,1	49,9
90	160	57,1	56,8	54,1	60,2
90	170	64,2	61,8	60,6	70,2
90	180	60,8	57,9	57,5	66,9
90	190	64,6	61,5	61,4	71,1
90	200	54,9	59,3	52,5	53,1
90	210	60,4	63,7	57,3	60
90	220	57,6	57,8	54,8	60,2
90	230	59,9	60,2	56,7	62,8
90	240	59	56,6	55,9	64,7
90	250	66,8	64,2	63,5	72,7
90	260	52,5	49,1	49,7	58,6
90	270	53,4	50,2	50,7	59,3
90	280	58,2	55,3	55,5	63,9
90	290	66,1	65,4	63,8	69
90	300	66,8	66,2	64,3	24,8
90	310	71,6	71,1	69,1	74,5
90	320	63,5	64,5	61,3	64,7
90	330	78	81,1	75,7	77,2
90	340	74,8	78,6	72,2	73,7
90	350	72,2	76,8	69,9	69,9
90	360	68,9	73,2	67,2	66,5

Tab. č. 31 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel  $\alpha$  80° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
80	10	62,4	67,5	61,9	57,7
80	20	61,8	66,7	61	57,7
80	30	58,2	61,9	57,4	55,2
80	40	63,1	66,5	61,6	61,3
80	50	62,9	65,8	61,1	61,8
80	60	54,4	55,3	52,6	55,2
80	70	48,8	48,5	47,1	51,1
80	80	44,5	43,6	42,7	47,3
80	90	50,9	50,7	49,1	53
80	100	53,8	54,5	52,1	54,7
80	110	59,3	60,6	57,3	59,9
80	120	55,3	59,1	54,3	52,4
80	130	66,4	71,9	64,9	62,3
80	140	65,2	71,9	63,8	60,1
80	150	68,9	75,7	67,4	38,7
80	160	71,8	76,4	70,2	68,8
80	170	64,8	71,7	63,5	59,3
80	180	67,6	74,5	66,2	62,2
80	190	66,2	72	64,9	61,6
80	200	70,6	75,2	69,1	67,4
80	210	65,5	68,9	63,9	63,5
80	220	73,6	76,7	72,8	71,2
80	230	71,9	73,5	70,5	71,6
80	240	66,4	68,4	65,4	65,5
80	250	71,4	72	70,4	71,9
80	260	71,5	71,4	70,9	72,2
80	270	72,8	72,9	72,3	73,2
80	280	69,4	69,3	69,3	69,7
80	290	78,5	79,3	78,1	78,3
80	300	88,4	89,7	89,6	85,9
80	310	97,7	97,1	98,4	97,4
80	320	89,3	91,6	89,7	86,5
80	330	94,8	96,7	95,8	91,9
80	340	103,1	103,1	107,3	98,9
80	350	94,4	98,7	95,7	88,7
80	360	75,3	82,4	75,6	67,9



Tab. č. 32 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel  $\alpha$  70° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
70	10	79	84,5	83,5	69,2
70	20	87,4	96,3	88,1	77,9
70	30	97,1	104,5	98,9	87,8
70	40	66,1	74,5	66,3	57,2
70	50	65	72,4	66,2	56,4
70	60	58,5	65,2	59,1	51,1
70	70	61,3	67,1	61,6	55,4
70	80	52,8	58,5	52,9	46,9
70	90	51,5	58,2	50,8	45,5
70	100	57,8	65,1	57,1	51,1
70	110	52,9	61,1	52,4	45,3
70	120	71,4	86,1	71,1	57,1
70	130	80,3	94,2	79,9	66,9
70	140	62,8	75,6	61,4	51,5
70	150	66,3	79,4	65,1	54,3
70	160	75,2	87,9	74,6	63,2
70	170	69,1	83,8	68,7	54,7
70	180	70,5	85,1	70	56,5
70	190	77,4	92,7	76,6	62,9
70	200	72,7	86,5	72,3	59,3
70	210	76,8	90,5	75,9	64,1
70	220	68,9	81,5	68,9	56,2
70	230	77,1	85,5	77,6	67,9
70	240	80,3	86,6	81,3	72,9
70	250	77,8	81,5	79,6	72,9
70	260	76,2	77,9	78,4	72,2
70	270	78,7	78,9	82,1	75,2
70	280	83,9	83,4	87,3	81,1
70	290	76,1	76,7	79,9	71,5
70	300	95,9	94,3	100,6	92,8
70	310	86,2	90,3	88,9	79,3
70	320	98,4	96,7	105,3	93,3
70	330	104,8	104,2	111,5	98,8
70	340	115,3	114,7	123,1	108,2
70	350	116,4	115,4	125,3	108,5
70	360	105,4	109,6	111,6	95,1

Tab. č. 33 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel  $\alpha$  60° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
60	10	103,1	116,5	103,5	89,3
60	20	109,3	115,6	114,1	98,1
60	30	93,3	103,9	94,6	81,3
60	40	87,2	94,5	90,1	77,1
60	50	89	94,6	92,1	80,5
60	60	63,2	70,1	65,8	53,7
60	70	73,1	78,2	74,6	66,6
60	80	68,8	73,7	71,2	61,5
60	90	60,3	66,9	60,9	53,1
60	100	61,7	68,4	61,9	54,9
60	110	66,5	73,8	66,5	59,3
60	120	76,4	84,3	77,3	67,6
60	130	67,8	73,3	66,9	55,9
60	140	76,9	87,2	78,4	65,2
60	150	80,1	95,6	79,5	65,2
60	160	85,5	101	85,4	70,2
60	170	83,7	98,8	83,8	68,6
60	180	95	111,9	94,3	78,7
60	190	92,8	108	92	78,2
60	200	85,9	103,3	84,9	70
60	210	75,1	88,7	75,2	61,5
60	220	74,9	84,5	75,6	64,8
60	230	67,6	75,4	69,6	57,8
60	240	61,7	67,9	63,4	53,8
60	250	64,1	67,4	67	57,9
60	260	64,7	66,6	68,3	59,2
60	270	73,6	74,9	77,1	68,9
60	280	78,8	78	83,8	74,7
60	290	77,1	75,8	82,6	72,7
60	300	84,4	84,8	89,4	78,9
60	310	90	90,5	95,1	84,5
60	320	92,6	94,7	98,3	84,9
60	330	104,4	107,6	109,9	95,7
60	340	104,7	106,4	112,2	95,5
60	350	110,4	113,4	116,7	101,1
60	360	98,3	105,7	102,9	86,5

Tab. č. 34 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel  $\alpha$  50° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
50	10	80,8	94,5	82,7	65,2
50	20	91,6	107,9	92,2	74,6
50	30	84	95,4	86,3	70,5
50	40	87,9	101,8	87,9	74,1
50	50	80,4	93,8	81,1	66,5
50	60	74,9	81,6	76,2	66,9
50	70	78,6	80,3	83,3	67,9
50	80	81	86,5	82,9	73,7
50	90	68,4	75,2	68,7	61,2
50	100	71,4	80,6	71,5	62,1
50	110	79,3	88,2	79,6	70
50	120	69,9	78,3	70,5	61
50	130	88,6	100	87,9	77,6
50	140	90,4	105,4	89,4	76,4
50	150	82,9	96,4	83,5	68,9
50	160	96,9	107,4	100,3	82,9
50	170	88,5	103,6	88,7	73,2
50	180	90,5	105,8	90,4	75,2
50	190	83,6	97,7	83,4	69,7
50	200	80,8	92,4	81,5	68,5
50	210	69,7	80,9	70,5	61,9
50	220	80,1	85,1	84,2	71,2
50	230	63,2	70,9	64,2	58,6
50	240	52,4	57,2	54,6	45,5
50	250	61,8	65,5	63,8	56
50	260	51,7	54,7	54,7	45,7
50	270	62,8	65,3	65,3	57,6
50	280	64,3	66,3	67,9	58,7
50	290	70,4	72	74,2	65,1
50	300	80,7	82,1	87,2	72,8
50	310	73,5	78	80,2	62,5
50	320	74,2	78,4	80,9	63
50	330	87,5	92,7	95	74,7
50	340	79,4	86,5	85,9	65,9
50	350	71,1	78,9	74,7	59,5
50	360	88,7	100,2	92,4	73,5

Tab. č. 35 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel  $\alpha$  40° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
40	10	73,2	84,2	74,3	60,9
40	20	75,4	87,7	76,6	61,9
40	30	74,3	88,2	73,2	61,5
40	40	76,9	89,4	75,8	65,7
40	50	77,9	89,7	76,7	67,4
40	60	64,3	71,9	64,8	56,2
40	70	70,3	78,6	70	62,5
40	80	64,4	65,4	68,6	59,2
40	90	68,4	71,4	69,9	64
40	100	68,9	71,9	70,6	64,1
40	110	61,4	67,6	62,3	54,4
40	120	67,5	75,5	68,4	58,6
40	130	74,2	81,7	75,4	65,4
40	140	84,8	92,6	88,3	73,5
40	150	87,2	104,2	85,4	71,7
40	160	88,1	103,8	87,4	72,8
40	170	85,1	100,2	84,2	71
40	180	81,3	94,4	80,9	68,6
40	190	68,7	79,6	68,7	57,9
40	200	63,9	72,2	63,8	55,7
40	210	62,7	70,4	62,3	55,6
40	220	55,2	57,5	54,9	53,3
40	230	50,6	52,4	50,5	48,8
40	240	46,3	46,7	46,1	46
40	250	45,4	44,5	45,3	46,4
40	260	48,5	45,4	48,4	51,6
40	270	48,5	46,6	48,4	50,4
40	280	52	50,9	52,9	52,1
40	290	52,6	53,1	53,9	50,8
40	300	58,9	59,4	61,6	55,6
40	310	57,2	59,1	58,8	53,8
40	320	67	70,6	70,3	60,1
40	330	63,9	70,1	66,6	55,1
40	340	70,3	77,5	73,5	59,8
40	350	69,4	77,3	72,8	58,2
40	360	72,4	84,1	73,8	59,3

Tab. č. 36 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel  $\alpha$  30° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
30	10	73,9	77,3	72,9	71,6
30	20	61,7	65	60,8	59,2
30	30	60,2	62,9	59,2	58,5
30	40	54,9	53,9	53,9	57
30	50	52,4	50,9	50,9	55,3
30	60	55,1	52,4	53,7	59,3
30	70	53	49,9	52,8	46,2
30	80	45,1	41,7	44,6	49,1
30	90	48,8	46,8	47,7	51,9
30	100	45,4	45,5	44,8	45,8
30	110	51,8	51,2	50,9	53,2
30	120	61,3	62,1	61,1	60,7
30	130	76,7	87,7	74,8	67,5
30	140	68,6	74,3	67,2	64,2
30	150	75,7	86,4	74,4	66,3
30	160	77,3	88,9	75,9	66,9
30	170	66,6	75,3	65,9	58,6
30	180	61,9	68,8	60,9	55,8
30	190	60,8	64,2	60,1	58,2
30	200	52,1	55,5	51,3	49,7
30	210	46,2	44,8	44,2	49,6
30	220	45,1	42,9	43,9	48,5
30	230	48,5	42,3	46,8	56,5
30	240	45,4	38,5	42,7	55
30	250	44,1	37,1	42,1	53,1
30	260	42,4	33,3	39,3	54,4
30	270	40,1	31,2	37,3	51,7
30	280	46,9	37,6	43,6	59,5
30	290	46,8	38,6	43,9	58
30	300	54	48,7	51,6	62,1
30	310	57,3	53,7	55,5	62,7
30	320	68,5	67,7	68,3	69,6
30	330	63,6	63,7	62,9	64,3
30	340	82,5	83,5	82,4	81,7
30	350	85,9	87,6	86,2	83,9
30	360	76,6	78,5	75,1	73,2

Tab. č. 37 - Naměřená data RGB složek v ImagineJ vazebního efektu C pro úhel  $\alpha$  20° a  $\beta$  10° - 360°.

úhel $\alpha$	úhel $\beta$	šedá	R	G	B
20	10	64	65,3	61,9	64,9
20	20	60,8	61,7	58,6	62,2
20	30	59,7	59,2	57,2	62,7
20	40	52,4	48,6	48,9	59,7
20	50	53,9	50,4	50,8	60,4
20	60	50,4	42,7	46,6	61,8
20	70	63,7	54,9	59,8	76,4
20	80	45,7	42,2	45,1	49,9
20	90	46,6	39,5	43,9	56,3
20	100	42,4	37,9	40,6	48,7
20	110	54,5	54	52,1	57,2
20	120	53,9	56,2	52,2	53,3
20	130	64,1	70,6	62,4	59,1
20	140	68,7	76,2	67,2	62,8
20	150	67,9	75,8	66,8	61,4
20	160	69,3	77,2	68,5	62,3
20	170	69,8	76,5	68,4	64,5
20	180	71,4	75,8	69,8	68,6
20	190	57,1	59,6	55,7	56,1
20	200	56,6	57	55,6	57,2
20	210	47,3	48,4	46,4	47,1
20	220	56,6	53,9	54,7	61,1
20	230	49,4	40,9	46,2	60,9
20	240	52,1	39,8	47,8	68,8
20	250	42,1	32,4	38,9	55,1
20	260	50,1	37,2	46,1	66,9
20	270	49,9	37,8	45,5	66,6
20	280	47,8	34,4	43,9	65,2
20	290	47,3	34,2	43,1	64,6
20	300	52,6	40,3	48,1	69,4
20	310	58,2	51,1	54,8	68,7
20	320	62,1	56,7	58,9	70,7
20	330	63,4	59,6	60,6	69,9
20	340	65,6	63,3	62,8	70,6
20	350	67,8	65,8	65	72,6
20	360	70,9	70,6	68,7	73,4

Tab. č. 38 - Predikce barevnosti pro vazební efekt A  $\alpha$  40° a  $\beta$  20°.

$\beta$	$\beta$ 0-90	$\alpha$		a2	a1	a0	b2	b1	b0	výpočet	skutečnost
20	20	40	R	-0,00005	0,0068	-0,1855	0,012	-1,2893	58,2	25,958	24,3
20	20	40	G	-0,00005	0,0022	-0,0264	0,0138	-1,4446	64	27,928	27,9
20	20	40	B	-0,0001	0,0102	-0,2442	0,022	-2,4315	103,64	41,656	37,4
										4,5676344	

Tab. č. 39 - Predikce barevnosti pro vazební efekt B  $\alpha$  40° a  $\beta$  20°.

$\beta$	$\beta$ 0-90	$\alpha$		a2	a1	a0	b2	b1	b0	výpočet	skutečnost
20	20	40	R	0,0003	-0,0339	0,41	-0,0201	2,203	4,67	51,31	52,6
20	20	40	G	0,0003	-0,0282	0,3732	-0,0127	1,372	22,673	51,737	49,3
20	20	40	B	0,0002	-0,0216	0,3489	0,0006	-0,1036	60,03	52,944	46,4
										7,101197	

Tab. č. 40 - Predikce barevnosti pro vazební efekt C  $\alpha$  40° a  $\beta$  20°.

$\beta$	$\beta$ 0-90	$\alpha$		a2	a1	a0	b2	b1	b0	výpočet	skutečnost
20	20	40	R	0,0001	-0,0118	-0,2106	-0,0316	3,4637	9,5774	87,1134	87,7
20	20	40	G	0,0001	-0,01	-0,1003	-0,0259	2,8685	13,78	80,274	76,6
20	20	40	B	0,0001	-0,0155	0,2306	-0,0078	0,9113	48,435	67,819	61,9
										6,991204	