

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ

**ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE MAKROMOLEKULÁRNÍCH
LÁTEK**

**KATIONIZACE CELULÓZOVÉHO MATERIÁLU A JEJÍ VLIV NA
VYBARVENÍ PŘÍMÝMI BARVIVY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Bc. Renáta Kratochvílová

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Petra Bayerová, Ph.D.

2018

UNIVERSITY OF PARDUBICE

FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY

**INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF
MACROMOLECULAR MATERIALS**

**CATIONIZATION OF CELLULOSIC MATERIAL AND EFFECT
ON COLORING WITH DIRECT DYES**

DIPLOMA THESIS

AUTHOR: Bc. Renáta Kratochvílová

SUPERVISOR: Ing. Petra Bayerová, Ph.D.

2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Beru na vědomí, že 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, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne

.....
Bc. Renáta Kratochvílová

Na tomto místě bych chtěla poděkovat paní Ing. Petře Bayerové, Ph.D. za ochotu a rady, které mi pomohly při vytváření mé diplomové práce. Děkuji také své rodině za podporu a důvěru během celého studia.

Děkuji rovněž za možnost provést měření SEM v Centru materiálů a nanotechnologií za finanční podpory MŠMT prostřednictvím projektů CZ.1.05/4.1.00/ 11.0251 a LM2015082.

SOUHRN

Experimentální část této diplomové práce je zaměřená na úpravu bavlny pomocí kationizace dvěma prostředky, a to Texaminem ECE a Sokoflokem FL 4540. Po úpravě bavlny bylo provedeno barvení přímými barvivy vyráběnými firmou Synthesia, a.s., pomocí barvicího přístroje AHIBA NUANCE TOP SPEED HB a byla změřena procenta vytažení. Po barvení bylo provedeno ustalování a dále měření stálostí v praní při 40 °C a 60 °C. K hodnocení vybarvení i stálostí bylo použito metod objektivního měření barevnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bavlna, přímá barviva, kationizace

SUMMARY

The experimental part of this diploma thesis was focused on the treatment of cotton by cationization of two agents, Texamin ECE and Sokoflok FL 4540. After cationization dyeing of direct dyes provided by the Synthesia, a.s. company was performed. The Ahiba nuance top speed HB coloring device was used. The degree of exhaustion was evaluated. After dyeing fixing and measurement of colour fastness to washing (40 °C and 60 °C) was performed. The effect on dyeing and colour fastness was measured by objective measurement of colour.

KEY WORDS

Cotton, direct dyes, cationisation

Obsah:

1	Teoretická část	15
1.1	Celulózová vlákna.....	15
1.2	Bavlna	15
1.2.1	Struktura a morfologie bavlněného vlákna.....	17
1.2.2	Celulóza	18
1.3	Předúprava textilií	20
1.3.1	Rozdělení předúprav	20
1.3.2	Předúprava bavlny	22
1.3.3	Technologické postupy předúpravy bavlny.....	22
1.4	Kationizace celulózových vláken.....	27
1.5	Barvení celulózových materiálů.....	31
1.6	Přímá barviva	32
1.6.1	Struktura a rozdělení přímých barviv	33
1.6.2	Ustalování přímých barviv.....	35
1.6.3	Aplikace přímých barviv	36
1.7	Stálostí vybarvení.....	37
1.7.1	Dělení stálostních zkoušek.....	38
1.8	Popis barevného prostoru	41
1.8.1	Subjektivní hodnocení barevnosti.....	41
1.8.2	Objektivní měření barevnosti.....	41
2	Cíl práce	47
3	Experimentální část	48
3.1	Seznam přístrojového vybavení	48
3.2	Seznam použitých chemikálií	48
3.3	Použité kationizační prostředky	49

3.4	Použitá barviva.....	50
3.5	Stanovení sušiny používaných kationizačních přípravků	51
3.6	Kationizace bavlněných materiálů	51
3.7	Barvení nekationizované a kationizované bavlny	52
3.8	Měření absorpance barvicí lázně před a po barvení.....	53
3.9	Ustálení přímých barviv	53
3.10	Měření stálobarevnosti vybarvení v praní	54
3.11	Objektivní a subjektivní měření barevnosti.....	54
3.12	Hodnocení vzhledu celulózového vlákna.....	54
4	Výsledky a diskuze výsledků.....	56
4.1	Zhodnocení % vyčerpání ze získaných hodnot absorpance.....	56
4.2	Objektivní měření barevnosti	60
4.3	Závislost K/S na vlnové délce.....	73
4.4	Hodnocení stálobarevnosti vybarvení v praní.....	79
4.4.1	Hodnocení stálostí u kationizované bavlny	79
4.4.2	Hodnocení stálostí u nekationizované bavlny ustalované třemi prostředky.....	83
4.5	Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní.....	84
4.6	Hodnocení vzhledu celulózového vlákna.....	86
5	Závěr	90
6	Použitá literatura	91

Seznam obrázků

Obrázek 1: Bavlník srstnatý [2].....	16
Obrázek 2: Vlákénka z niti vytažené z damaškového povlečení z egyptské bavlny [4]	17
Obrázek 3: Model bavlněného vlákna [6].....	18
Obrázek 4: β – glukopyranóza [10]	19
Obrázek 5: Celulóza [9].....	19
Obrázek 6: Nastavení hořáků u požehovacího stroje [12].....	23
Obrázek 7: Schéma tlakového vyvářecího kotle s přehříváčem [12].....	25
Obrázek 8: Negativní a pozitivní náboje povrchu bavlněných vláken [16]	28
Obrázek 9: Obecný vzorec kationizačního přípravku [18].....	28
Obrázek 10: Chemická struktura CHPTAC[20].....	30
Obrázek 11: Kationizovaná celulóza - A,B; nekationizovaná C [24].....	31
Obrázek 12: Procentuální rozdělení barviv pro bavlnu [26].....	32
Obrázek 13: Struktura kongočerveně [30].....	33
Obrázek 14: C.I. Orange 26 → C.I.Red 99 [27].....	34
Obrázek 15: Azogenové bordó FBL [28]	34
Obrázek 16: Azogenová hněd' R [28].....	35
Obrázek 17: Azogenová čern' D [28]	35
Obrázek 18: Rybantinová červen' C5BL [28]	35
Obrázek 19: Sdružený vzorek.....	38
Obrázek 20: Pro změnu odstínu [31]	39
Obrázek 21: Pro změnu zapaštění [31].....	39
Obrázek 22: CIE x,y,z [34].....	43
Obrázek 23: Barevný prostor [35]	43
Obrázek 24: Barevný prostor [32]	44
Obrázek 25: C.I.Direct Yellow 28 [38]	50
Obrázek 26: C.I.Direct Red 80 [39].....	50
Obrázek 27: C.I.Direct Blue 78 [40].....	51
Obrázek 28: Časově - teplotní režim kationizace	51
Obrázek 29: Časově - teplotní režim barvení	52
Obrázek 30: Snímek z SEM pro neupravená bavlněná vlákna.....	86
Obrázek 31: Snímek z SEM pro neupravená bavlněná vlákna.....	87
Obrázek 32: Snímek z SEM pro upravená bavlněná vlákna – kationizace Sokoflok.....	87

Obrázek 33: Snímek z SEM pro upravená bavlněná vlákna – kationizace Sokoflok.....	88
Obrázek 34: Snímek z SEM pro upravená bavlněná vlákna – kationizace Texamin	88
Obrázek 35: Snímek z SEM pro upravená bavlněná vlákna – kationizace Texamin	89

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled operací předúpravy pro různé druhy textilního materiálu [11]	21
Tabulka 2: Fyzikální a chemické vlastnosti [36]	49
Tabulka 3: Fyzikální a chemické vlastnosti [37]	49
Tabulka 4: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně – Texamin - C.I. Direct Yellow 28	57
Tabulka 5: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně – Sokoflok - C.I. Direct Yellow 28.....	57
Tabulka 6: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně - Texamin - C.I. Direct Red 80	58
Tabulka 7: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně - Sokoflok - C.I. Direct Red 80.....	58
Tabulka 8: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně - Texamin - C.I. Direct Blue 78	59
Tabulka 9: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně - Sokoflok - C.I. Direct Blue 78.....	59
Tabulka 10: C.I. Direct Yellow 28 - Texamin - OMB - hodnoty $L^* a^* b^*$	61
Tabulka 11: C.I. Direct Yellow 28 - Texamin - OMB - odstínová odchylka, síla typu	62
Tabulka 12: C.I. Direct Yellow 28 - Sokoflok - OMB - hodnoty $L^* a^* b^*$	63
Tabulka 13: C.I. Direct Yellow 28 - Sokoflok - OMB - odstínová odchylka, síla typu.....	64
Tabulka 14: C.I. Direct Red 80 - Texamin - OMB - hodnoty $L^* a^* b^*$	65
Tabulka 15: C.I. Direct Red 80 - Texamin - OMB - odstínová odchylka, síla typu.....	66
Tabulka 16: C.I. Direct Red 80 - Sokoflok - OMB - hodnoty $L^* a^* b^*$	67
Tabulka 17: C.I. Direct Red 80 - Sokoflok - OMB - odstínová odchylka, síla typu	68
Tabulka 18: C.I. Direct Blue 78 - Texamin - OMB - hodnoty $L^* a^* b^*$	69
Tabulka 19: C.I. Direct Blue 78 - Texamin - OMB - odstínová odchylka, síla typu	70
Tabulka 20: C.I. Direct Blue 78 - Sokoflok - OMB - hodnoty $L^* a^* b^*$	71
Tabulka 21: C.I. Direct Blue 78 - Sokoflok - OMB - odstínová odchylka, síla typu	72
Tabulka 22: C.I. Direct Yellow 28 - Texamin - hodnocení stálobarevnosti v praní	80
Tabulka 23: C.I. Direct Yellow 28 - Sokoflok - hodnocení stálobarevnosti v praní	80
Tabulka 24: C.I. Direct Red 80 - Texamin - hodnocení stálobarevnosti v praní	81
Tabulka 25: C.I. Direct Red 80 - Sokoflok - hodnocení stálobarevnosti v praní	81
Tabulka 26: C.I. Direct Blue 78 - Texamin - hodnocení stálobarevnosti v praní.....	82
Tabulka 27: C.I. Direct Blue 78 - Sokoflok - hodnocení stálobarevnosti v praní	82

Tabulka 28: C.I.Direct Yellow 28 - Hodnocení stálobarevnosti - porovnání Syntefix, Texamin, Sokoflok.....	83
Tabulka 29: C.I.Direct Red 80 - Hodnocení stálobarevnosti - porovnání Syntefix, Texamin, Sokoflok.....	83
Tabulka 30: C.I.Direct Blue 78 - Hodnocení stálobarevnosti - porovnání Syntefix, Texamin, Sokoflok.....	83
Tabulka 31: C.I.Direct Yellow 28 – Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní - Syntefix, Texamin, Sokoflok	84
Tabulka 32: C.I.Direct Red 80 – Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní - Syntefix, Texamin, Sokoflok	84
Tabulka 33: C.I.Direct Blue 78 – Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní - Syntefix, Texamin, Sokoflok.....	84
Tabulka 34: C.I.Direct Yellow 28 - Texamin - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní	85
Tabulka 35: C.I.Direct Yellow 28 - Sokoflok - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní	85
Tabulka 36: C.I.Direct Red 80 - Texamin - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní	85
Tabulka 37: C.I.Direct Red 80 - Sokoflok - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní	85
Tabulka 38: C.I.Direct Blue 78 - Texamin - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní	85
Tabulka 39: C.I.Direct Blue 78 - Sokoflok - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní	86

Seznam vzorců:

Vzorec 1: Výpočet ΔE^* - totální barevná diference	44
Vzorec 2: Výpočet ΔH^* - odstínová odchylka	44
Vzorec 3: Výpočet Avg – relativní síla typu pro reflektanci	46
Vzorec 4: Výpočet Wgt – vážená síla typu pro reflektanci	46
Vzorec 5: Výpočet sušiny P	51
Vzorec 6: Výpočet % vyčerpání barvicí lázně.....	53

Seznam rovnic:

Rovnice 1: Bělení pomocí NaClO - hydrolyza NaClO.....	26
Rovnice 2: Bělení pomocí NaClO – rozklad HClO.....	26
Rovnice 3: Bělení pomocí NaClO - pH<3.....	26
Rovnice 4: Bělení pomocí H ₂ O ₂ - disociace.....	26
Rovnice 5: Bělení pomocí H ₂ O ₂ – rozklad aniontu HOO ⁻	27
Rovnice 6: Bělení pomocí H ₂ O ₂ – rozklad aniontu HOO ⁻ - nestabilní prostředí.....	27
Rovnice 7: Reakce kationizačního prostředku s celulórou.....	29
Rovnice 8: Přeměna CHPTAC na EPTAC, reakce EPTAC s celulórou.....	30
Rovnice 9: Disociace přímého barviva.....	33
Rovnice 10: Výpočet trichromatických složek X,Y,Z.....	42
Rovnice 11: Kubelka – Munkova rovnice.....	45
Rovnice 12: Závislost K/S na koncentraci.....	45

Seznam grafů

Graf 1: Závislost K/S na vlnové délce – Texamin – neustálená - C.I.Direct Yellow 28.....	73
Graf 2: Závislost K/S na vlnové délce – Texamin – ustálená - C.I.Direct Yellow 28.....	74
Graf 3: Závislost K/S na vlnové délce – Sokoflok – neustálená - C.I.Direct Yellow 28.....	74
Graf 4: Závislost K/S na vlnové délce – Sokoflok – ustálená - C.I.Direct Yellow 28.....	75
Graf 5: Závislost K/S na vlnové délce – Texamin – neustálená - C.I.Direct Red 80.....	75
Graf 6: Závislost K/S na vlnové délce – Texamin – ustálená - C.I.Direct Red 80.....	76
Graf 7: Závislost K/S na vlnové délce – Sokoflok – neustálená - C.I.Direct Red 80.....	76
Graf 8: Závislost K/S na vlnové délce – Sokoflok – ustálená - C.I.Direct Red 80.....	77
Graf 9: Závislost K/S na vlnové délce – Texamin – neustálená - C.I.Direct Blue 78.....	77
Graf 10: Závislost K/S na vlnové délce - Texamin – ustálená - C.I.Direct Blue 78.....	78
Graf 11: Závislost K/S na vlnové délce - Sokoflok – neustálená - C.I.Direct Blue 78.....	78
Graf 12: Závislost K/S na vlnové délce - Sokoflok – ustálená - C.I.Direct Blue 78.....	79

Seznam použitých zkratk a symbolů:

°C	stupeň Celsia
CO	bavlna
CV	viskóza
WO	vlna
PA	polyamid
PES	polyester
PP	polypropylen
TPP	textilní pomocný prostředek
CHTAC	3-(chlor-2 -hydroxypropyl) trimethylamoniumchlorid
EPTAC	2,3-(Epoxypropyl)trimethylammonium chlorid
D65	standardizované denní světlo, barevná teplota 6 500 K
2°	dvoustupňový pozorovatel
10°	desetistupňový pozorovatel
ΔE^*	totální barevná diference
ΔH^*	odstínová odchylka
K	absorpční koeficient
S	rozptylová funkce
R	remisní stupeň
Avg	relativní barevná síla pro reflektanci
Wgt	vážená barevná síla pro reflektanci
cca	přibližně
P	sušina v %
m_v	hmotnost čisté váženky
m_n	hmotnost váženky se vzorkem před usušením
m_s	hmotnost váženky se vzorkem po usušení
A_x	absorbance po barvení
A_o	absorbance před barvením
SEM	skenovací elektronový mikroskop

Úvod

Bavlna patří mezi nejvýznamnější vlákno na celém světě. Bavlna je tvořena z 90 % celulózu. Používá se k výrobě oděvů, bytového zařízení a průmyslových výrobků. Než však bavlna může být použita na tyto účely, je nutné provést zušlechťovací procesy, které bavlnu připraví na další použití.

Bavlněná vlákna mohou být barvena několika třídami barviv (přímá, reaktivní, kypová). Pro tuto diplomovou práci byla vybrána přímá barviva neboli substantivní. Přímá barviva jsou ve vodě rozpustné soli sulfokyselin, které se barví přímo na celulózová vlákna. Rozpustnost zajišťují přítomné sulfoskupiny. Tato třída barviv vykazuje dobrou egalizaci, jejich aplikace není náročná a mají dobrou cenovou dostupnost.

Tyto barviva jsou schopna se vázat fyzikálně chemickou vazbou na celulózové vlákno z vodných roztoků za přítomnosti elektrolytu, který se do lázně přidává pro vyšší stupeň vytažení. Barvení je rovnovážný proces, kdy ve vyčerpané lázni zůstává určité množství nevytaženého barviva a také sůl, která pak odchází do odpadních vod. Pokud modifikujeme celulózový materiál kationizací, změníme vlastnosti vláken. Zvýší se afinita materiálu k barvivům, stupeň vytažení, hloubka vybarvení a lze i barvit bez přidání elektrolytu. Tím se snižuje zasolení a zabarvení odpadních vod.

V předložené práci byly testovány dva kationizační prostředky, a to Texamin ECE a Sokoflok FL 4540. Texamin ECE je komerčně dostupný prostředek pro kationizaci celulózového materiálu, Sokoflok FL 4540 je na trhu dostupný jako koagulační a flokulační prostředek a v této práci je hodnocen jako prostředek pro kationizaci celulózového materiálu.

1 Teoretická část

1.1 Celulózová vlákna

Vlákna z celulózy patří mezi nejdůležitější a nezákladnější textilní surovinu. Přírodní celulózová vlákna patří mezi nejstarší používaná textilní vlákna. První pokusy, jak vyrobit vlákno na bázi celulózy, pochází již z roku 1846, kdy pan Schönbein se pokoušel vyrobit vlákno z nitrované celulózy. Praktických výsledků dosáhl pan Chardonnet, který jako první vyrobil chemické vlákno průmyslově vyráběné, a tím bylo nitrátové hedvábí. Vlákno bylo velmi snadno zápalné a velmi málo stálé na světle i při zahřívání. Díky těmto vlastnostem a pro nebezpečí při výrobě se toto vlákno brzy přestalo vyrábět, i díky tomu, že se objevila možnost vyrábět vlákna z regenerované celulózy.

Celulózová vlákna mohou být rozdělena na přírodní a chemická vlákna. Chemická vlákna se dělí na vlákna z regenerované celulózy (viskózová vlákna, měďnatá vlákna) a na vlákna s esterů celulózy (acetátová vlákna). Mezi přírodní vlákna patří mnoho druhů vláken a lze je rozdělit podle původu:

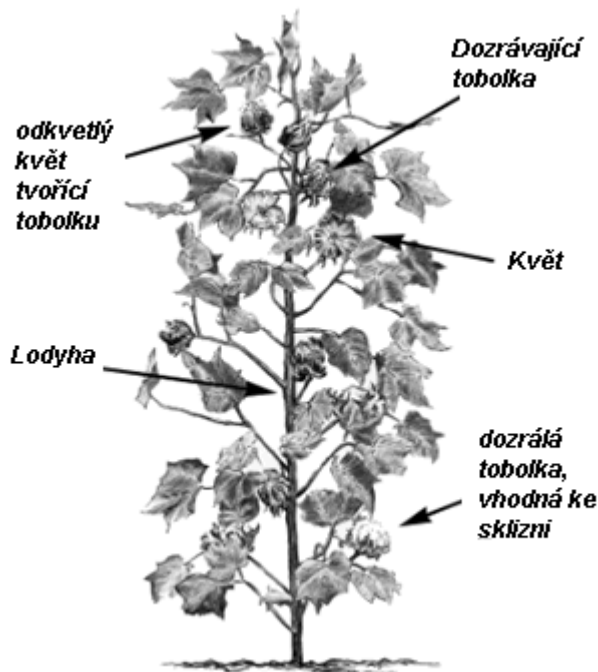
- *Vlákna ze semen* – vlákna, která vyrůstají z pokožky semen, patří sem bavlna, kapok, akon a kokosová vlákna
- *Vlákna z lodyh a listů* – neboli lýková vlákna, patří sem len, konopí, juta, ramie

Základem těchto vláken je hlavně celulóza. Bavlnu a vlákna z regenerované celulózy tvoří téměř čistá celulóza. V dalších kapitolách bude probrána bavlna, její složení a struktura [1].

1.2 Bavlna

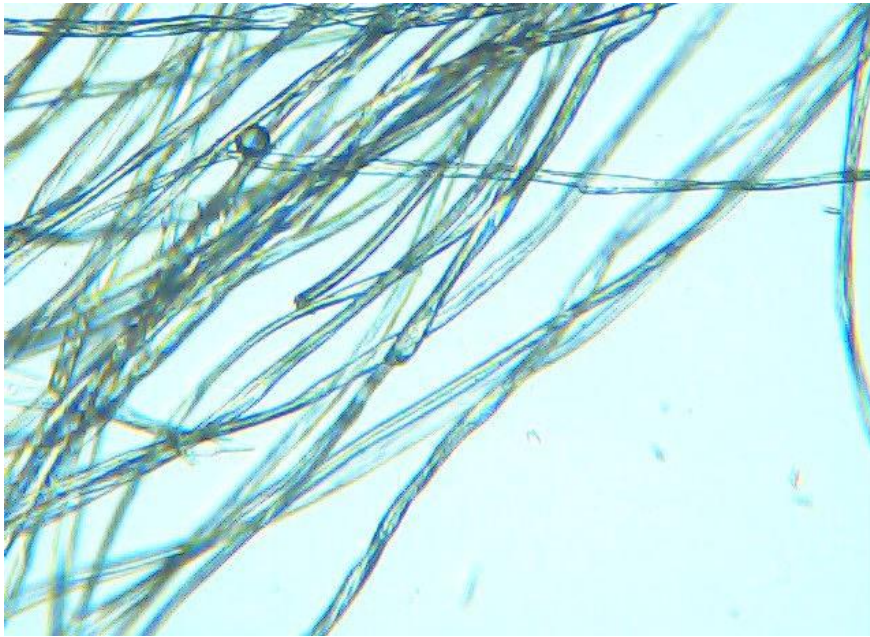
Bavlna je známá jako textilní surovina již od starověku. Bavlna se získává z Bavlíniku (*Gossypium*), která je příbuzná rostlinám slézovitým. (obr. 1). Bavlna je nejdůležitější přírodní vlákno, které se používá k výrobě oděvů, bytového zařízení a průmyslových výrobků. Bavlíkové semeno je jednou z významných světových olejnatých semen používaných pro rostlinný olej, krmivo pro zvířata a lístky. Asi 95 % světové produkce bavlny pochází z odrůd horské bavlny (*Gossypium hirsutum*) a asi 5 % je extra dlouhá bavlna ("ELS", *Gossypium barbadense*). Na keři vyrůstají tobolky, ve kterých jsou semena, z nichž vyrůstají vlákna bavlny. Tobolka dosahuje velikosti vlašského ořechu. Když tobolka dozraje

tak praskne a uvolní se z ní chomáčky bavlny, které se poté sbírají ručně nebo za pomoci kombajnů. Po dozrání se musí z bavlny odstranit semena [1; 2; 3].



Obrázek 1: Bavlník srstnatý [2]

Na kvalitu bavlny má velice velký vliv délka staplů, což jsou vlákénka surové bavlny. Rozdělení vláken není po celém světě stejné. Velmi krátká vlákna, která jsou kratší než 2 cm a nedají se příliš dobře spřádat, tak z nich se vyrábějí spíš různé plsti a vaty. Krátká vlákna mají 2,1 - 2,5 cm a vyrábějí se z nich hrubší, levnější látky. Tato vlákna se nejčastěji sklízí z bavlníku stromového, který je pěstován převážně v Indii a Pákistánu. Střední vlákna mají délku 2,6 - 3 cm a jsou nejčastěji z bavlníku srstnatého, který pochází z Mexika a je rozšířený ve všech bavlnářských oblastech, nejvíc v USA. Je také nazývána jako bavlna Upland. Dlouhá vlákna o délce do 3,5 cm a extra dlouhá vlákna nad 3,5 cm pocházejí z bavlníku keřovitého. Z bavlníku keřovitého je oblíbená jemná bavlna Sea Island, americká Pima a luxusní dlouhovlákná egyptská bavlna (obr. 2), délka vlákna je až 5 cm. Z této bavlny se vyrábějí hedvábně - bavlněné směsovky (cotsilk) [4].



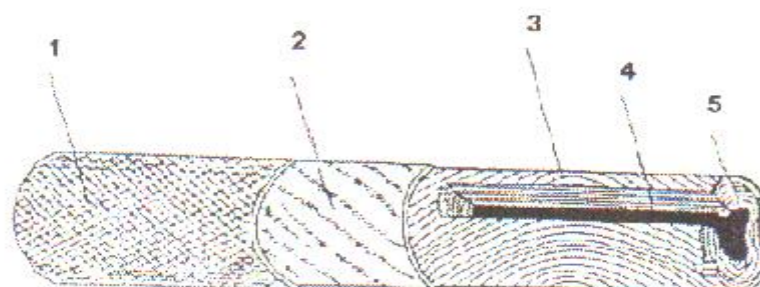
Obrázek 2: Vlákénka z niti vytažené z damaškového povlečení z egyptské bavlny [4]

Linters získaný z bavlny představuje nejdůležitější přírodní vlákno, které bylo používáno více než sedm tisíc let, aby splňovalo požadavky na oděvy lidstva. Bavlníková rostlina je náchylná k velkému počtu škůdců a patogenů. Tradičně se jeho kultivace více opírá o používání toxických pesticidů ve srovnání s mnoha jinými plodinami. První generace geneticky modifikovaných bavlníkových rostlin, které nabízejí odolnost proti hmyzu a herbicidům, získala v mnoha zemích produkujících bavlnu rychlé a široké přijetí [5].

1.2.1 Struktura a morfologie bavlněného vlákna

Zralá bavlněná vlákna mají tvar zkroucené stužky a její průřez se podobá tvaru ledvinky. Bavlněné vlákno je tvořeno z několika vrstev (obr. 3).

1. primární stěna
2. fibrilární mezivrstva
3. sekundární stěna
4. terciální stěna
5. lumen



Obrázek 3: Model bavlněného vlákna [6]

Primární stěna, jinak také kutikula, tvoří pokožku vlákna. Je velmi tenká, ale zároveň pevná. Obsahuje z větší části lecitin, bílkoviny, vosky a pektiny a je složena s celulózy. Její tloušťka je přibližně 0,1 μm . Sekundární stěna tvoří až 95 % objemu vlákna a je také tvořena celulózou. Stěna je tvořena lamelami, které tvoří soustavu prstenců. Dosahuje tloušťky 4 μm . Terciální stěna je tvořena necelulóзовými látkami a je tenká asi 0,1 μm . Tato stěna tvoří vnitřní pokožku vlákna a obklopuje lumen [6; 7].

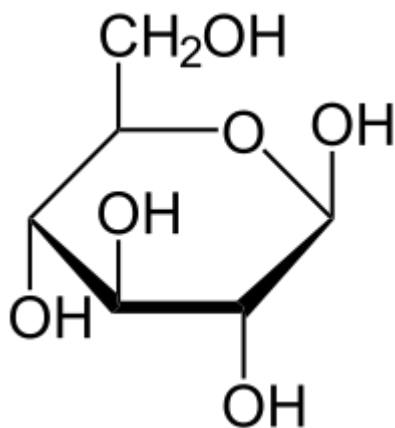
Chemické složení bavlny může být různé. Záleží na druhu bavlny, klimatických podmínkách a zralosti bavlny [6; 7]. Průměrné chemické složení bavlny se skládá:

- 86 – 96 % celulózy
- 2,8 % bílkovin
- 0,4 – 1,2 % pektinů
- 0,4 – 0,8 % tuků a vosků
- 1 – 1,8 % popelovin
- 6 – 8,5 % hygroskopické vlhkosti
- stopy pigmentů

1.2.2 Celulóza

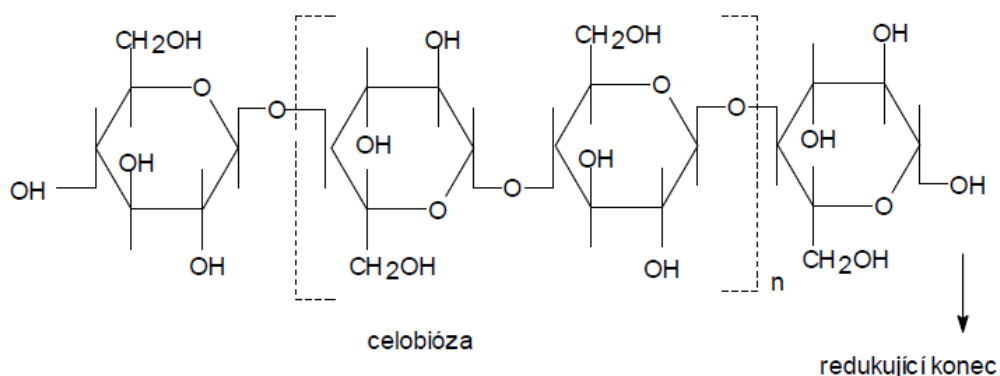
První zmínka o celulóze byla již před více než 150 lety díky Anselme Paye, která objevila a izolovala celulózu ze zelených rostlin. Dále bylo publikováno několik recenzí o výzkumu celulózy, a to Preston roku 1975, Sarko roku 1987, Chanzy roku 1990, Okamura roku 1991. Celulóza je hlavní složka rostlin, slouží k udržování jejich struktury a je přítomna také v bakteriích, houbách, řasách a dokonce i u zvířat [8].

Celulóza je jednou z nejrozšířenějších organických látek na zemi. Je to polysacharid, který tvoří trvalou strukturu rostlinných buněčných stěn. Elementární složení celulózy je 44,44 % C, 6,17 % H a 49,39 % O a její vzorec je $C_4H_{10}O_5$. Základní stavební jednotku tvoří β -glukopyranóza, která je do polymeru spojena pomocí 1,4 – glykosidickými vazbami (obr. 4)[10].



Obrázek 4: β – glukopyranóza [10]

Navázáním několika základních jednotek β -glukopyranózy (3 – 15 tisíc) vzniká makromolekula celulózy (obr. 5). Její základní strukturální jednotka je celobióza. Na jednom konci makromolekuly je neredukující a na druhém konci redukující koncová skupina [9].



Obrázek 5: Celulóza [9]

Každá β -glukopyranózová jednotka obsahuje tři -OH skupiny. Primární alkoholická skupina je na uhlíku C_6 a sekundární je na uhlících C_2 a C_6 . Tyto alkoholické skupiny výrazně ovlivňují fyzikální, chemické a fyzikálně – chemické vlastnosti celulózy. U celulózy nacházíme intramolekulární a intermolekulární vodíkové vazby, jinak známé jako vodíkové můstky, které byly také prokázány pomocí infračervených spekter. Intramolekulární vodíkové

můstky dávají makromolekule tuhost a intermolekulární způsobují její nerozpustnost ve vodě a běžných rozpouštědlech. Uspořádání celulózy může být velmi pevná vazba dvou molekul anebo náhodně uspořádané molekuly celulózy. Udává se, že jedna makromolekula celulózy zasahuje do několika krystalických i amorfních oblastí vlákn. V amorfní oblasti jsou obsaženy volné –OH skupiny, které dávají celulóze schopnost poutat vodu (vodíkové můstky), ale tato schopnost je omezena pouze na bobtnání celulózy. Celulóza patří mezi málo reaktivní sloučeniny, což je způsobeno jejím chemickým složením a také její strukturou, protože reakce probíhají rychle v amorfní oblasti vlákn. Celulóza patří mezi anizotropní materiál, proto jsou její vlastnosti v různých směrech různé [1; 6; 10]

1.3 Předúprava textilií

Důvodem předúpravy textilních materiálů je jejich příprava na následující operace, a to zušlechťování (barvení, tisk a konečné úpravy). Dále je to zlepšení vlastností užitných hodnot, potřebný pro daný výrobek, a to dodání bělosti, savosti, lesku, pevnosti, afinity k barvivům atd. Důležitým úkolem předúpravy je odstranění nečistot z přírodního vlákna a i nečistot z výrobního procesu u chemických a syntetických vláken. Dalším úkolem předúpravy je také odstranění pomocných prostředků (šlichty, aviváže) nanesených na přízi nebo na vlákna z důvodu pro snadnější zpracování v předešlých operacích, a to při spřádání, tkaní, pletení atd. U přírodních vláken je předúprava velice důležitá, protože jsou tyto vlákna velice znečištěná a je nutné, aby byla předúprava velmi účinná, aby bylo zajištěno skvělých výsledků v dalších zušlechťovacích operacích. Pokud by předúprava nebyla provedena dostatečně dobře, došlo by především k chybám při barvení a i při dalších úpravách.

Rozsah, způsob a intenzita jsou také určeny tím, jakou formu materiálu používáme, a to jestli je to vložka, příze, tkanina, pletenina, a také celkovým nárokem na stupeň vyčištění, zda se jedná o operaci pomocnou (bělení před barvením), nebo o konečnou (výstupní bělení) [11; 12].

1.3.1 Rozdělení předúprav

Předúpravy lze rozdělit:

a) *podle stavu rozpracovanosti textilního materiálu na předúpravu*

- volného materiálu (vločky)
- přízi (v přadenech, na křížových cívkách, atd.)
- plošných textilií (tkaniny, pleteniny, pletenotkaniny)

b) podle druhu textilního materiálu na předúpravu (tab. 1)

- bavlny CO, viskózy CV
- lnu LI
- vlny WO
- syntetických vláken: polyamid PA, polyester PES, polypropylen PP
- směsí vláken: PES/CO, PA/CO atd.

Tabulka 1: Přehled operací předúpravu pro různé druhy textilního materiálu [11]

Operace předúpravu	WO	CO	LI	CV	CA CTA	PA PES PAN PP	PES/CO	PA/CO	PP/CO
Praní	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Požehování	x	x		x		PES	x	x	x
Odšlichtování		x	x	x			x	x	x
Vyváření		x	x	x			x	x	
Mercerace		x					x		
Louhování		x	x	x			x		
Rozměrová stabilizace					x	x	x	x	x
Karbonizace	x								
Valchování	x								
Krabování, dekatování	x								
Chlorování	x								
Bělení	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Optické zjasňování	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Odvodňování, sušení	x	x	x	x	x	x	x	x	x

c) podle objemu výroby ve formě

- provazce
- v plné šíři

d) podle plynulosti výroby

- diskontinuální
- kontinuální
- polokontinuální [11]

1.3.2 Předúprava bavlny

Jak již bylo zmíněno, bavlna patří mezi celulózová vlákna, jejichž podstatou je celulóza. Bavlna patří mezi přírodní vlákna, a je tedy nutné provést velice důkladnou předúpravu. Celulóza je látka velice málo reaktivní, což je dáno jejích chemickým složením a také strukturou (reakce probíhají rychleji v amorfni části než v krystalické). Pro předúpravu mají velký význam reakce, kdy dochází ke zkracování makromolekulárního řetězce, a tím dochází ke snižování pevnosti vláken, a dále také i reakce, které mohou negativně ovlivnit zpracovatelské a užitné vlastnosti materiálů (hydrolytické štěpení a oxidační reakce vedoucí k oxidačnímu štěpení).

1. Při působení minerálních kyselin (H_2SO_4 , HCl) při kyselení po oxidačním alkalickém zpracování může docházet k hydrolytickému štěpení. Hydrolýzou poté vznikají štěpné produkty – hydrocelulóza. Dojde tedy k přerušení glykosidických vazeb mezi glukózovými jednotkami a tím pádem dojde ke snížení polymeračního stupně, což vede ke snížení pevnosti.
2. Působením oxidačních činidel mohou vznikat produkty oxycelulóza. Dochází k oxidaci $-OH$ skupin celulózy nejprve na aldehydické skupiny $-CH=O$, poté na karboxylové skupiny $-COOH$, následnou oxidací pak vznikají ketonické skupiny $-C=O$, které vedou až k rozštěpení cyklu.
3. Na celulózová vlákna mohou působit i alkálie, které způsobí fyzikálně - chemické změny celulózového vlákna. Jako první dochází k bobtnání vlákna a k přerušení vodíkových můstků. Bobtnání nejprve probíhá v amorfni oblastech a s rostoucí koncentrací alkálie také i v interkrystalických oblastech. Takto dochází ke změně tvarových a mechanických vlastností. Celulózová vlákna se v alkáliích rozpouštějí, při vyšší koncentraci alkálie vzniká alkalixelulóza [1; 11].

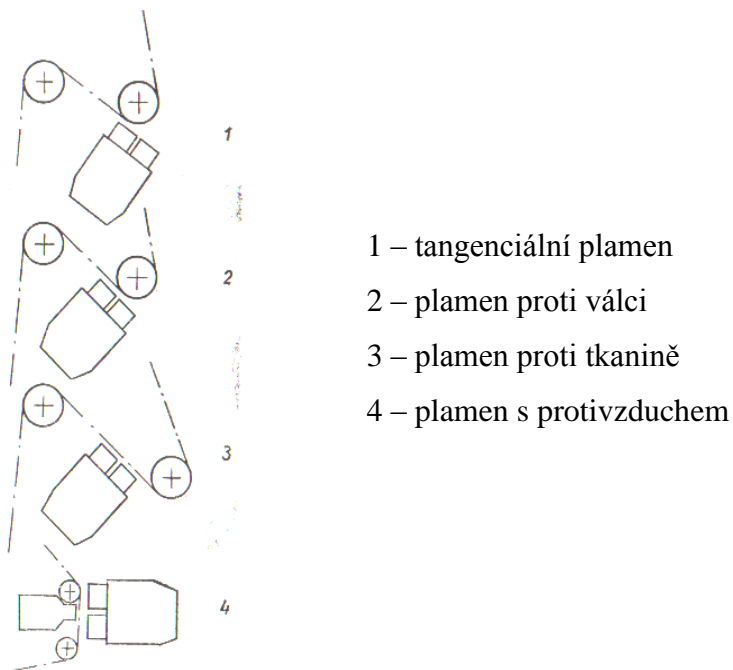
1.3.3 Technologické postupy předúpravy bavlny

Bavlna patří mezi nejzpracovatelnější textilní surovinu a velký význam mají také i její směsi se syntetickými vlákny (bavlna/polyester, bavlna/polyamid, bavlna/polyakrylonitril). Bavlnu je možné předupravovat ve všech možných formách zpracování, a to jako volný materiál, v přádelnických polotovarech, jako přízi v přadenech nebo soukanou na cívkách nebo snovanou na osnovních válech a i ve formě tkanin a pletenin [11; 12].

Základní technologické operace lze rozdělit na:
požehování → odšlichtování → vyvářka → mercerace → bělení

1.3.3.1 Požehování

Požehování neboli opalování je proces, při kterém se odstraní všechna odstávající vlákénka, která se uvolnila při tkaní nebo pletení. Princip spočívá v dodání konstantního tepla na jednotku plochy tkaniny, aby nedošlo k jejímu poškození. Požehování může být rozděleno na požehování plamenem, konstantním teplem, stykem s rozžhavenou deskou nebo válcem a sálavým žářem infrazářičů. Důležitou podmínkou pro požehování plamenem je intenzita plamene, rychlost pohybu tkaniny (působení plamene na tkaninu – praxe 60 až 200 m.min⁻¹) a nakonec směr a délka plamene (určeny polohou a vzdáleností od hořáku, obr. 6). Tato vlákénka by narušovala celkový vzhled tkaniny a také i při tisku by mohla zhoršovat ostrost tištěných kontur. Příčinou žmolkovatění u syntetických vláken jsou právě tato volná vlákénka. Výsledkem požehování by měla být hladkost povrchu, vyšší lesk po mercerizaci, vyniknutí barvy a vzoru [11; 12].



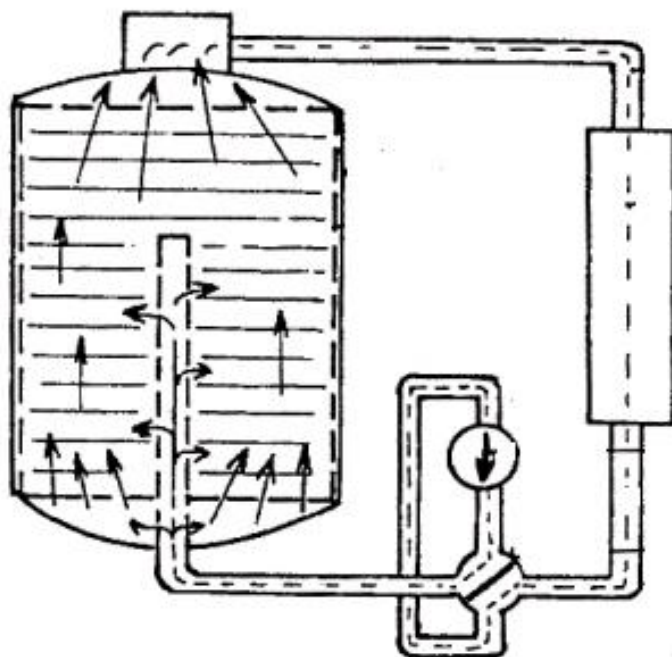
Obrázek 6: Nastavení hořáků u požehovacího stroje [12]

1.3.3.2 Odšlichtování

Tato operace se provádí kvůli odstranění šlichty, která byla nanesena na osnovní přízi při šlichtování. Šlichty se dělí na vypratelné a nevypratelné. Vypratelné šlichty (syntetické) se odstraňují intenzivním praním za horka na účinných pracích strojích. Nevypratelné šlichty obsahují škrob, a to samotný nebo v kombinaci s jinými šlichtovacími prostředky. Tyto šlichty je nutné chemicky nebo enzymaticky odbourat na látky rozpustné ve vodě a tím pádem vypratelné ve vodě (dextry, glukózu). Chemické odšlichtování se využívají oxidační reakce, kde lze použít peroxodisírany nebo peroxid vodíku. Probíhá v alkalickém prostředí. Enzymatické odšlichtování je nejpoužívanější, účinnější, bezpečnější pro materiál než oxidační odšlichtování. Enzymy amylázy, které štěpí škroby na nízkomolekulární složky (dextry), a nakonec až na jednoduché cukry (sacharidy), které se poté dají vyprat vodou [11; 12].

1.3.3.3 Vyvářka

Vyvářka je další operací, která patří mezi důležité operace při předúpravě bavlny. Díky ní se získá dobrá a stejnosměrná savost, která má poté rozhodující význam pro kvalitní provedení dalších zušlechťovacích operací (bělení, tisk, barvení). Nejčastěji používaná vyvářka je alkalická, protože dokáže odstranit nečistoty přirozeného původu. Jako alkálie se používá NaOH nebo Na₂CO₃. Účinek alkálie se dále zvyšuje přidáváním smáčecích, emulgačních a speciálních vyvářecích TPP. Dále se přidávají redukční látky (Na₂SO₃), proti tvorbě vyvářkových skvrn se přidávají komplexotvorné látky (Syntrony). Vždy po vyvářce musí navazovat důkladné praní za horka. Tlaková vyvářka v kotli se používá pro tkaniny z 100% bavlny. Vyvářka probíhá diskontinuálně, tkanina je v provazci uloženém ve smyčkách v kotli, obousměrně cirkulující lázně. Kotel je železná nádoba s pevně uzavíratelným víkem s teploměrem, tlakoměrem a pojistným ventilem. Velké vyvářecí kotle dokážou pojmout až 3 500 kg materiálu. Typický kotel s přehříváčem je zobrazen na obr. 7. Další možností je vyvářka tkanin pařením v kotli, kde se používá koncentrovanější lázeň (20 - 40 g.l⁻¹ NaOH). Tkanina uložená v kotli se přímo paří parou za přetlaku po dobu 1,5 – 3 hodiny. Po skončení se materiál proplachuje horkou vodou [11; 12].



Obrázek 7: Schéma tlakového vyvářecího kotle s předehřivačem [12]

1.3.3.4 Mercerace a louhování

Mercerace je metoda, kdy na bavlněnou tkaninu nebo přízi působí koncentrovaný roztok NaOH (22 – 26 %) za současného napínání materiálu při krátkých dobách působení cca 1 – 2 minuty. Tímto bychom měli dosáhnout zlepšení několika vlastností bavlněných vláken. Zvýší se lesk (vlákno odráží mnohem více světelné paprsky), zvýší se pevnost v tahu (vlivem napínání vlákna), sníží se sráživost,lepší se barvitelnost (afinita vůči barvivu), omak je příjemnější (plochá stužka bavlněného vlákna se mění na válcovitý útvar) alepší se rozměrová stabilita. Lehce se zhorší stálost v oděru a sníží se tažnost (vyrovnávají se zákruty). Všechny tyto změny jsou spojeny s chemickou přeměnou, přeměnami v nadmolekulární struktuře i s tvarovými změnami bavlněného vlákna, kdy dochází ke vzniku alkaliceululózy a k silnému bobtnání.

Louhování se provádí pouze u textilií, které nevyžadují lesk a pevnost, ale pouze zvýšenou afinitu k barvivům. Je to působení koncentrovaného roztoku NaOH bez napětí v čase do 1 minuty. Takto se vyrábějí textilie s vysokou pružností využitelné pro sportovní oblečení. Louhování také slouží k odstranění nezralých a mrtvých vláken a snižuje pruhovitost vybarvení. Po mercerizaci i louhování je nutné praní v teplé vodě, neutralizace zředěnou HCl a opětovné praní [11; 12].

1.3.3.5 Bělení

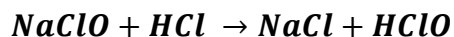
Bělení se provádí k odstranění původního zbarvení materiálu, tedy chceme dosáhnout určitého stupně běli bez poškození vlákna. Musíme odstranit všechny barevné zbytky, které nebyly odstraněny při vyvářce. K tomu, abychom převedli barevné látky na bezbarvé nebo rozpustné, je nutné použít oxidaci. Oxidační bělení nám dává relativně stálou bělost. Je možné použít i redukční způsob bělení, ale ten není příliš vhodný, protože se zredukované látky mohou zpátky oxidovat pomocí vzdušného kyslíku a způsobují žloutnutí materiálu. Bavlna a její směsi se tedy bělí pouze oxidačním způsobem, a to pomocí NaClO nebo H₂O₂.

1. Bělení chlornanem sodným NaClO

- jednoduchý, levný a dosahuje vysokého stupně běli
- vlastní efekt má tzv. aktivní kyslík neboli atomární kyslík, vzniklý rozkladem kyseliny chlorné (rovnice 2), která vzniká hydrolyzou NaClO (rovnice 1) :



- optimální hodnota pH je 9,5 – 11, kdy vzniká potřebné množství kyslíku pro bělení, ale nedochází k poškození vlákna
- v kyselém prostředí pH < 3 se uvolňuje volný chlór (rovnice 3) :



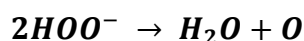
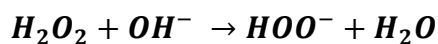
- po bělení následuje kyselení pomocí kyseliny sírové nebo kyseliny chlorovodíkové a antichlorování (odstranění zbytků chlornanu a vázaného chlóru) pomocí hydrogensířičitanu sodného, thiosíranem sodným nebo peroxidem vodíku

2. Bělení peroxidem vodíku H₂O₂

- nejdůležitější, nejrozšířenější, a ekologický způsob bělení
- bělení šetrné a bělost je stálejší než u NaClO
- provádí se v alkalickém prostředí za horka
- H₂O₂ se chová jako slabá kyselina, první fází je disociace dle rovnice 4:

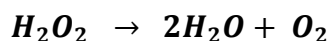


- koncentrace aniontu HOO⁻, které jsou důležité pro vlastní bělení, se zvyšuje právě v alkalickém prostředí, současně dochází k uvolnění aktivního kyslíku (rovnice 5):



Rovnice 5

- koncentrace aniontů HOO^- a rychlost rozkladu je závislá na pH bělicí lázně, teplotě a stabilizaci lázně (použití vodního skla), v nestabilizovaném systému dochází k rozkladu H_2O_2 ztrátovou reakcí podle rovnice 6:



Rovnice 6

- po bělení následuje praní v horké a poté ve studené vodě [11; 12]

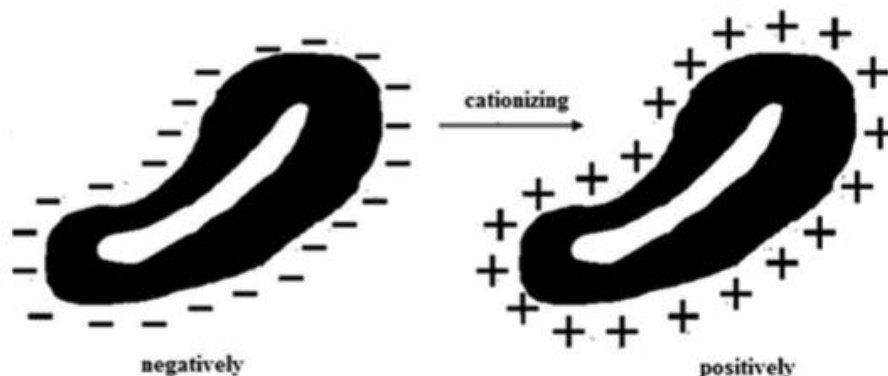
V dnešní době bylo dokonce provedeno bělení bavlněných látek peroxidem vodíku, který byl získán z enzymu glukózooxidázy. Ta byla získána průmyslovou fermentací z houby nazývané *Aspergillus niger* neboli Kropidlák černý. Enzymy glukózooxidázy z *Aspergillus niger* byly podrobeny několika inkubačním časům (60, 90 a 120 min) a pH (4,5, 5,0 a 5,5) za použití acetátového pufru v přítomnosti D - glukózy (20 g.l^{-1}), aby bylo zjištěno množství uvolněného peroxidu vodíku. Peroxid vodíku, uvolněný při reakci, byl změřen pomocí titrace s permanganometrickou metodou. Bylo zjištěno, že enzymy jsou velice aktivní v kyselém pH = 5 prostředí. Maximální uvolnění peroxidu vodíku bylo při teplotě 37 °C. Bohužel toto bělení nevykazovalo příliš vysoké hodnoty bělosti [13].

1.4 Kationizace celulózových vláken

Kationizace je proces, kdy se do celulózového textilního materiálu zavádí kationtové skupiny. Kationtové skupiny se díky kovalentní vazbě v alkalickém prostředí navážou do makromolekuly celulózy. Vlivem iontového mechanismu neboli elektrostatické přitažlivosti aniontů barviv ke kationtovým skupinám ve vláknu, se poté dosahuje lepší barvitelnosti všech anionických barviv a u přímých barviv dochází i ke zlepšení stálosti za mokra. Další věc, kterou kationizace zlepšuje je stejnoměrné krytí mrtvých a nezralých bavlněných vláken [14].

Celulózová vlákna při kontaktu s vodou produkují mírně negativní náboj v důsledku ionizace hydroxylové skupiny, zatímco většina tříd barviv, která jsou vhodná pro bavlnu, jsou aniontová barviva, jako jsou reaktivní a přímá barviva. Mírně negativní náboj na vláknech má za následek odpuzování aniontových barviv. Proto při barvení bavlny s aniontovými barvivy je potřeba velké množství elektrolytu, jako je Glauberova sůl nebo chlorid sodný, aby se snížil náboj mezi záporně nabitou bavlnou a aniontovým barvivem (obr. 8). Chemická modifikace bavlny je důležitá pro snížení přidávání velkého množství soli. Chemická modifikace bavlny

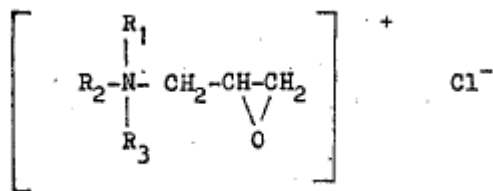
je obecně prováděná reakcí s funkčními skupinami (hydroxylové skupiny), které jsou již přítomny ve vlákne [15].



Obrázek 8: Negativní a pozitivní náboje povrchu bavlněných vláken [16]

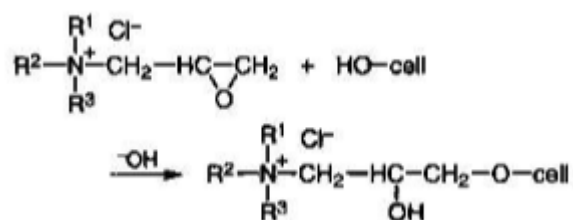
Kationizace je známá již několik desítek let. Objevilo se několik kationizačních prostředků, které jsou schopny reakce s celulóзовým materiálem. Celulóza může být kationizována zavedením aminových skupin nebo kvartérních amoniových skupin prostřednictvím svých hydroxylových skupin. Od té doby bylo provedeno mnoho studií v této oblasti. Gränacher oznámil, že kationizovaná celulóza, která má etherové vazby, může být syntetizována reakcí hydroxylové skupiny s jinými sloučeninami. Celulóza nejprve reagovala s epoxidem obsahujícím atomy halogenů jako je epichlorhydrin nebo chlorobutyleneoxid a pak s dusíkatými sloučeninami, jako je amoniak nebo aminy. Tyto deriváty celulózy nejen zlepšily substantivitu pro přímá barviva, ale mohla být barvena i kyselými barvivy, která vedla ke zlepšení stálosti. Paschal syntetizoval kationizovaný škrob reakcí škrobu s kvartérní amoniové sloučeniny připravené společně reakcí epichlorhydrinu s různými terciárními aminy nebo soli aminů [17].

První postupy v praxi využívaly sloučeninu obecného typu (obr. 9), kde R_1 , R_2 a R_3 jsou alkyly s obsahem uhlíku 1 až 4. Nevýhodou těchto sloučenin je poměrně nízká stabilita v alkalickém prostředí, které je nutné pro reakci s celulózou, nízká stabilita je i příčinou snížení vydatnosti produktu při skladování [18].



Obrázek 9: Obecný vzorec kationizačního přípravku [18]

Tato sloučenina reaguje s celulózą v alkalickém prostředí za vzniku éteru celulózy podle rovnice 7. Reakce probíhá pouze na primárních alkoholických skupinách celulózy. Takto modifikovaná celulóza je skvěle barvitelná všemi aniontovými barvivy. Kvartérní amoniová skupina, která je nyní součástí molekuly modifikované celulózy, na sebe váže záporně nabitě částice barviva přes $-\text{SO}_3^-$ v případě $-\text{COO}^-$ skupiny [17; 18].

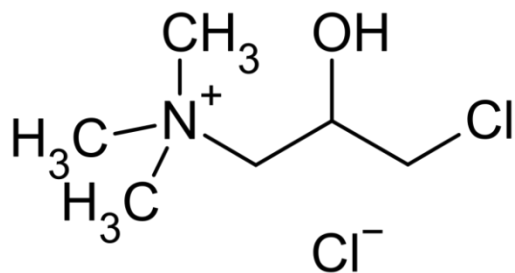


Rovnice 7

Kationizace celulózy prostředky schopnými vazby s celulózą lze provádět několika známými způsoby. Může se provádět aplikace kationizačního prostředku z dlouhých lázní, kde ke vzniku kovalentní vazby s celulózą dochází při nižších teplotách nebo aplikací klocovacím způsobem, kde se ke vzniku vazby musí provádět teplotná fixace při teplotě nad 100 °C. Modifikace celulózy kationizačním přípravkem zlepšuje následek afinitního rozdílu po vybarvení aniontovými barvivy [18].

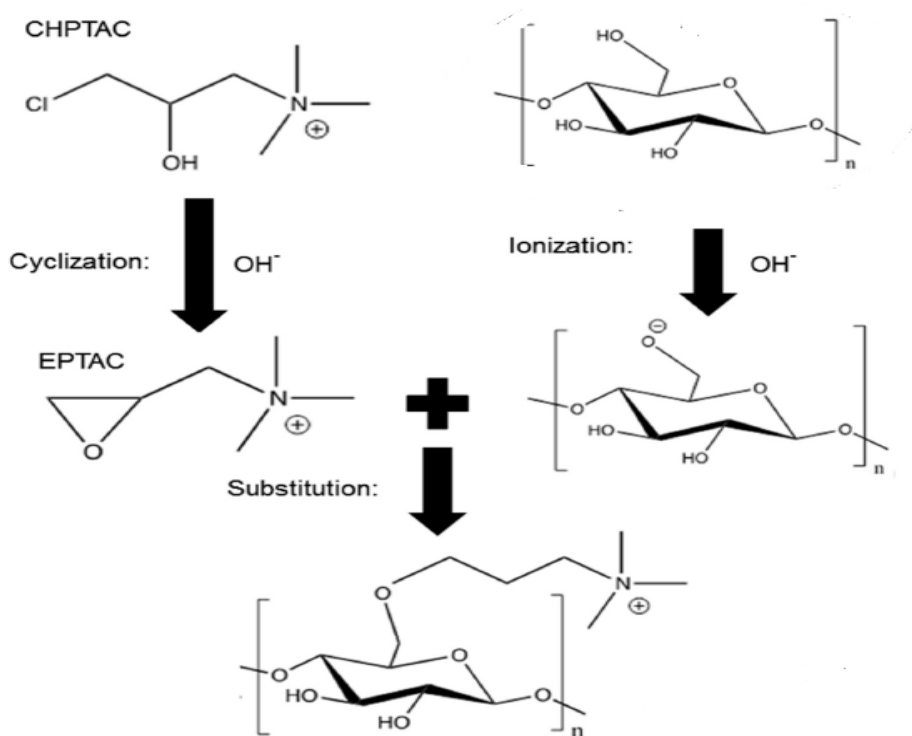
V dnešní době je již hodně používaných kationizačních prostředků. Především u barvení přímými a reaktivními barvivy. Nejtatraktivnějším znakem použití přímých barviv je zásadní jednoduchost barvení. Nicméně, použití těchto barviv představuje určité problémy, protože je potřeba barvit v přítomnosti vysokého množství elektrolytu. Barvení bavlny má značný dopad na životní prostředí v důsledku vypouštění velkého množství vysoce barevných a slaných odpadních vod. Chemická kationizace umožňuje barvení bavlněných vláken bez solí chemickou modifikací celulózových makromolekul na zavedení pozitivně nabitých míst [19].

Příklad může být, že bavlněná tkanina byla kationizována za použití (3-chlor-2-hydroxypropyl) trimethylamoniumchloridu (CHPTAC obr. 10). Průběh reakce je zobrazen dále. Ošetření bavlny s CHPTAC zlepšilo vlastnosti absorpce barviva v důsledku zavádění kationtových míst a vedlo k lepšímu barvení barvivy bez přidání soli [20; 21].



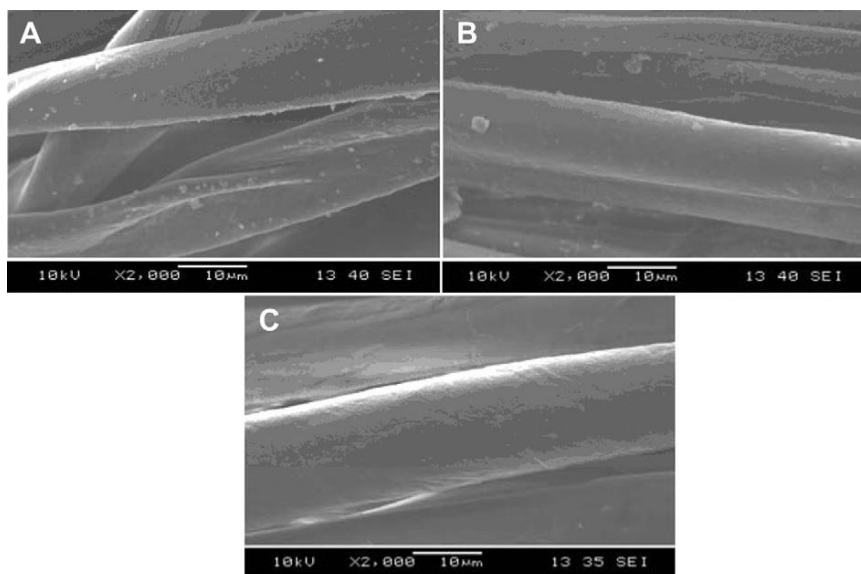
Obrázek 10: Chemická struktura CHPTAC[20]

Nejprve dochází k přeměně CHPTAC na EPTAC a dále reakce EPTAC s celulózą podle reakce 8 [22; 23]



Rovnice 8

Na obrázku 11 je zobrazena kationizovaná a nekationizovaná celulóza. Tyto snímky byly pořízeny elektronovou mikroskopií. Ze snímků je vidět, že kationizovaná bavlna (A, B) má hrubší omak díky navázání kationizačního činidla [24].



Obrázek 11: Kationizovaná celulóza - A,B; nekationizovaná C [24]

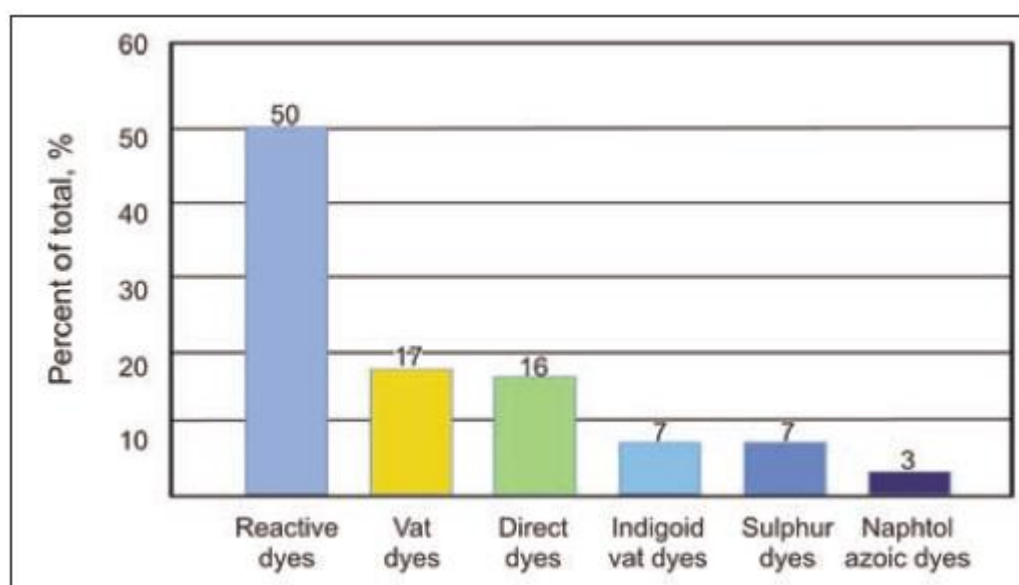
1.5 Barvení celulózových materiálů

Celulózová vlákna jsou lineární makromolekuly celulózy, kdy se na každé makromolekule celulózy objevují tři volné $-OH$ skupiny. Tyto skupiny tvoří hlavní afinitu k barvivům. Vytvářejí vodíkové vazby s vhodnými polárními skupinami v aniontech. Nejvýhodnější polohu pro vytvoření vodíkové vazby má primární skupina $-CH_2OH$. Barvitelnost je ovlivněna několika faktory. Za prvé je to vliv krystalinity celulózových vláken na barvitelnost. Do těchto míst se molekuly barviva nedostanou a také dochází k jejich částečnému bobtnání. Za druhé je to náboj celulózových vláken a vliv pH lázně. Na povrchu celulózových vláken se projevuje slabý negativní náboj, který se dá zvyšovat pomocí přídavku alkálie nebo s předešlým oxidativním poškozením celulózy [14].

Dalším faktorem, kterým je ovlivněna barvitelnost bavlny, je její původ, jemnost, zralost a předúprava. Zralá vlákna mají velmi dobře vyvinutou sekundární stěnu a dobře se obarvují všemi substantivními barvivy. Polozralá a nezralá vlákna mají sekundární stěnu slabší, a tím i sníženou barvitelnost. U mrtvých vláken je sekundární stěna jen málo vyvinuta nebo i chybí a vlákno se vůbec neobarví. Obsah mrtvých a nezralých je vláken je velmi důležitý, protože tímto získáme důležitou informaci o kvalitě bavlny. U většiny barviv je krytí mrtvé bavlny nežádoucí a při barvení různými kombinacemi barviv dochází k odstínovým rozdílům neboli nopkům. Dalším rozhodujícím faktorem je předúprava bavlněných přízí a tkanin. Cílem předúpravy, jak již bylo zmíněno, je docílení stejnoměrné, vysoké a rychlé savosti materiálu, dobré botnavosti vlákna a získání dané bělosti. Odstranění šlichet během úpravy musí být

úplné a především stejnoměrné. Pokud se tyto šlichty při předúpravě dostatečně neodstraní, způsobují nelegálnosti vybarvení. Při merceraci za napětí dojde k úplné přeměně krystalografické a morfologické struktury bavlněné celulózy a průřez vláken se mění z ledvinovitého průřezu na téměř kruhovitý. Pevnost vláken se zvyšuje. Mercerizační efekt spočívá ve zrychlení kinetiky barvení a vlákna nabývají lesku [14; 25].

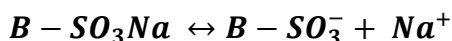
Celulózová vlákna přírodní i vlákna z regenerované celulózy se barví těmito technologickými skupinami barviv, a to přímými, tzv. substantivními barvivy, sirnými a kypovými barvivy, indigosoly, reaktivními barvivy, nerozpustnými azovými a ftalogenovými barvivy (obr. 12) [12].



Obrázek 12: Procentuální rozdělení barviv pro bavlnu [26]

1.6 Přímá barviva

Přímá barviva jsou také běžně nazývána jako substantivní barviva. Jsou to ve vodě rozpustné soli sulfokyselin, které se používají na barvení především celulózových vláken, ale také i na proteinová i polyamidová vlákna. Rozpustnost zajišťují přítomné sulfoskupiny. Tato barviva jsou schopna se vázat fyzikálně chemickou vazbou na celulózové vlákno z vodných roztoků za přítomnosti elektrolytu. Tato vazba je pomocí vodíkových můstků a nepolárních van der Waalsových sil. Díky přidavku neutrálního elektrolytu dochází k posunutí disociační rovnováhy směrem doleva ve prospěch nedisociované (tzn. nerozpustné, méně rozpustné) formy.



Rovnice 9

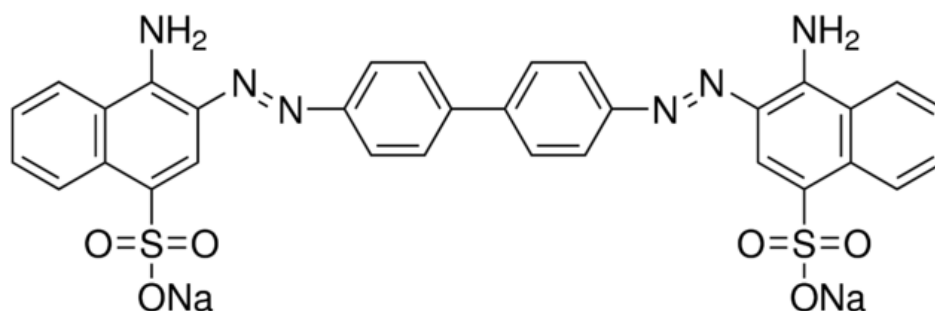
Omezení rozpustnosti barviva přidavkem elektrolytu již samo posunuje rovnovážné rozdělení barviva ve prospěch vlákna. Ovšem nadměrný přídavek elektrolytu může vést k potížím s rozpustností barviva a také i k vysrážení barviva z lázně [25; 27].

1.6.1 Struktura a rozdělení přímých barviv

Přímá barviva jsou většinou bis-azo-, tri-azo- i tetra-azobarviva s komplementárně uspořádanými aromatickými jádry. Pro afinitu k celulóзовým vláknům je nezbytná dlouhá lineární molekula barviva, která je prostorově podobná řetězci celulózy tak, aby se při absorpci na celulóзовé vlákno mohlo po celé délce molekuly uplatnit co nejvíce možných přitažlivých mezimolekulárních sil.

1. Přímá „obyčejná“ barviva

Jednoduchá azobarviva typická nízkou stálostí na světle (kolem stupně 3). Do této skupiny patří první přímé azobarvivo kongočerveň (obr. 13), kterou popsal v roce 1884 pan Böttiger [27; 28; 29].



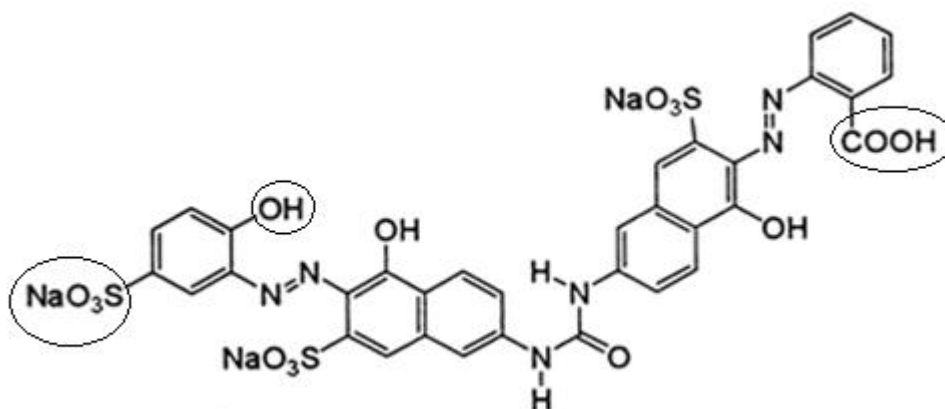
Obrázek 13: Struktura kongočervně [30]

Četná obyčejná přímá barviva, která obsahovala benzidin a některé další aromatické aminy, musela být vyřazena kvůli karcinogenitě těchto aminů [29].

Cena těchto barviv je velmi nízká. Použití je jen pro nejlacinější textilie a to technické a výplňkové materiály a výrobky pro jednorázové použití apod. Velký význam těchto barviv je pro barvení papíru. Paleta je dnes velmi úzká [27; 28].

2. Přímá barviva stálá na světle

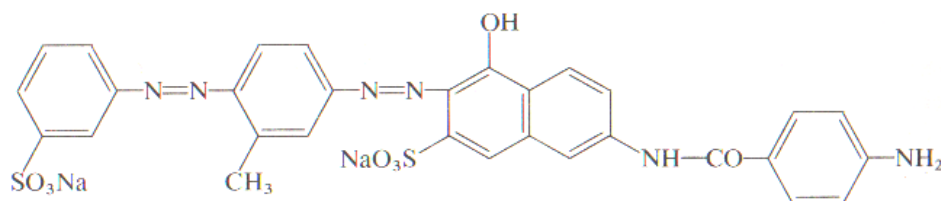
Tato barviva patří mezi nejdůležitější a nejpočetnější přímá barviva. Jde o vybrané struktury, které mají vyšší stálosti na světle. Odstínová paleta je velice široká, ale i přes neustálý vývoj nejsou odstíny příliš jasné, a to souvisí se složitými – plochými spektry rozměrných molekul. Na obrázku 14 je zobrazeno, jak při vnesení vhodných substituentů (auxochromů v závorkách) do skeletu barviva zvýšíme stálost na světle o 2 stupně, prohloubí se i odstín [27].



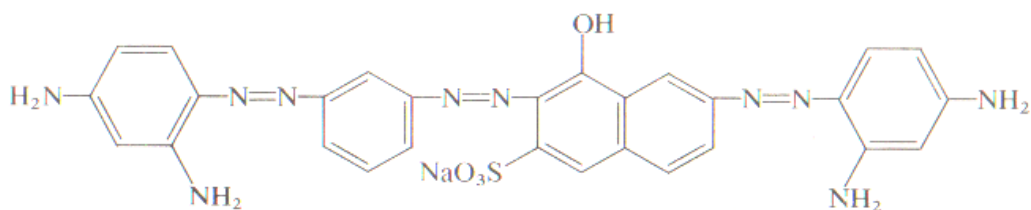
Obrázek 14: C.I. Orange 26 → C.I.Red 99 [27]

3. Přímá diazotační barviva

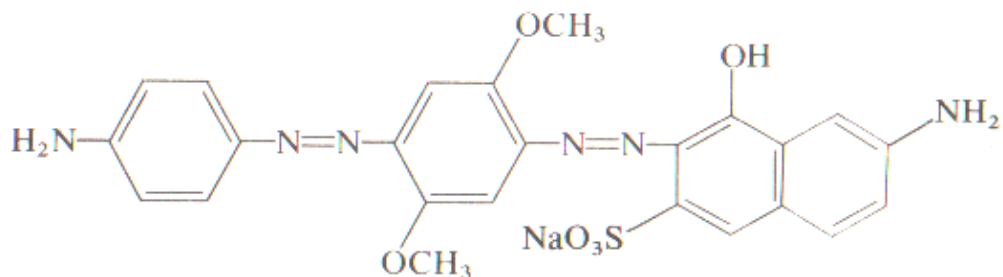
Přímá diazovatelná barviva jsou azobarviva, která obsahují v molekule diazovatelnou aminoskupinu. Vybarvená barviva je tedy možné na vláknech diazotovat a znovu kopulovat s vhodnou pasivní komponentou (př. 2-naftol). Přímá diazovatelná barviva se používají pro získání tmavších odstínů, jako příklad Azogenové bordó FBL, Azogenová hněd' R a Azogenová čern' D, viz obrázek 15-17. [28].



Obrázek 15: Azogenové bordó FBL [28]



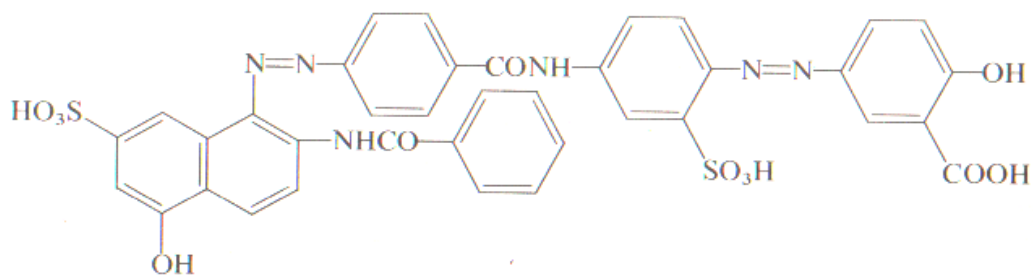
Obrázek 16: Azogenová hněd' R [28]



Obrázek 17: Azogenová čern' D [28]

4. Přímá barviva metalokomplexní

Vybarvení s větší stálostí lze dosáhnout kombinací vybranými přímými barvivy a barvivy metalokomplexními. Metalokomplexní barviva jsou sloučeniny, které vytvářejí se solemi dvojmocných kovů komplexní azo – sloučeniny. Komplex barviva a s kovem se vytváří buď dodatečně na vlákne po vybarvení, anebo přímo v barvivo během výroby. Příkladem může být Rybantinová červeň C5BL (obr. 18) [28].



Obrázek 18: Rybantinová červeň C5BL [28]

1.6.2 Ustalování přímých barviv

Ustalováním přímých barviv sledujeme zvýšení stálostí těchto vybarvení, především stálostí v potu, praní, na světle apod. Z neužívanějších postupů ustalování je ustalování formaldehydem a také kationickými ustalovacími prostředky. Ustalují se pouze výrobcem označená barviva [12].

1. Univerzální ustalování pomocí kationického prostředku

Jednoduché, ale ne příliš trvalé, zvýšení mokrých stálostí se získá převedením barevného aniontu na téměř nerozpustný iontový komplex se speciálním kationickým přípravkem. Změna odstínu je malá. Postup ustalování – pečlivě opláchnuté vybarvení se ustaluje ve slabě kyselé lázni, která obsahuje 1 - 3 % ustalovacího přípravku z hmotnosti vlákna při 30 – 40 °C 20 – 10 minut. Neoplachuje se, poté se provádí odvodnění a sušení [12; 27].

2. Přímá barviva ustalovatelná diazotací po barvení

Barvivo musí mít volnou $-NH_2$ skupinu ve vhodné poloze a následnou kopulací s vývojkami, např. β -naftol a jeho deriváty. Dojde ke zlepšení všech stálostí i k prohloubení odstínu. Laciné, ale technologicky náročné. Barvení stálých tmavých a černých odstínů [27].

3. Přímá barviva ustalovatelná po barvení v lázni formaldehydu

Probíhá při teplotě 70 – 80 °C. Aminoskupiny ze dvou molekul barviva zreagují s formaldehydem, a tím vznikne dvojnásobně velká molekula barviva, která je upevněna v celulóзовých vláknech pevně. Prohlubuje se i odstín. Použití 1 – 2 % formaldehydu a 0,2 – 0,4 % kyseliny mravenčí 85 %. Dojde ke zvýšení mokrých stálostí a k prohloubení odstínu. Problémem je toxicita formaldehydu [27].

4. Přímá barviva ustalovatelná v lázni $CuSO_4$

Dojde ke vzniku 1:2 komplexu barviva (komplexotvorné spojení dvou molekul barviva prostřednictvím atomu mědi). Dojde ke zvýšení mokrých stálostí a k prohloubení odstínu. Již několik let je Cu^{2+} v lázni zakázáno [27].

5. Ustalování reaktivním přípravkem

Dojde ke vzniku kovalentního můstku mezi barvivem a celulózou. Reakce vyžaduje velice silně alkalické prostředí. Jako komerční produkty jsou používány Syntefix, Texafix [27].

1.6.3 Aplikace přímých barviv

1. Lázňový způsob barvení

Nejčastější metoda barvení. Barví se 60 – 90 minut při teplotě 85 – 98 °C. Důležitou součástí lázně je neutrální elektrolyt ($NaCl$, Na_2SO_4) v rozsahu 3 až 15 $g.l^{-1}$. Při nadměrné dávce elektrolytu může dojít k vysrážení barviva. Lázeň by měla mít pH v neutrální oblasti, možné je i slabě alkalická lázeň. Do lázně se přidává soda, protože působí mírně retardačně

(jednoduchá egalizační přísada), zabraňuje případné hydrolyze barviva, zvyšuje rozpustnost barviva v lázni a zlepšuje migraci barviva, podporuje bobtnání vláknů [25; 27].

2. *Kontinuální a polokontinuální způsoby barvení přímými barvivy*

Moderní metody barvení využívají k barvení fulár, protože celý barvicí proces se zkrátí a zboží se lépe egalizuje a probarví. Klocuje se za teplot 25 až 80 °C, podle podmínek fixace barviva na vláknech jde o barvení postupem. Společným znakem všech těchto postupů je přidání močoviny pro dobrou rozpustnost barviva i zvýšení difúze a také přidání smáčedla. Oplachování po barvení je důležité, ale při barvení přímými barvivy je nutno oplachovat vodou při max. teplotě 30 °C [12; 25; 27].

a) *Pad – Roll*

Klocování – fixace nábalu za tepla. Po naklocování se tkanina prudce zahřeje průchodem přes zónu IČ záření a nabalí se do nábalu ve vyhřívané komoře, kde setrvá v prostředí syté páry při 100 °C 1 – 2 hodiny. Doba fixace je závislá na sytosti vybarvení.

b) *Pad – Batch*

Klocování – odležení. Naklocované zboží se navine na transportovatelný tzv. velkonábal a nechá se odležet 4 – 20 hodin za nezvýšené teploty. Oplachování se provádí za nízkých teplot.

c) *Pad – Steam*

Při tomto postupu je zboží naklocováno roztokem barviva, smáčedlem a záhustkou. Poté je zboží vedeno do pařáku, kde se paří sytou parou 1 – 2 minuty při 102 – 105 °C. Většinou je použito dvou fullárů, kde na prvním probíhá klocování barviva a na druhém se přidávají chemikálie a v dostatečném množství NaCl, aby se potlačila desorpce naklocovaného barviva [12; 25; 27].

1.7 Stálostí vybarvení

Stálostí vybarvení jsou jedním z nejzákladnějších kritérií k hodnocení textilie pro spotřebitele. Stálost je odolnost barviva na textilií proti různým vlivům. Na vzorku simulujeme operaci a následně sledujeme změnu barevnosti vzorku a případně i zapuštění do doprovodných tkanin [6; 14].

1.7.1 Dělení stálostních zkoušek

1. stálosti suché

- a) v otěru
- b) na světle
- c) ostatní, např. v žehlení, plisování,...

2. stálosti mokré

- a) v praní
- b) v potu
- c) ostatní

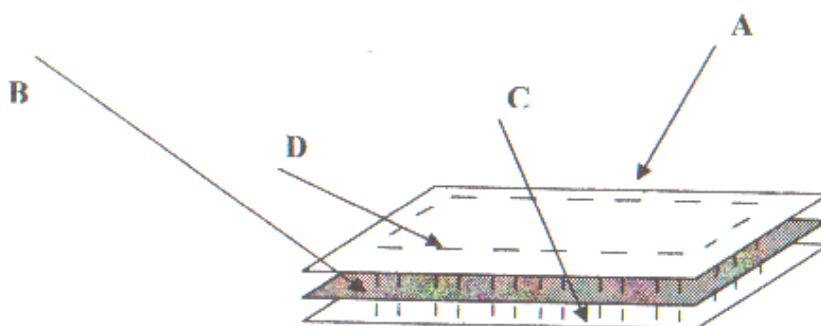
1.7.1.1 Síla zkoušeného vybarvení – síla typu

Stálosti jsou ovlivněny sytostí vybarvení, a proto bylo zavedeno několik typových vybarvení, která umožňují srovnávat stálosti textilie v odpovídající sytosti. Stálost vybarvení na světle roste s koncentrací barviva ve vláknech. Naopak mokré a sublimační stálosti i otěr se s rostoucí koncentrací barviva ve vláknech zhoršují. Proto pro správné posuzování byla zavedena mezinárodně definovaná tzv. síla typu (základní 1/1 – standardní sytost) [6; 14].

1.7.1.2 Mokré stálosti – sdružený vzorek

Do vodné lázně o definovaném složení a teploty se vloží „sdružený vzorek“, tj. sendvič 10x4 cm zobrazen na obr. 19:

- A- 1. doprovodná neobarvená tkanina (ze stejných vláken jako zkoušené vybarvení)
- B- Zkoušené vybarvení
- C- 2. Doprovodná neobarvená tkanina definovaná normou
- D- Prošije se po okrajích bavlněnou nití volným stehem

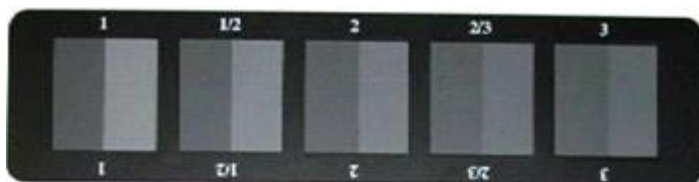


Obrázek 19: Sdružený vzorek

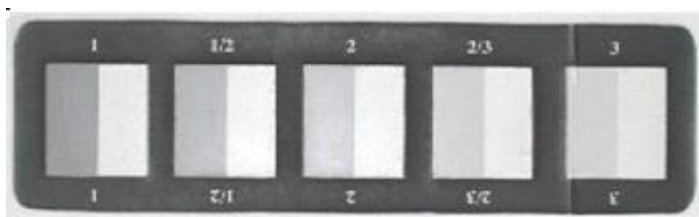
Po zkoušce se sdružený vzorek rozpárá a usuší. Všechny části se musí sušit odděleně, jinak by hrozilo zneřádnění výsledků dalším zapouštěním při teplotě sušení. Hodnotí se změna barevnosti původního vybarvení (změna odstínu), a také změna barevnosti doprovodných textilií (zapouštění). Pro hodnocení se používá šedá stupnice [6; 14].

1.7.1.3 Hodnocení stálosti – šedá stupnice

Šedá stupnice je etalon barevné odchylky. Existují dvě odlišné stupnice. Jedna pro změnu odstínu, druhá pro zapouštění (obr. 20 - 21). Vyhodnocuje se vizuálním srovnáním se dvěma pětistupňovými šedými etalony (5 – nejstálější, 1 – nejhorší). Pro hodnocení vzorků pomocí šedé stupnice musí být splněny všechny požadavky na objektivní měření barevnosti [6; 14].



Obrázek 20: Pro změnu odstínu [31]



Obrázek 21: Pro změnu zapouštění [31]

1.7.1.4 Stálost v potu

Principem této zkoušky je, že se vzorek ponoří do syntetického potu a sleduje se zapouštění do doprovodné tkaniny za podmínek při pocení lidského těla – 4 hodiny a 37 °C. Nízká stálost znamená, že barvivo špatně drží na textilií.

Dle normy ČSN EN ISO 105-E04 (ČSN 80 0165) se stanovuje stálost v potu kyselém a v potu alkalickém. Alkalický pot obsahuje histidin, chlorid sodný, hydrogenfosforečnan sodný – pH upraveno na hodnotu 8,0. Kyselý obsahuje histidin, chlorid sodný, hydrogenfosforečnan sodný a pH je upraveno na 5,5 [6; 14].

1.7.1.5 Stálosti v otěru

Vzorek se otírá o bílou textilií a sleduje se zapouštění (přechod barviva na bílou textilií). Testovaný vzorek má rozměr min. 50x140 mm, ten se napne na desku přístroje na měření stálosti v otěru. Otěrací bavlněná látka o rozměru 50x50 mm je napnuta na otěrací element a ten se posunuje po vzorku 10x tam a zpět po dráze 10 cm. Přítlak je 9 N. Rozeznáváme otěr za sucha a otěr za mokra [6; 14].

1.7.1.6 Stálosti v praní

Dle normy ČSN EN ISO 105-C06, ČSN 80 0123. V normě jsou uvedeny potřebné doprovodné tkaniny pro testovaný vzorek textilie. Praní se většinou provádí při teplotě 40, 50, 60, 70 a 95 °C při daném složení lázně [6; 14].

1.7.1.7 Stálosti na světle a povětrnosti

Hodnotí se změna odstínu podle osmistupňové modré stupnice, která se vystavuje definovanému osvětlu vždy zároveň se vzorky. Jde o proužky 1x5 cm napnuté na speciálních nosičích, které umožňují postupné příčné zakrývání.

Modrá škála je sestavena z osmi vybarvení vlněné tkaniny modrými barvami, tak aby vytvořily stálosti stupně 1 až 8.

Dnes je nejvíce používaná zkouška stálosti na denním světle – ČSN EN 105-B01 (80 0132). Pro rychlé otestování se používá stálost na světle umělém – ČSN EN ISO 105-B02 (80 0147), která pracuje s xenonovou výbojkou definovaných vlastností.

Při zkoušce umělé povětrnosti – ČSN EN ISO 105-B01 (80 0171) je použita xenonová výbojka a také i vliv vlhkosti. Pokud se projevuje výrazný odstínový posun, lze za hodnotící číslici přiřadit písmeno [6; 14]:

Y – žlutější	D – kalnější
R – červenější	BR – jasnější
B – modřejší	STR – hlubší - silnější
G – zelenější	

1.8 Popis barevného prostoru

Vybarvení textilie se zpravidla provádí podle předlohy či požadavků odběratele. Porovnání barevného odstínu s předlohou je možné provádět očima pracovníka nebo pomocí přístrojové techniky.

1.8.1 Subjektivní hodnocení barevnosti

Barvíř porovnává vzorek vybarvené textilie s předlohou a svá pozorování vyjadřuje slovně. Subjektivní hodnocení barevnosti vyžaduje značné zkušenosti a je závislé na citlivosti očí a zkušenosti pozorovatele. Často dochází ke sporům v posuzování barevného odstínu. Proto se nahrazuje objektivním hodnocením barevnosti.

1.8.2 Objektivní měření barevnosti

Touto metodou lze přesně, tj. nezávisle na osobě pozorovatele, hodnotit barevnost textilie ve všech znacích: barevný odstín, sytost a jas vybarvení.

Barevný tón neboli odstín je vlastnost chromatické barvy, podle níž ji můžeme přiřadit k některé ze spektrálních barev.

Čistota neboli sytost vyjadřuje relativní podíl intenzity světla v dané oblasti spektra proti celkové intenzitě. Nejvyšší čistotu mají spektrální monochromatické barvy, jejichž čistota se považuje za 100 %.

Jas neboli brilance vyjadřuje svítivost plochy světelného zdroje a průmětu této plochy do roviny kolmé k ose, na které je jas měřen.

Rozbor barevného vnímání je složen ze tří základních faktorů, a to zdroje světla, pozorovaný předmět a pozorovatel. Jestliže změníme jednu z těchto 3 komponent, tím pádem změníme i celkový barevný vjem. Proto je nutné, aby se sjednotily a charakterizovaly vlastnosti světelných zdrojů v oblasti VIS, specifikovaly standartní podmínky osvětlování pozorování, znormovaly se vlastnosti průměrného lidského oka a byla popsána výsledná barva číselně a sjednotily do jednotného barevného prostoru. V roce 1931 CIE schválila 5 doporučení, která dala základ moderní kolorimetrii:

- standartní zdroje světla A, B, C
- podmínky osvětlení a pozorování
- etalony činitele odrazu
- standartní pozorovatel (2°) definovaný $x(\lambda)$, $y(\lambda)$, $z(\lambda)$

- soustava trichromatických složek X, Y, Z a barevný prostor X, Y, Z

Tato doporučení se mění a postupným získáváním dalších upřesňujících poznatků o vnímání barev se během doby doplňují. Tak například v roce 1964 byl CIE přijat doplňkový (10°) standardní pozorovatel [32].

Barva pomocí CIE je tedy vyjadřována jednoznačně číselně třemi tzv. trichromatickými složkami X, Y, Z. Zjednodušeně lze považovat:

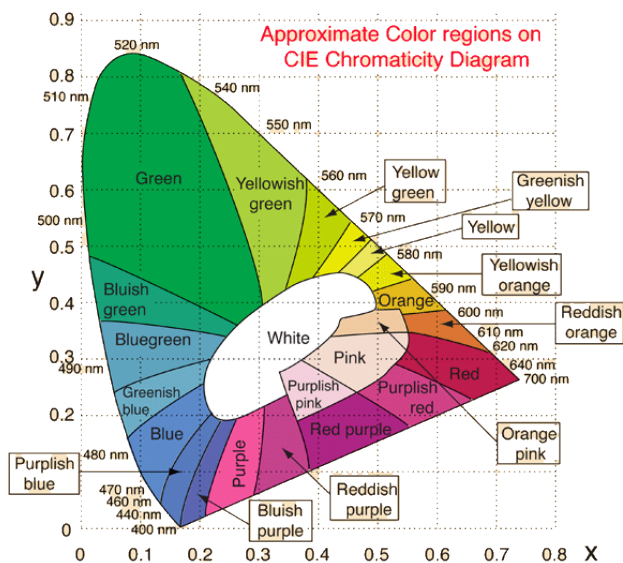
- X za míru obsahu červené barvy
- Y za míru obsahu zelené barvy
- Z za míru obsahu modré barvy

Trichromatické složky X, Y, Z tvoří pravoúhelníkový prostorový útvar a libovolná barva je jednoznačně určena bodem v tomto prostoru. Pro větší názornost se zjednodušuje toto prostorové vyjádření průmětem trichromatických složek do roviny xy. Tím se získá plošný diagram reálných barev, ve kterém je odstín a sytost barvy jednoznačně určena tzv. trichromatickými souřadnicemi x, y, z; platí pro ně vztah: $x + y + z = 1$

I u trichromatických souřadnic lze zjednodušeně považovat x jako relativní podíl červeně, y jako relativní podíl zeleně a jako z relativní podíl modře. Hodnoty trichromatických souřadnic x, y, z se vypočtou z trichromatických složek X, Y, Z dle rovnice 10:

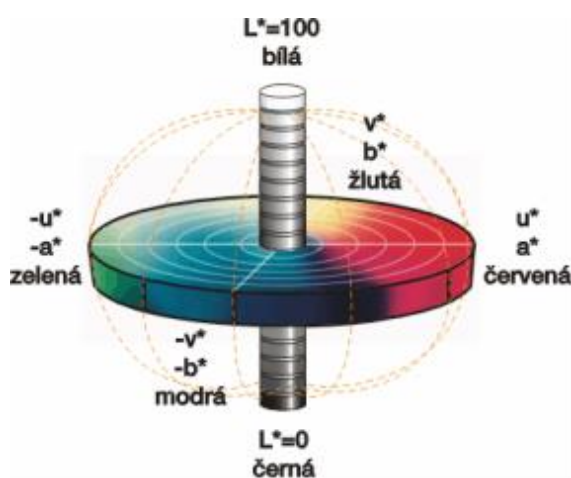
$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z} \quad \text{Rovnice 10}$$

Takto získanému dvojrozměrnému prostorovému diagramu s osami x, y říkáme CIE x, y-diagram chromatičnosti obr. 22. Základnu útvaru tvoří řada purpurových barev, které vznikají mísením červené a fialové barvy a ve spektru se nevyskytují. Barvy viditelného spektra (o vlnových délkách od 380 do 760 nm) jsou rozloženy po obvodu a představují nejsytější reálné barvy [14; 32; 33].



Obrázek 22: CIE x,y,z [34]

Tento model nám nedával míru jasu, a proto se zavedl CIE $L^*a^*b^*$ a $L^*C^*h^*$ systém. Barevný prostor je zobrazen na obr 23. CIE $L^*a^*b^*$ je druhý ze dvou systémů, které byly přijaty v roce 1976 jako modely CIE, které lépe zobrazují postupné odstupy barev. Centrální svislá osa představuje světlost (L^*), jejíž hodnota je od 0, kde je barva černá, až do 100, kde je barva bílá. Barevné osy jsou založeny na tom, že barva nemůže být červená a zelená, nebo modrá a žlutá, protože tyto barvy jsou proti sobě navzájem. Hodnoty se pohybují od pozitivních k záporným hodnotám. Na ose a označují kladné hodnoty množství červené, zatímco záporné hodnoty označují množství zelené. Na ose b je žlutá kladná a modrá je záporná. Pro obě osy je nula neutrální šedá [35].



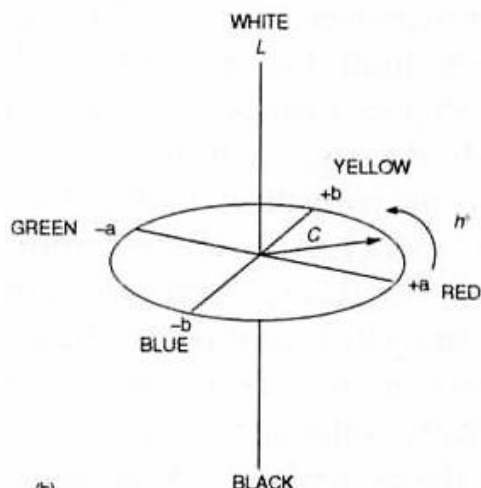
Obrázek 23: Barevný prostor [35]

Celková barevná diference, někdy také označovaná jako totální barevná diference ΔE^* , se vypočte podle následujícího vzorce 1:

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad \text{Vzorec 1}$$

kde a^* , b^* jsou konstanty a L je měrná světlost

Druhou možností je vyjadřování diferencí v cylindrických souřadnicích CIE $L^*C^*h^*$ (obr. 24). Vznikl transformací CIE $L^*a^*b^*$ systému z kartézských do cylindrických souřadnic.



Obrázek 24: Barevný prostor [32]

Hodnota L nám říká, jestli je barva vzorku světlejší ($+\Delta L$) nebo tmavší ($-\Delta L$). Hodnota C nám udává, jestli je barva vzorku čistší ($+\Delta C$) nebo kalnější ($-\Delta C$). V barevném prostoru $L^*C^*h^*$ je h označováno v současnosti jako měrný úhel barevného tónu.

$$\Delta H^* = \sqrt{(\Delta E^*)^2 + (\Delta C^*)^2 + (\Delta L^*)^2} \quad \text{Vzorec 2}$$

kde ΔC^* je odchylka v měrné čistotě, ΔH^* je odstínová odchylka

Rovnice charakterizující odstínovou odchylku byla zvolena proto, aby jednotky, ve kterých je odchylka udávaná byly shodné s jednotkami ΔE^* . Protože řešení rovnice nemůže indikovat, zda je ΔH^* + nebo -, určuje se znaménko odchylky posouzením vzájemného postavení vzorku vůči předloze. Jestli vzorek leží proti směru hodinových ručiček od předlohy je odstínovaná odchylka $+\Delta H^*$, jestli vzorek leží po směru hodinových ručiček od předlohy je odstínová odchylka označována jako $-\Delta H^*$ [32].

Hlavní nevýhodou CIE systému, kromě malé názornosti, spočívá v jeho nerovnoměrném odstupňování. To znamená, že vizuálně stejně vnímané barevné rozdíly, jsou v tomto systému znázorněny různě velkými vzdálenostmi. Všechny barvy, které vykazují určitou odchylku od standardní barvy, představují v takovém barevném prostoru množinu bodů tvořící vnitřek

koule. Ve středu této koule leží barva standardu, její poloměr je vzdálenost standardu od bodu barvy, který představuje hranici barevné odchylky. Všechny odstíny, které leží uvnitř této koule, jsou tedy přijatelné – PASS. Odstíny, které leží mimo tuto kouli, jsou nepřijatelné – FAIL. Změníme-li velikost poloměru této koule, zvětšíme nebo zmenšíme toleranční mez pro posudek, zda je získané vybarvení uvnitř těchto mezí ve shodě nebo s předlohou, resp. barevná odchylka je v přijatelných mezích, nebo že je vně této koule a je tudíž nutné vzorek dále upravit (dobarvit apod.). Posudky PASS/FAIL (přijatelné/nepřijatelné) jsou každodenní součástí provozovací praxe a je nutno jim věnovat obzvláštní pozornost. Ideální barevný prostor umožňuje jednoduché vyjádření vzdálenosti dvou bodů reprezentující pár vybarvení předloha – vzorek (vzdálenost představuje barevnou diferenci). V současnosti jsou obecně používané dva typy barevných prostorů CIE $L^*a^*b^*$ a CIE $L^*C^*h^*$. Jejich popis umožňuje správné zařazení barevného vzorku v barevném prostoru podle konkrétních standardních veličin [14; 32].

Kubelka-Munkova závislost je základním vztahem pro popis remise. Máme nekonečnou vrstvu textilie, na kterou dopadá světlo. Světlo se částečně rozptýlí a částečně pohltí. Rozptýlení světla je charakterizováno rozptylovým koeficientem S . Absorpční vlastnosti vrstvy vzorku (daného poloprostoru) jsou vyjádřeny absorpčním koeficientem K . Po výpočtu bilance absorbovaného a remitovaného světla získáme Kubelka-Munkovu závislost (rovnice 12). Podíl K/S je funkcí vlnové délky stejně jako hodnota remise (reflektance) R . Parametr K/S je lineárně závislý na koncentraci barviva ve vlákne [32].

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2 \cdot R}$$

Rovnice 11

K – absorpční koeficient

S – rozptylová funkce

R – remisní stupeň

Dále platí:

$$\frac{K}{S} = C * k$$

Rovnice 12

C – koncentrace barviva ve vlákne [mol.g⁻¹]

k – experimentálně zjištěná konstanta [g.mol⁻¹]

Dalším vyjádřením výpočtu, kde je použita hodnota K/S, je relativní barevná síla pro reflektanci Avg, kterou lze vypočítat podle vzorce a také vážená barevná síla pro reflektanci Wgt, kterou lze vypočítat podle vzorce 3 a 4:

$$Avg = \frac{\sum_{\lambda=1}^{počet} K/S_{\lambda}}{počet} \quad \text{Vzorec 3}$$

$$Wgt = \frac{\sum_{\lambda=1}^{počet} \left(\frac{K}{S}\right)_{\lambda} * E_{\lambda} * S_{\lambda}}{počet} \quad \text{Vzorec 4}$$

kde : E_{λ} - typ zdroje osvětlení

S_{λ} - 2° nebo 10° pozorovatel

2 Cíl práce

1. Zhodnoťte vliv kationizace celulózového materiálu provedené dvěma kationizačními prostředky na podmínky barvení a charakter vybarvené tkaniny použitím barevného trojúhelníku přímých barviv Saturn
2. Ověřte použití dvou používaných kationizačních přípravků jako ustalovacího prostředku po barvení přímými barvivy
3. U vybarvených tkanin proveďte hodnocení vybraných mokrých stálostí
4. Změny vybarvení studujte pomocí objektivního měření barevnosti

3 Experimentální část

3.1 Seznam přístrojového vybavení

- laboratorní váhy Kern KB
- analytické váhy Kern 770
- barvicí aparát AHIBA NUANCE TOP SPEED HB (Datacolor, USA)
- Spekol 11 (Carl Zeiss)
- HunterLab ColorQuest XE
- spektrofotometr Helios Gama (thermo Scientific, USA)
- světelný box GTI MiniMatcher 4e (uva, uvb, a, tl84, d65)
- skenovací elektronový mikroskop (JEOL JSM – 5500LV)

3.2 Seznam použitých chemikálií

Chemikálie

Altaran S8

Slovasol 2510/9

Texamin ECE

Sokoflok FL 4540

Syntefix TE

Detergent ECE

C.I. Direct Yellow 28 (Saturnová žlut' LFF 200)

C.I.Direct Red 80 (Saturnová červeň F3B 200)

C.I.Direct Blue 78 (Saturnová modř L4G 300)

Destilovaná voda

NaOH

NaCl

Na₂CO₃

Kyselina octová 99%

Výrobce

Chemotex Děčín a.s.

Sasol Slovakia spo. s.r.o.

Inotex, spol. s.r.o.

SNF S.A.S., Francie

Enaspol a.s.

Henkel KGaA

Synthesia a.s.

Synthesia a.s.

Synthesia a.s.

Univerzita Pardubice

Penta s.r.o.

Lach – Ner, s.r.o.

Lachema, a.s.

Lach – Ner, s.r.o.

3.3 Použité kationizační prostředky

TEXAMIN ECE

Tabulka 2: Fyzikální a chemické vlastnosti [36]

Složení	kationaktivní polyheterocyklická sloučenina – ethanol, 2-[(2-aminoethyl)amino]-, reakční produkty s epichlorhydrinem, ethylendiaminem a 1H-imidazolem
Skupenství, vzhled, zápach	Žlutohnědá kapalina, charakteristický zápachu
Rozpustnost	Zcela mísitelný s vodou
Sušina	52,3 %
Chemická stabilita	Stabilní
pH	6 - 9

SOKOFLOK FL 4540

Tabulka 3: Fyzikální a chemické vlastnosti [37]

Složení	kapalný koagulant, kationaktivní polymer – poly(diallyldimethylamonium chlorid)
Skupenství, vzhled, zápach	Čirá až slabě nažloutlá kapalina, bez zápachu
Rozpustnost	Zcela mísitelný s vodou
Sušina	43,08 %
Chemická stabilita	Stabilní
pH	4 - 8

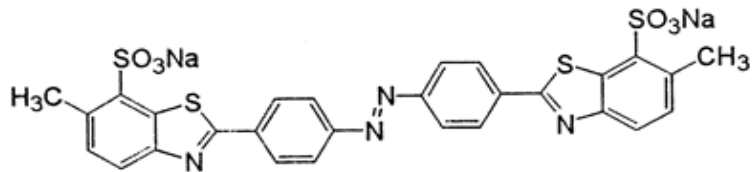
3.4 Použitá barviva

C.I. DIRECT YELLOW 28 (Saturnová žlut' LFF 200)

Složení: azobarvivo (obr. 25)

Funkce: textilní přímé barvivo

Absorpční maximum: 400 nm



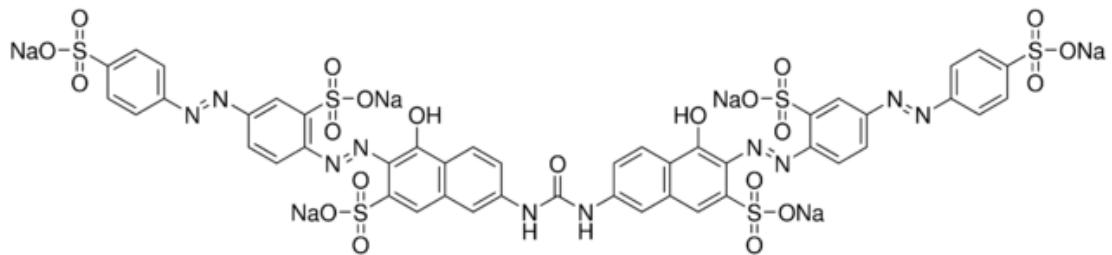
Obrázek 25: C.I. Direct Yellow 28 [38]

C.I. DIRECT RED 80 (Saturnová červen' F3B 200)

Složení: azobarvivo (obr. 26)

Funkce: textilní přímé barvivo

Absorpční maximum: 510 nm



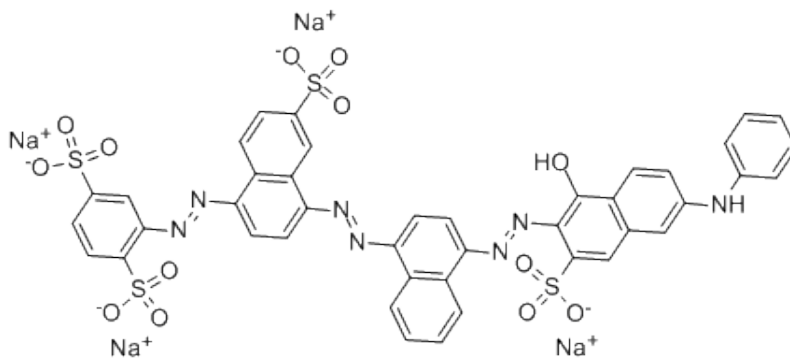
Obrázek 26: C.I. Direct Red 80 [39]

C.I. DIRECT BLUE 78 (Saturnová modř L4G 300)

Složení: azobarvivo (obr. 27)

Funkce: textilní přímé barvivo

Absorpční maximum: 600 nm



Obrázek 27: C.I. Direct Blue 78 [40]

3.5 Stanovení sušiny používaných kationizačních přípravků

Od každého kationizačního přípravku (Texamin ECE, Sokoflok FL 4540) bylo naváženo na analytických vahách cca 4 g. Po zvážení byly váženky vloženy do sušárny, která byla vyhřátá na 80 °C, a bylo sušeno do konstantní hmotnosti. Po usušení byla zaznamenána konečná hmotnost a bylo vypočítáno množství sušiny podle vzorce 5.

$$P = \left(\frac{m_s - m_v}{m_n - m_v} \right) \times 100$$

Vzorec 5

kde: m_v – hmotnost čisté navážky [g]

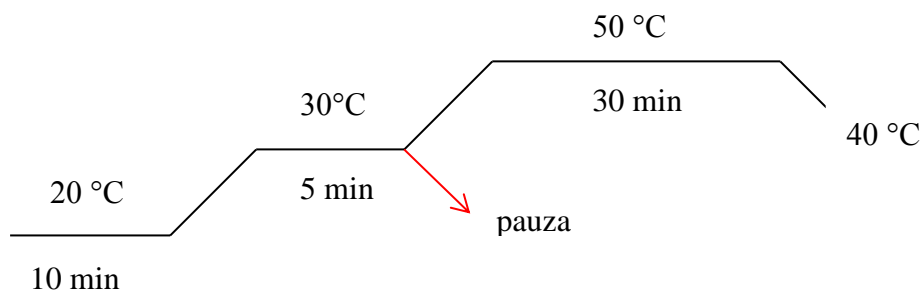
m_n – hmotnost váženky se vzorkem před usušením [g]

m_s – hmotnost váženky se vzorkem po usušení [g]

P – sušina [%]

3.6 Kationizace bavlněných materiálů

Kationizace probíhala podle následujícího časově – teplotního režimu (obr. 28), který byl nastaven na barvicím aparátu AHIBA NUANCE TOP SPEED HB:

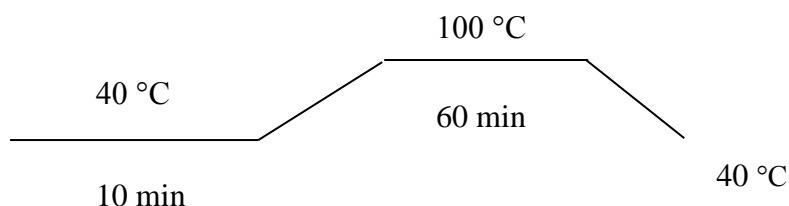


Obrázek 28: Časově - teplotní režim kationizace

Kationizace byla provedena vytahovacím způsobem. Délka lázně byla 1:20. Byla použita již předupravená bavlna. Základem byl obecný postup, který byl uveden v technickém listu Texaminu ECE a byl dále optimalizován, pokud jde o teplotu, čas a složení. Do lázně byla použita destilovaná voda, 5 % daného kationizačního prostředku z hmotnosti bavlny, smáčedlo Slovasol 1g.l^{-1} . Tento roztok byl připraven do kovových ampulí, byla vložena bavlna, a následně byly ampule uzavřeny. Po 15 min. byla pauza, kdy byly dané ampule vyndány a bylo do nich přidáno 0,8 g NaOH na 1 g kationizačního prostředku. Po přidání NaOH do ampulí byly opět uzavřeny a vloženy zpět do barvicího aparátu a program pokračoval dále dle nastavení. Po ukončení byla bavlna vyprána v horké a studené vodě. Jako poslední krok bylo provedeno upravení pH dané bavlny v roztoku 1g.l^{-1} CH_3COOH a poté důkladně opláchnuto vodou a usušeno. Po usušení bylo prováděno barvení.

3.7 Barvení nekationizované a kationizované bavlny

Barvení probíhalo podle následujícího časově – teplotního režimu (obr. 29), který byl nastaven na barvicím aparátu AHIBA NUANCE TOP SPEED HB:



Obrázek 29: Časově - teplotní režim barvení

Délka lázně byla 1:20. Postup barvení byl u nekationizované a kationizované bavlny stejný, až na použití neutrálního elektrolytu. Do barvicí lázně byla použita destilovaná voda, 1,5 % Na_2CO_3 , 12 % NaCl, 2 % barviva a 1g.l^{-1} Altaranu S8. K barvení byla použita přímá barviva – C.I. Direct Red 80, C.I. Direct Blue 78 a C.I. Direct Yellow 28.

Složení lázně u kationizované bavlny bylo následující:

- 1,5 % Na_2CO_3
- 2 % barviva
- 1g.l^{-1} Altaranu S8

U kationizované bavlny byly i použity různé koncentrace použitého barviva, a to 100 %, 80 %, 75 %, 60 % a 50 % celkové navážky barviva při 2%-ním vybarvení. U 50 % množství barviva bylo provedeno i barvení s přidáním 1/3 soli z navážky pro nekationizovanou bavlnu.

Složení lázně u nekationizované bavlny bylo následující:

- 1,5 % Na₂CO₃
- 12 % NaCl
- 2 % barviva
- 1 g.l⁻¹ Altaranu S8

Do kovových ampulí byla připravena barvicí lázeň, vložena tkanina, uzavřena a vložena do barvicího aparátu. Následně byl spuštěn námi připravený program. Po ukončení barvení byla bavlna důkladně opláchnuta destilovanou vodou a usušena na sušáku. Po uschnutí bylo provedeno ustálení, objektivní měření barevnosti a stálobarevnosti vybarvení v praní.

3.8 Měření absorbance barvicí lázně před a po barvení

Z připravených barvicích lázní bylo odpipetováno 1,5 ml do 25 ml odměrné baňky a poté bylo doplněno destilovanou vodou po rysku. Z těchto roztoků byla změřena absorbance při absorpčním maximu barviva na přístroji Spekol 11. Stejný postup byl proveden i s barvicím roztokem po barvení. Dále se z těchto hodnot vypočítalo % vyčerpání dané barvicí lázně podle vzorce 6.

$$\% \text{vyčerpání} = \left(1 - \frac{A_x}{A_0}\right) \times 100$$

Vzorec 6

kde: A_x – absorbance po barvení

A₀ – absorbance před barvením

3.9 Ustálení přímých barviv

Ustálení bylo provedeno u klasického barvení nekationizované bavlny pomocí prostředku Syntefixu TE. Dále bylo také provedeno ustálení pomocí prostředku Texaminu ECE a Sokofloku FL 4054. Ustálení proběhlo při 30 °C po dobu 30 minut na stejném barvicím aparátu jako barvení. Bylo použito 2 % ustalovacích přípravků. Tyto různé způsoby ustálení byly mezi sebou porovnány v objektivním měření barevnosti po stálobarevnostech.

U kationizované bavlny bylo důležité zjistit, zda je nutné ustalovat nebo ne. Proto byla kationizovaná bavlna se rozstříhnuta napůl a polovina se ustálila Syntefixem TE a polovina zůstala neustálená. Potom byly tyto dvě části mezi sebou porovnávány po stálobarevnostech vybarvení v praní. Jako standart byla použita klasická nekationizovaná bavlna ustálená Syntefixem TE.

3.10 Měření stálobarevnosti vybarvení v praní

Z obarvených ustálených a neustálených tkanin byly odstříženy dva proužky o rozměrech 10x4 cm, které byly poté sešity volným stehem s doprovodnými tkaninami, a to čistou bavlnou a vlnou dle normy (viz. kapitola 1.7 obr. 19). Takto připravené vzorky byly prány při 40 °C a 60 °C, které bylo provedeno podle normy ČSN EN ISO 105-C06.

Praní při obou teplotách bylo provedeno v barvicím stroji, kde byl námi nastavený program pro praní při 40 °C a 60 °C. Praní při 40 °C trvalo 30 minut. Délka lázně byla 1:50, obsahovala destilovanou vodu a 5g.l⁻¹ detergentu ECE.

Praní při 60 °C také trvalo 30 minut, lázeň 1:50 a obsahovala 5g.l⁻¹ detergentu ECE a ještě navíc 2g.l⁻¹ sody.

Po ukončení praní byly vzorky rozpárány a opláchnuty v destilované vodě a usušeny. Poté byly vzorky proměřeny na přístroji Hunterlab ColorQuest XE, kde byla zjištěna změna odstínu a stupeň zapuštění do bavlny a vlny. Následně byly všechny vzorky dle hodnot porovnávány.

3.11 Objektivní a subjektivní měření barevnosti

Objektivní měření barevnosti bylo provedeno na přístroj Hunterlab ColorQuest XE. Jako standart byla použita nekationizovaná bavlna, která byla barvena klasicky dle postupu a byla ustálena pomocí Syntefixu. Přístroj byl nastaven na 10° pozorovatele, standardizované světlo D65 a malý otvor vstupu. Při tomto měření byly získány hodnoty L* a b*, odstínová odchylka ΔE^* a síla typu Avg – relativní síla pro reflektanci a Wgt – vážená síla po reflektanci, změna odstínu a zapouštění do bavlny a vlny. Byly získány také hodnoty K/S.

Nakonec bylo také provedeno subjektivní hodnocení barevnosti na světelném boxu GTI MiniMatcher 4e (uva, uvb, a, t184, d65). Vybralo se několik vzorků a byla zhodnocena změna odstínu, zapouštění do bavlny a vlny. Poté byly tyto hodnoty srovnány s výsledky z objektivního hodnocení barevnosti.

3.12 Hodnocení vzhledu celulóзовého vlákna

Díky možnosti provedení měření neupravené a upravené bavlny kationizací pomocí skenovacího elektronového mikroskopu SEM v Centru materiálů a nanotechnologií za finanční podpory MŠMT prostřednictvím projektů CZ.1.05/4.1.00/ 11.0251 a LM2015082, byly získány fotografie povrchu vlákna, které budou uvedeny v kapitole Výsledky a diskuze.

Získané fotografie ukazují povrch bavlněného vlákna a změnu jeho vzhledu po kationizaci, jak bylo uvedeno v teoretické části v kapitole 1.4 obrázek 11.

4 Výsledky a diskuze výsledků

4.1 Zhodnocení % vyčerpání ze získaných hodnot absorbance

% vyčerpání barvicí lázně bylo spočítáno dle vzorce, který je uveden v kapitole 3.3. Hodnota A_0 je absorbance lázně před barvením a A_x je absorbance lázně po barvení. Absorbance byla měřena na přístroji Spekol 11, kde byla nastavena vlnová délka na hodnotu absorpčního maxima barviva. Výsledné hodnoty byly zaznamenány do tabulek 4 – 9. Hodnoty byly rozděleny podle toho, zda byla kationizace provedena Texaminem ECE nebo Sokoflokem FL 4540. Jako standart byla použita nekationizovaná bavlna obarvená klasickým způsobem barvení přímých barviv.

C.I.Direct Yellow 28 – 400 nm

C.I.Direct Red 80 – 510 nm

C.I.Direct Blue 78 – 600 nm

Ze získaných hodnot vyplývá, že % vyčerpání je vyšší u barvení kationizované bavlny než u nekationizované bavlny barvené klasickým způsobem. Je to způsobené tím, že daná kationizace upravila celulózová vlákna tak, že došlo ke snížení záporného náboje na celulózových vláknech, a tím pádem k lepšímu navázání přímých barviv. Nejvyšší hodnoty můžeme pozorovat v tabulce č. 6 – 7, kde bylo barveno pomocí C.I.Direct Red 80. % vyčerpání nekationizované bavlny mělo hodnotu 48,78 % a u kationizované bavlny Texaminem ECE nebo Sokoflokem FL 4540 dosahovalo hodnoty ± 90 %, ale u Sokofloku byly vždy hodnoty o něco vyšší. Když klesalo množství barviva v barvicí lázni, tak se hodnoty % vyčerpání stále pohybovaly ve vysokých hodnotách a převyšovaly hodnoty nekationizované bavlny. Závěrem lze říci, že kationizace bavlny přispěla k vyššímu % vyčerpání lázně u všech použitých barviv než u barvení nekationizované bavlny. Výsledky jsou však závislé na provedení kationizace. Nelze tedy vysledovat přímou úměru mezi množstvím použitého barviva a % vyčerpání barvicí lázně. Hodnoty poněkud kolísají, a proto je třeba hodnotit v kontextu celkového vybarvení, např. při použití 50 % barviva bylo vytažení vyšší, ale vybarvení nebylo již zcela egální. Z tohoto důvodu bylo provedeno barvení s přídavkem 1/3 celkové navážky NaCl, kdy vytažení barvicí lázně je vyšší než u standartu, ale nedosahuje hodnot kationizované bavlny bez přídavku soli.

Tabulka 4: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně – Texamin - C.I. Direct Yellow 28

C.I.Direct Yellow 28	A₀	A_x	% vyčerpání
Klasika - Standart	0,840	0,145	82,74
Texamin – 100 % barviva	0,682	0,040	94,14
Texamin – 80 % barviva	0,623	0,044	92,94
Texamin – 75 % barviva	0,461	0,023	95,01
Texamin – 60 % barviva	0,472	0,020	95,76
Texamin – 50 % barviva	0,363	0,011	96,97
Texamin – 50 % barviva + elektrolyt	0,310	0,033	89,35

Tabulka 5: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně – Sokoflok - C.I.Direct Yellow 28

C.I.Direct Yellow 28	A₀	A_x	% vyčerpání
Klasika – Standart	0,840	0,145	82,74
Sokoflok – 100 % barviva	0,905	0,012	98,75
Sokoflok – 80 % barviva	0,685	0,010	98,54
Sokoflok – 75 % barviva	0,651	0,006	99,08
Sokoflok – 60 % barviva	0,419	0,010	97,61
Sokoflok – 50 % barviva	0,387	0,004	98,96
Sokoflok – 50 % barviva + elektrolyt	0,404	0,044	89,11

Tabulka 6: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně - Texamin - C.I.Direct Red 80

C.I.Direct Red 80	A_0	A_x	% vyčerpání
Klasika - Standart	0,820	0,420	48,78
Texamin – 100 % barviva	0,682	0,040	94,14
Texamin – 80 % barviva	0,620	0,070	88,71
Texamin – 75 % barviva	0,461	0,023	95,01
Texamin – 60 % barviva	0,490	0,051	89,59
Texamin – 50 % barviva	0,363	0,011	96,97
Texamin – 50 % barviva + elektrolyt	0,366	0,051	86,07

Tabulka 7: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně - Sokoflok - C.I.Direct Red 80

C.I.Direct Red 80	A_0	A_x	% vyčerpání
Klasika - Standart	0,820	0,420	48,78
Sokoflok – 100 % barviva	0,814	0,025	96,93
Sokoflok – 80 % barviva	0,599	0,020	96,60
Sokoflok – 75 % barviva	0,651	0,006	99,08
Sokoflok – 60 % barviva	0,510	0,040	92,16
Sokoflok – 50 % barviva	0,387	0,004	98,96
Sokoflok – 50 % barviva + elektrolyt	0,387	0,079	79,59

Tabulka 8: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně - Texamin - C.I.Direct Blue 78

C.I.Direct Blue 78	A₀	A_x	% vyčerpání
Klasika - Standart	0,709	0,222	68,69
Texamin – 100 % barviva	0,791	0,021	97,35
Texamin – 80 % barviva	0,649	0,051	92,14
Texamin – 75 % barviva	0,526	0,019	96,39
Texamin – 60 % barviva	0,450	0,041	90,89
Texamin – 50 % barviva	0,381	0,024	93,70
Texamin – 50 % barviva + elektrolyt	0,322	0,035	89,13

Tabulka 9: Zhodnocení % vyčerpání barvicí lázně - Sokoflok - C.I.Direct Blue 78

C.I.Direct Blue 78	A₀	A_x	% vyčerpání
Klasika - Standart	0,709	0,222	68,69
Sokoflok – 100 % barviva	0,747	0,010	98,67
Sokoflok – 80 % barviva	0,600	0,018	97,00
Sokoflok – 75 % barviva	0,530	0,003	99,43
Sokoflok – 60 % barviva	0,422	0,014	96,68
Sokoflok – 50 % barviva	0,420	0,005	98,81
Sokoflok – 50 % barviva + elektrolyt	0,386	0,008	97,93

4.2 Objektívni měření barevnosti

Objektívni měření barevnosti (OMB) bylo provedeno na přístroj Hunterlab ColorQuest XE. Jako standart byla použita nekationizovaná bavlna, která byla barvena klasicky dle postupu a byla ustálena pomocí Syntefixu TE. V tabulkách 10 – 21 jsou uvedeny hodnoty získané z měření, a to $L^*a^*b^*$, odstínová odchylka ΔE^* a síla typu Avg – relativní síla pro reflektanci a Wgt – vážená síla po reflektanci. Měřené vzorky byly ustálené (U) a neustálené (N).

Z uvedených hodnot vyplývá, že odstínová odchylka ΔE^* s klesajícím množstvím barviva klesá, a to u všech použitých barviv, a proto se tímto poklesem blíží ke standartu. Výjimku tvoří C.I.Direct Blue 78 kationizace Texaminem, kdy u 50% vybarvení došlo ke skoku ΔE^* na hodnotu cca 10, a to tím, že při takovém to množství barviva došlo k neegálnimu vybarvení. K popisu barvy jsou také důležité hodnoty $L^*a^*b^*$, kde L^* udává již zmíněný jas a a^*b^* umístění na barevné ose. Můžeme vidět, že pokud hodnota L^* oproti standartu klesá, je nové vybarvení kalnější, pokud roste tak naopak jasnější. Toto lze vidět např. u C.I.Direct Red (tab. 15, 17), kde jsou všechny hodnoty kalnější a více čisté a u C.I.Direct Blue 78 (tab. 21), kde jsou hodnoty kalnější a méně čisté. V tabulkách je také uvedena hodnota ΔE_{cmc} , což je přesnější hodnota odstínové odchylky. Jedná se o elipsoidní prostor podle poměru $l:c$, který představuje plynulejší přechod mezi barvami. U našeho měření máme poměr $l:c = 1:2$, kde l je váha světlosti a c je váha odstínu. U této hodnoty je také stejný trend a to, že s klesajícím množstvím barviva tato hodnota klesá.

Dále jsou uvedeny hodnoty síly typu Avg a Wgt. U barvení C.I.Direct Yellow 28 kationizované Texaminem (tab. 11), byla dosažena hodnota kolem 145 u 100% vybarvení, což je okolo 45 % silnější odstín než u standartu. U 60% vybarvení byla již hodnota okolo 100. U kationizace Sokoflokem (tab. 13) byla hodnota při 100% vybarvení kolem 135 a u 60% vybarvení přibližně 100.

U barvení C.I.Direct Red 80 kationizované Texaminem (tab. 15) byla dosažena hodnota cca 210 u 100% vybarvení, což je o více než 100 % silnější odstín než u standartu. U 50% vybarvení byla hodnota okolo 110. U kationizace Sokoflokem (tab. 17) byla hodnota u 100% vybarvení kolem 260, což je nárůst o 160 % než u standartu, u 50% vybarvení byla hodnota 160.

U barvení C.I.Direct Blue 78 kationizované Texaminem (tab. 19) byla u 100% vybarvení dosažena hodnota cca 155 a u 50% vybarvení cca 60. U kationizace Sokoflokem (tab. 21) byla u 100% vybarvení získaná hodnota cca 220, což je nárůst o cca 120 % oproti standartu.

U 50% vybarvení byla hodnota cca 140. U této barvy je zřejmé, že hodnoty vycházely hůře u komerčně používaného Texaminu ECE než u Sokofloku FL 4540, který byl námi zkoušený jako kationizační prostředek.

Tabulka 10: C.I.Direct Yellow 28 - Texamin - OMB - hodnoty $L^* a^* b^*$

C.I.Direct Yellow 28	Texamin		
	L^*	a^*	b^*
Standart	77,26	14,71	66,71
100 % barviva – N	75,67	16,28	71,69
100 % barviva – U	75,55	16,52	71,41
80 % barviva – N	76,70	15,30	71,25
80 % barviva – U	76,69	15,15	70,91
75 % barviva – N	77,18	14,42	70,39
75 % barviva - U	76,83	14,96	69,97
60 % barviva - N	78,62	12,41	68,96
60 % barviva - U	78,20	13,22	69,61
50 % barviva - N	79,87	10,33	66,93
50 % barviva - U	79,64	10,80	66,35
50 % barviva + elek. - N	79,93	10,07	66,62
50 % barviva + elek. - U	79,74	10,24	66,61

Tabulka 11: C.I.Direct Yellow 28 - Texamin - OMB - odstínová odchylka, síla typu

C.I.Direct Yellow 28	Texamin				
	Popis	ΔE^*	ΔE_{cmc}	Avg	Wgt
Standart	-	0,00	0,00	100,00	100,00
100 % barviva – N	Kalnější, červenější, více čistý	5,46	1,89	136,27	136,02
100 % barviva – U	Kalnější, červenější, více čistý	5,32	1,88	135,84	135,37
80 % barviva – N	Kalnější, žlutější více čistý	4,61	1,59	125,31	124,92
80 % barviva – U	Kalnější, žlutější, více čistý	4,27	1,48	123,49	122,98
75 % barviva – N	Kalnější, žlutější, více čistý	3,69	1,39	117,09	116,66
75 % barviva – U	Kalnější, červenější, více čistý	3,30	1,15	117,76	117,46
60 % barviva – N	Jasnější, žlutější, více čistý	3,50	1,95	100,40	100,16
60 % barviva – U	Jasnější, žlutější, více čistý	3,40	1,65	105,40	105,19
50 % barviva – N	Jasnější, žlutější, méně čistý	5,10	3,05	86,09	85,37
50 % barviva – U	Jasnější, žlutější, méně čistý	4,59	2,68	84,90	84,38
50 % barviva + elek. – N	Jasnější, žlutější, méně čistý	5,35	3,19	84,13	83,60
50 % barviva + elek. – U	Jasnější, žlutější, méně čistý	5,11	3,06	84,89	84,45

Tabulka 12: C.I.Direct Yellow 28 - Sokoflok - OMB - hodnoty L* a* b*

C.I.Direct Yellow 28	Sokoflok		
	L*	a*	b*
Standart	77,26	14,71	66,71
100 % barviva - N	75,51	18,97	72,96
100 % barviva - U	75,31	19,42	71,81
80 % barviva - N	77,31	16,64	71,60
80 % barviva - U	77,76	16,11	72,15
75 % barviva - N	77,77	15,90	70,71
75 % barviva - U	78,24	15,47	69,85
60 % barviva - N	79,52	13,29	69,54
60 % barviva - U	79,61	13,33	69,83
50 % barviva - N	80,20	12,15	69,73
50 % barviva - U	80,85	11,43	68,13
50 % barviva + elek. - N	80,19	11,85	69,67
50 % barviva + elek. - U	80,06	12,65	69,90

Tabulka 13: C.I.Direct Yellow 28 - Sokoflok - OMB - odstínová odchylka, síla typu

C.I.Direct Yellow 28	Sokoflok				
	Popis	ΔE^*	ΔE_{cmc}^*	Avg	Wgt
Standart	-	0,00	0,00	100,00	100,00
100 % barviva - N	Kalnější, červenější, více čistý	7,76	3,06	146,33	143,76
100 % barviva - U	Kalnější, červenější, více čistý	7,22	3,13	141,46	138,53
80 % barviva – N	Jasnější, červenější více čistý	5,26	1,85	121,98	120,00
80 % barviva – U	Jasnější, červenější více čistý	5,64	1,92	121,31	118,86
75 % barviva – N	Jasnější, červenější více čistý	4,20	1,44	112,71	111,22
75 % barviva – U	Jasnější, stejný, více čistý	3,37	1,16	105,33	104,00
60 % barviva – N	Jasnější, žlutější, více čistý	3,89	1,77	97,37	95,64
60 % barviva – U	Jasnější, žlutější, více čistý	4,14	1,84	97,71	95,88
50 % barviva – N	Jasnější, žlutější, méně čistý	4,93	2,47	93,28	91,90
50 % barviva – U	Jasnější, žlutější, méně čistý	5,06	2,68	85,06	82,88
50 % barviva + elek. - N	Jasnější, žlutější, více čistý	5,05	2,62	92,60	91,46
50 % barviva + elek. - U	Jasnější, žlutější, více čistý	4,72	2,24	93,25	92,41

Tabulka 14: C.I.Direct Red 80 - Texamin - OMB - hodnoty L* a* b*

C.I.Direct Red 80	Texamin		
	L*	a*	b*
Standart	54,85	50,74	3,76
100 % barviva - N	46,43	54,61	7,21
100 % barviva - U	45,39	56,00	9,59
80 % barviva - N	47,50	54,34	5,96
80 % barviva - U	48,46	55,35	7,27
75 % barviva - N	47,52	54,71	6,96
75 % barviva - U	47,71	55,64	7,96
60 % barviva - N	50,68	52,80	3,47
60 % barviva - U	52,62	53,65	3,46
50 % barviva - N	53,80	52,85	2,09
50 % barviva - U	54,28	53,48	2,59
50 % barviva + elek. - N	52,93	52,75	1,01
50 % barviva + elek. - U	53,90	53,96	2,08

..

Tabulka 15: C.I.Direct Red 80 - Texamin - OMB - odstínová odchylka, síla typu

C.I.Direct Red 80	Texamin				
	Popis	ΔE^*	ΔE_{cmc}^*	Avg	Wgt
Standart	-	0,00	0,00	100,00	100,00
100 % barviva - N	Kalnější, červenější, více čistý	9,90	4,40	209,13	211,20
100 % barviva - U	Kalnější, červenější, více čistý	12,30	5,59	238,29	242,16
80 % barviva - N	Kalnější, červenější, více čistý	8,48	3,70	188,92	190,28
80 % barviva - U	Kalnější, červenější, více čistý	8,62	3,81	182,20	184,02
75 % barviva - N	Kalnější, červenější více čistý	8,93	3,95	192,08	193,97
75 % barviva - U	Kalnější, červenější, více čistý	9,63	4,30	195,16	197,55
60 % barviva - N	Kalnější, modřejší, více čistý	4,66	2,01	141,57	141,21
60 % barviva - U	Kalnější, modřejší, více čistý	3,68	1,51	126,34	125,52
50 % barviva - N	Kalnější, modřejší, více čistý	2,89	1,37	112,87	111,47
50 % barviva - U	Kalnější, modřejší, více čistý	3,04	1,31	110,93	109,75
50 % barviva + elek. - N	Kalnější, modřejší, více čistý	3,91	1,98	119,71	117,27
50 % barviva + elek. - U	Kalnější, modřejší, více čistý	3,76	1,67	116,01	114,03

Tabulka 16: C.I.Direct Red 80 - Sokoflok - OMB - hodnoty L* a* b*

C.I.Direct Red 80	Sokoflok		
	L*	a*	b*
Standart	54,85	50,74	3,76
100 % barviva - N	43,77	52,99	12,22
100 % barviva - U	45,53	54,9	12,92
80 % barviva - N	45,66	53,47	11,40
80 % barviva - U	46,75	56,03	12,48
75 % barviva - N	45,69	53,03	9,87
75 % barviva - U	46,68	55,53	11,92
60 % barviva - N	47,63	53,41	9,91
60 % barviva - U	48,53	55,48	10,75
50 % barviva - N	49,49	53,61	7,47
50 % barviva - U	50,42	55,29	8,19
50 % barviva + elek. - N	50,47	54,86	8,09
50 % barviva + elek. - U	49,57	56,04	10,12

Tabulka 17: C.I.Direct Red 80 - Sokoflok - OMB - odstínová odchylka, síla typu

C.I.Direct Red 80	Sokoflok				
	Popis	ΔE^*	ΔE_{cmc}^*	Avg	Wgt
Standart	-	0,00	0,00	100,00	100,00
100 % barviva - N	Kalnější, červenější, více čistý	14,13	6,85	260,35	263,87
100 % barviva - U	Kalnější, červenější, více čistý	13,72	6,69	237,65	241,66
80 % barviva - N	Kalnější, červenější, více čistý	12,27	5,96	227,61	229,34
80 % barviva - U	Kalnější, červenější, více čistý	13,03	6,28	223,72	226,24
75 % barviva - N	Kalnější, červenější více čistý	11,25	5,35	220,51	221,95
75 % barviva - U	Kalnější, červenější, více čistý	12,51	6,02	219,81	222,45
60 % barviva - N	Kalnější, červenější, více čistý	9,86	4,78	192,82	193,95
60 % barviva - U	Kalnější, červenější, více čistý	10,55	5,06	189,11	191,07
50 % barviva - N	Kalnější, červenější, více čistý	7,13	3,30	165,27	164,54
50 % barviva - U	Kalnější, červenější, více čistý	7,74	3,55	159,89	160,17
50 % barviva + elek. - N	Kalnější, červenější, více čistý	7,42	3,43	160,04	159,49
50 % barviva + elek. - U	Kalnější, červenější, více čistý	9,83	4,63	177,53	178,56

Tabulka 18: C.I.Direct Blue 78 - Texamin - OMB - hodnoty L* a* b*

C.I.Direct Blue 78	Texamin		
	L*	a*	b*
Standart	47,79	-5,43	-25,09
100 % barviva - N	39,70	-0,51	-23,16
100 % barviva - U	40,46	-0,79	-23,48
80 % barviva - N	41,46	-0,42	-22,99
80 % barviva - U	43,63	-1,48	-23,34
75 % barviva - N	44,52	0,09	-23,32
75 % barviva - U	46,82	-0,36	-23,81
60 % barviva - N	46,00	-0,41	-23,81
60 % barviva - U	47,42	-1,32	-23,4
50 % barviva - N	53,24	2,81	-22,81
50 % barviva - U	53,29	2,70	-22,63
50 % barviva + elek. - N	48,56	-1,42	-24,44
50 % barviva + elek. - U	48,56	-1,42	-24,44

Tabulka 19: C.I.Direct Blue 78 - Texamin - OMB - odstínová odchylka, síla typu

C.I.Direct Blue 78	Texamin				
	Popis	ΔE^*	ΔE_{cmc}^*	Avg	Wgt
Standart	-	0,00	0,00	100,00	100,00
100 % barviva - N	Kalnější, modřejší, méně čistý	9,67	5,43	153,76	161,03
100 % barviva - U	Kalnější, modřejší, méně čistý	8,82	5,01	146,79	153,50
80 % barviva - N	Kalnější, modřejší, méně čistý	8,35	4,96	135,87	142,15
80 % barviva - U	Kalnější, modřejší, méně čistý	6,00	3,68	120,29	124,31
75 % barviva - N	Kalnější, modřejší, méně čistý	6,66	4,59	109,97	114,50
75 % barviva - U	Kalnější, modřejší, méně čistý	5,32	3,97	94,92	98,54
60 % barviva - N	Kalnější, modřejší, méně čistý	5,49	4,00	101,03	104,31
60 % barviva - U	Kalnější, modřejší, méně čistý	4,46	3,23	93,08	95,67
50 % barviva - N	Jasnější, modřejší, méně čistý	10,15	6,98	59,32	61,26
50 % barviva - U	Jasnější, modřejší, méně čistý	10,12	6,92	58,69	61,11
50 % barviva + elek. - N	Jasnější, modřejší, méně čistý	4,14	3,12	88,73	89,01
50 % barviva + elek. - U	Jasnější, modřejší, méně čistý	4,27	2,78	79,17	79,05

Tabulka 20: C.I.Direct Blue 78 - Sokoflok - OMB - hodnoty L* a* b*

C.I.Direct Blue 78	Sokoflok		
	L*	a*	b*
Standart	47,79	-5,43	-25,09
100 % barviva - N	34,72	-0,40	-23,17
100 % barviva - U	34,51	-0,45	-22,97
80 % barviva - N	36,41	-0,31	-23,88
80 % barviva - U	37,37	-1,09	-24,06
75 % barviva - N	37,28	-1,15	-24,44
75 % barviva - U	38,59	-1,70	-24,84
60 % barviva - N	39,35	-1,42	-24,58
60 % barviva - U	40,24	-2,26	-24,62
50 % barviva - N	41,29	-2,53	-24,93
50 % barviva - U	44,47	-3,56	-25,34
50 % barviva + elek. - N	42,46	-3,67	-24,97
50 % barviva + elek. - U	43,46	-3,90	-24,62

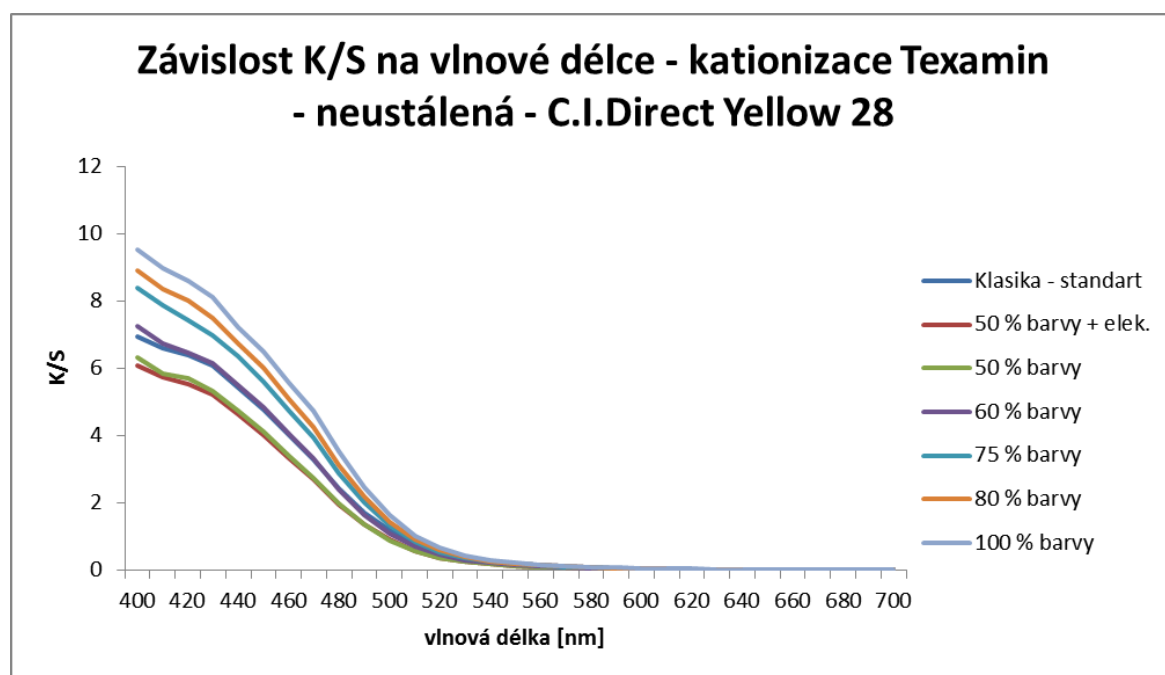
Tabulka 21: C.I.Direct Blue 78 - Sokoflok - OMB - odstínová odchylka, síla typu

C.I.Direct Blue 78	Sokoflok				
	Popis	ΔE^*	ΔE_{cmc}^*	Avg	Wgt
Standart	-	0,00	0,00	100,00	100,00
100 % barviva - N	Kalnější, modřejší, méně čistý	14,14	7,32	213,82	230,48
100 % barviva - U	Kalnější, modřejší, méně čistý	14,34	7,39	216,34	233,98
80 % barviva - N	Kalnější, modřejší, méně čistý	12,54	6,68	189,17	204,26
80 % barviva - U	Kalnější, modřejší, méně čistý	11,34	5,95	180,06	193,13
75 % barviva - N	Kalnější, modřejší, méně čistý	11,37	5,95	182,79	195,18
75 % barviva - U	Kalnější, modřejší, méně čistý	9,93	5,20	168,57	179,75
60 % barviva - N	Kalnější, modřejší, méně čistý	9,36	5,04	157,81	169,05
60 % barviva - U	Kalnější, modřejší, méně čistý	8,21	4,32	151,38	160,98
50 % barviva - N	Kalnější, modřejší, méně čistý	7,12	3,79	142,71	150,34
50 % barviva - U	Kalnější, modřejší, méně čistý	3,82	2,15	117,47	122,65
50 % barviva + elek. - N	Kalnější, modřejší, méně čistý	5,62	2,85	136,16	141,14
50 % barviva + elek. - U	Kalnější, modřejší, méně čistý	4,62	2,35	126,85	131,69

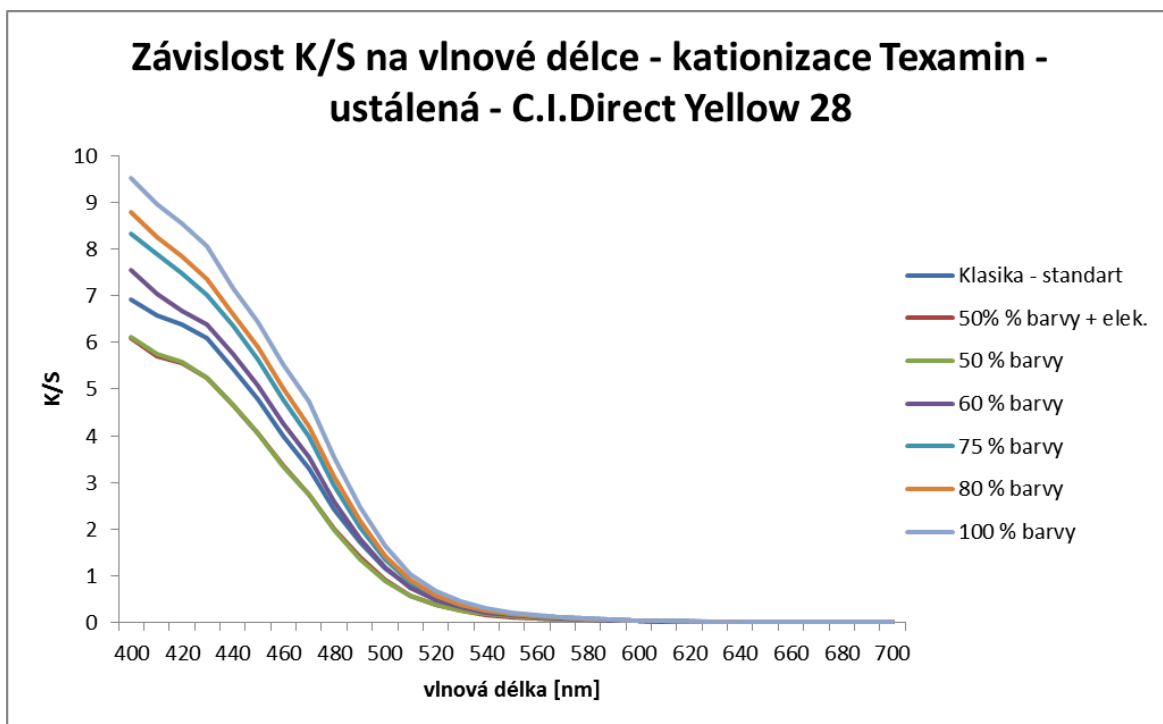
4.3 Závislost K/S na vlnové délce

Kubelka-Munkova závislost je základním vztahem pro popis remise. Máme nekonečnou vrstvu textilie, na kterou dopadá světlo. Světlo se částečně rozptýlí a částečně pohltí. Rozptýlení světla je charakterizováno rozptylovým koeficientem S. Absorpční koeficient K je dán barevností vzorku. Z toho plyne, že tam kde je u absorpčního spektra minimum je u K/S křivky maximum a naopak. Parametr K/S je lineárně závislý na koncentraci barviva ve vláknech.

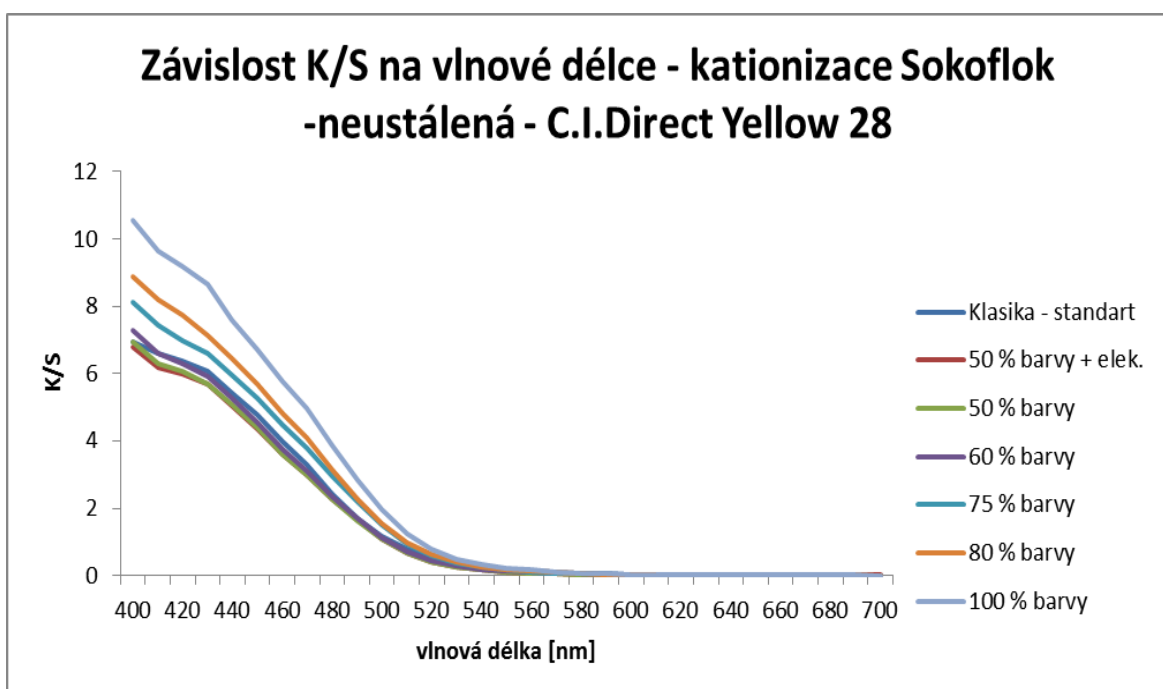
Na grafech 1 – 12 je zobrazena závislost K/S na vlnové délce pro každé barvivo. Z grafu je vidět, že maximum křivky je závislé na množství použitého barviva. Platí, že standart měl vždy křivku s nejnižším maximem než křivky námi barvenými látkami. Jedinou výjimkou je C.I.Direct Blue 78 kationizovaná Texaminem, kde křivka standartu leží mezi křivkou pro 80 % barvy a 75 % barvy.



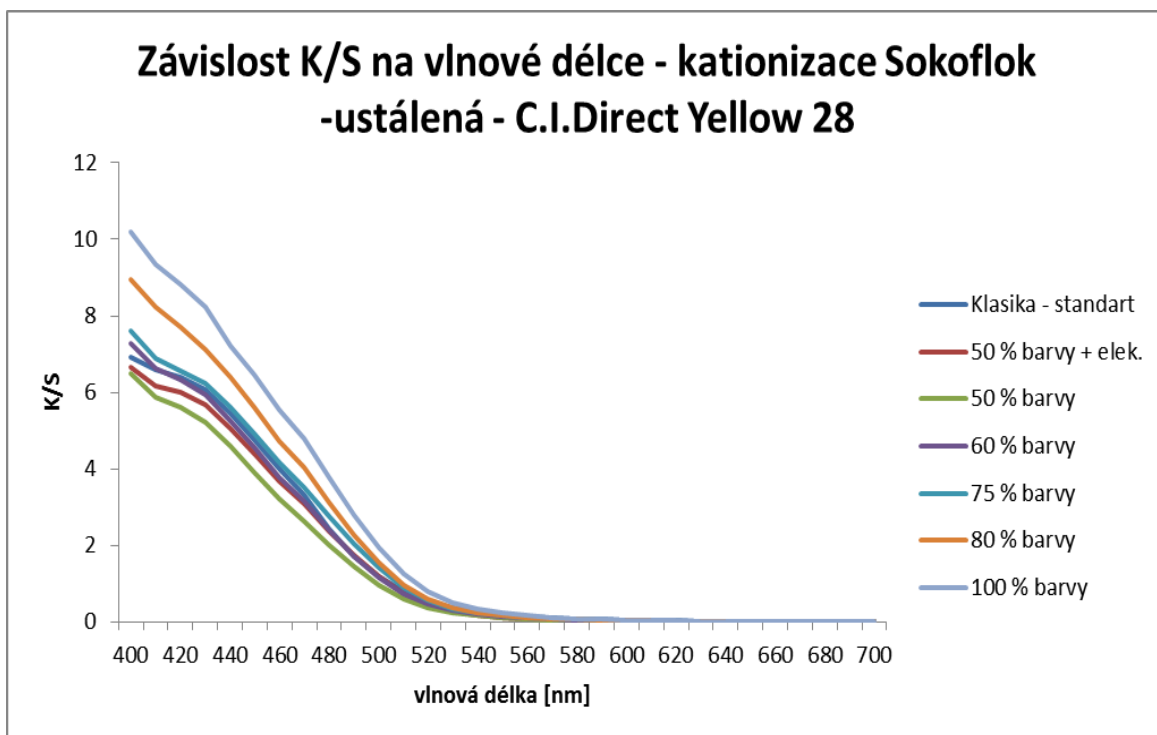
Graf 1: Závislost K/S na vlnové délce - Texamin – neustálená – C.I.Direct Yellow 28



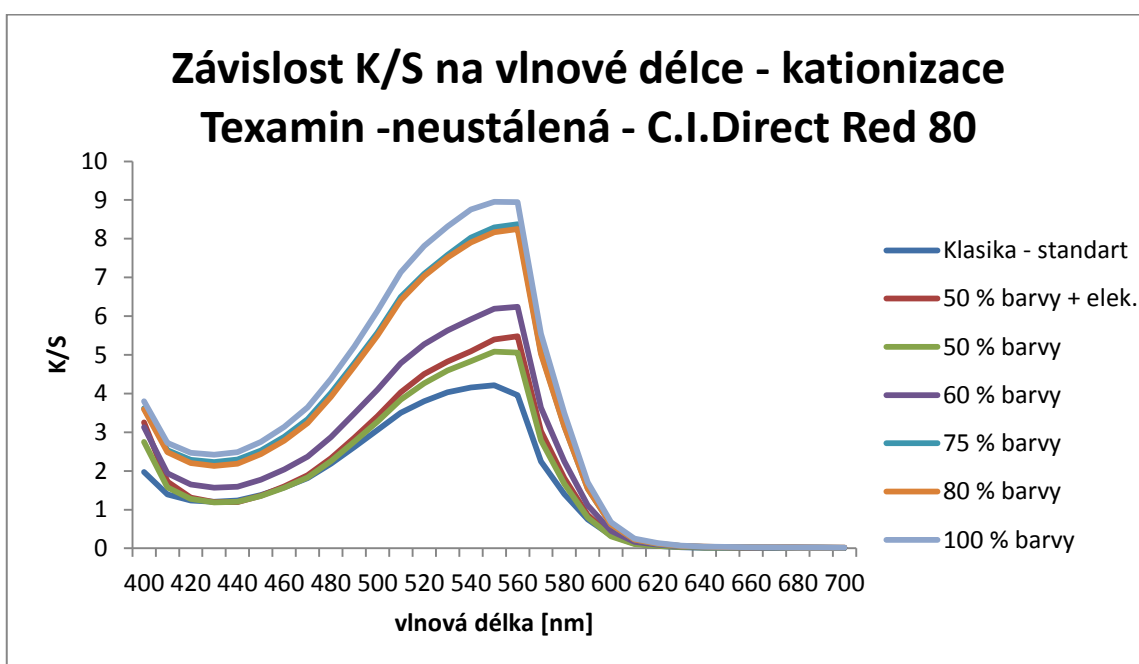
Graf 2: Závislost K/S na vlnové délce - Texamin – ustálená – C.I.Direct Yellow 28



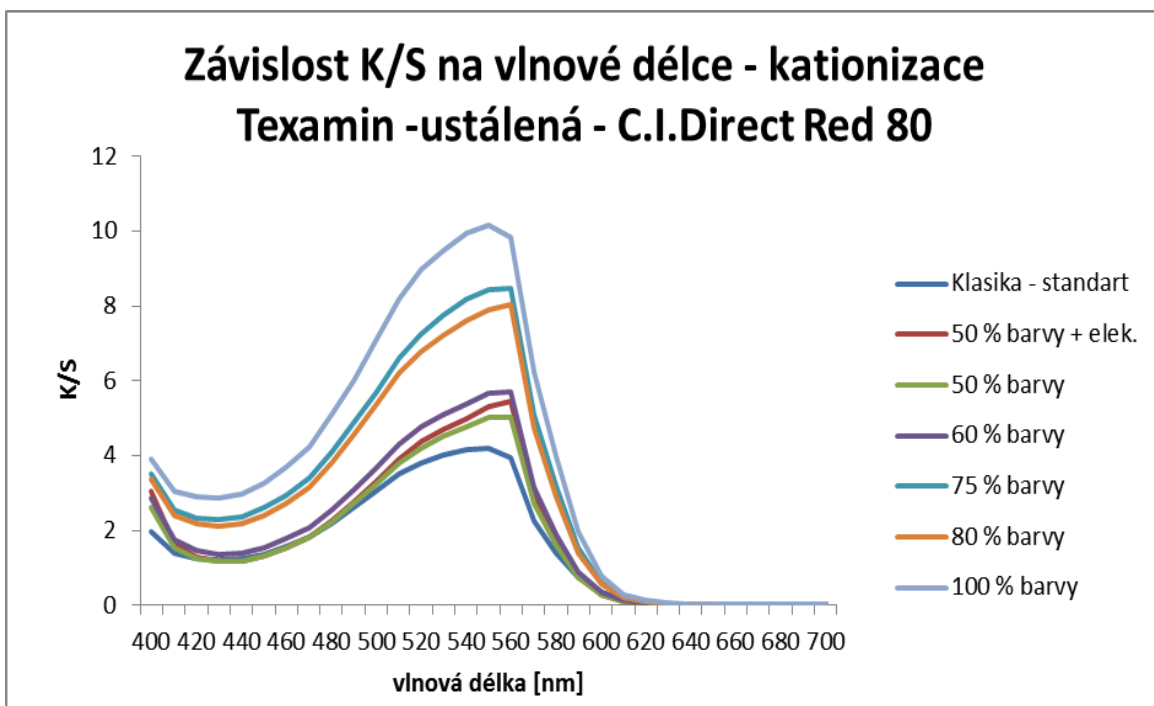
Graf 3: Závislost K/S na vlnové délce - Sokoflok – neustálená – C.I.Direct Yellow 28



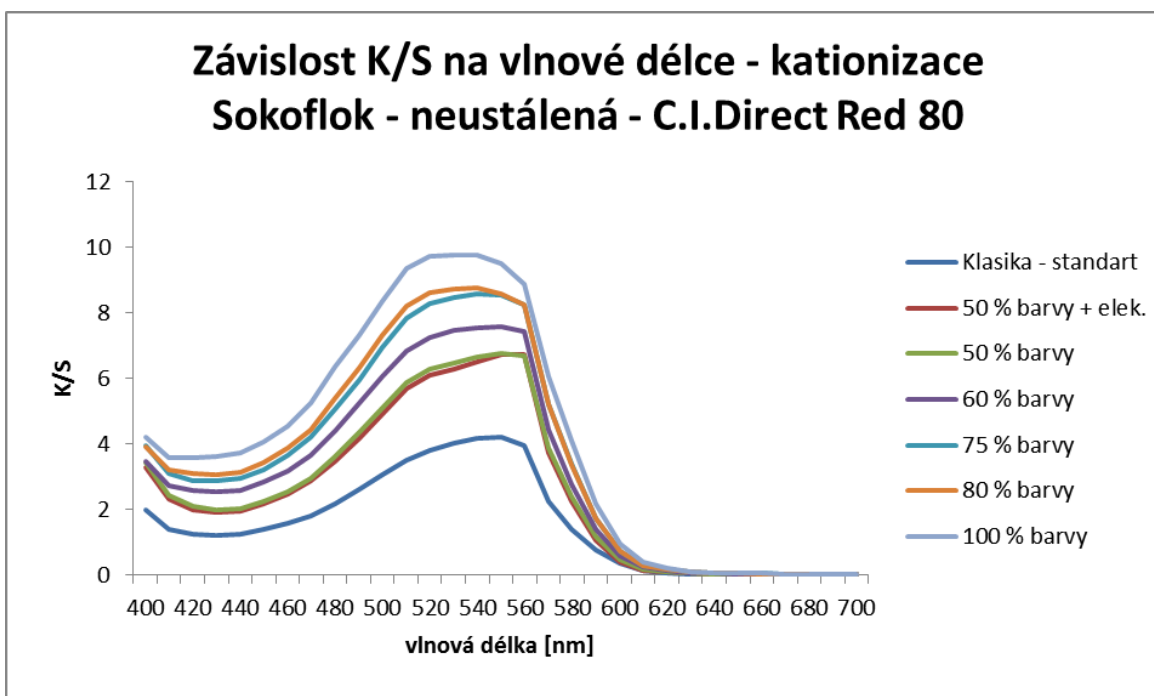
Graf 4: Závislost K/S na vlnové délce - Sokoflok – ustálená C.I.Direct Yellow 28



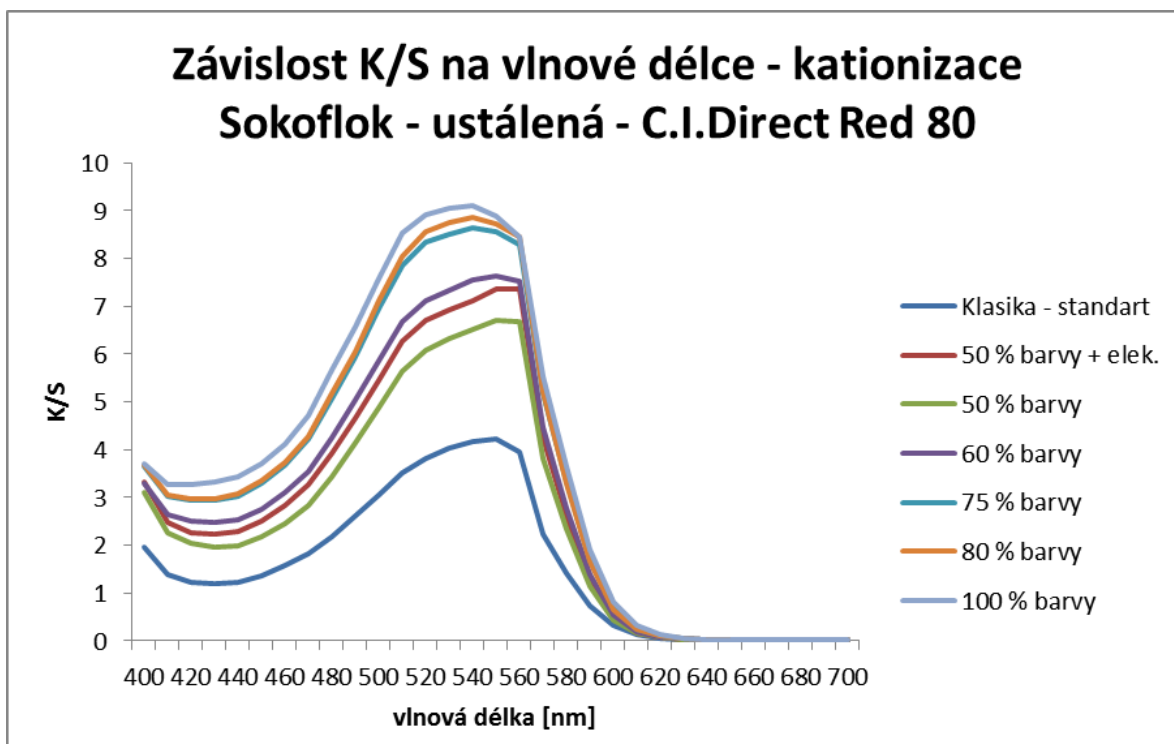
Graf 5: Závislost K/S na vlnové délce - Texamin – neustálená – C.I.Direct Red 80



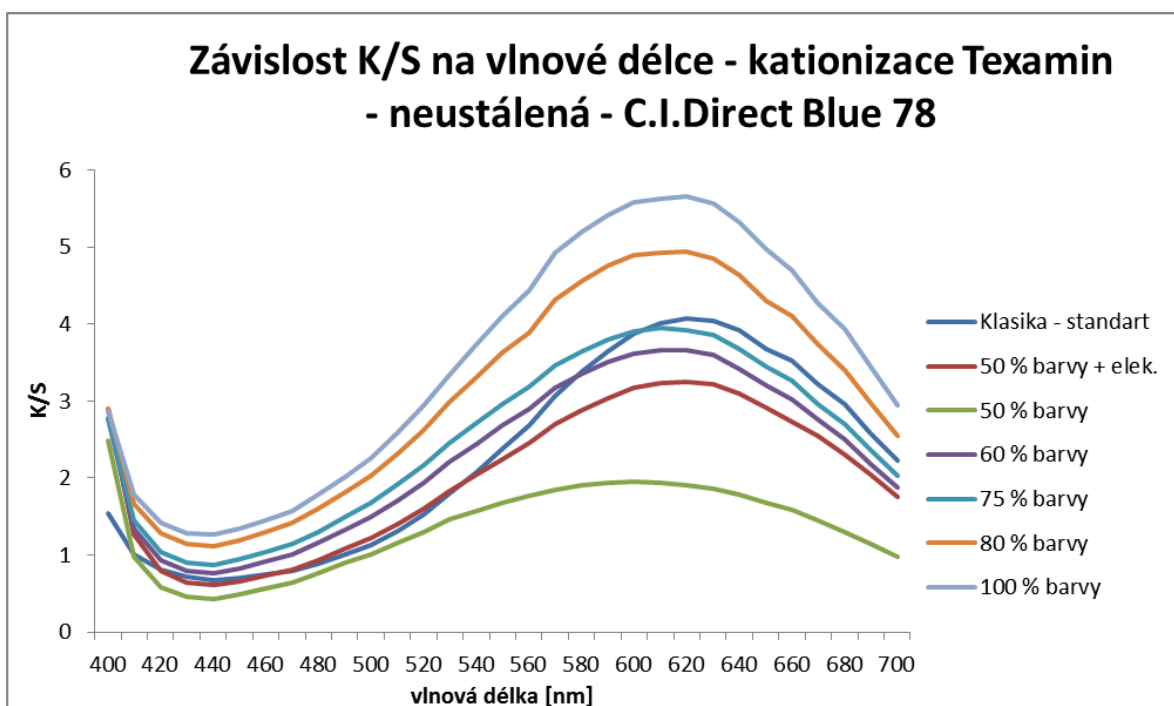
Graf 6: Závislost K/S na vlnové délce - Texamin – ustálená – C.I.Direct Red 80



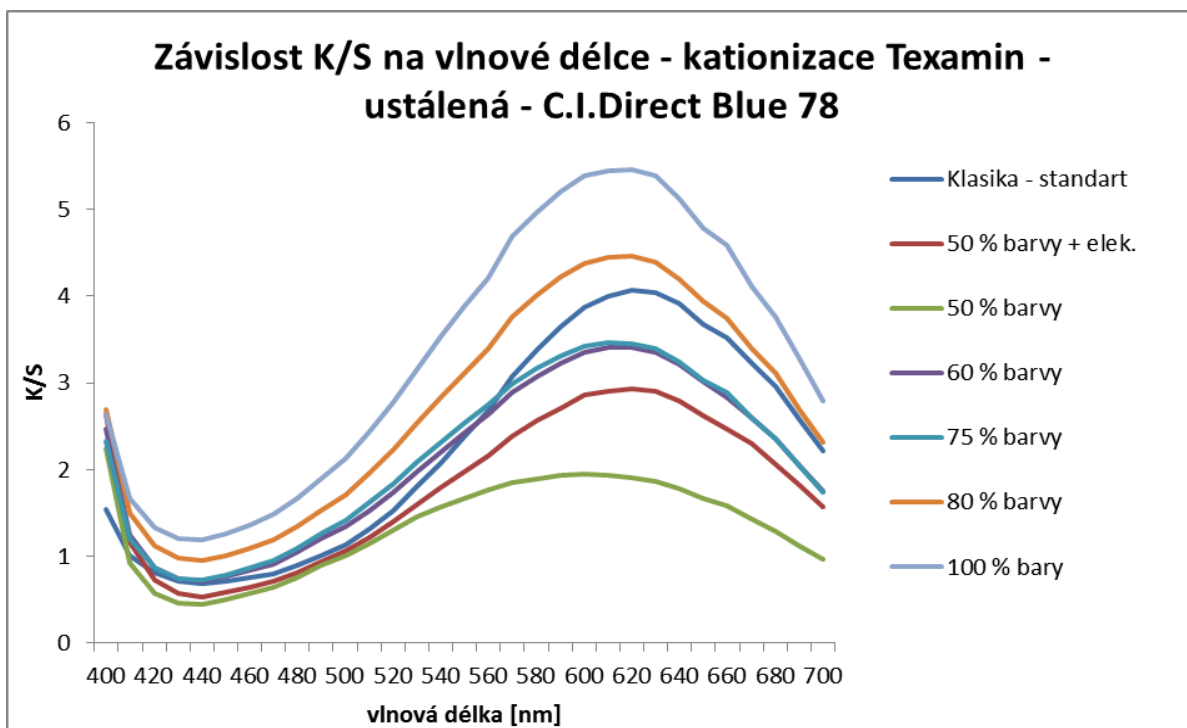
Graf 7: Závislost K/S na vlnové délce - Sokoflok – neustálená – C.I.Direct Red 80



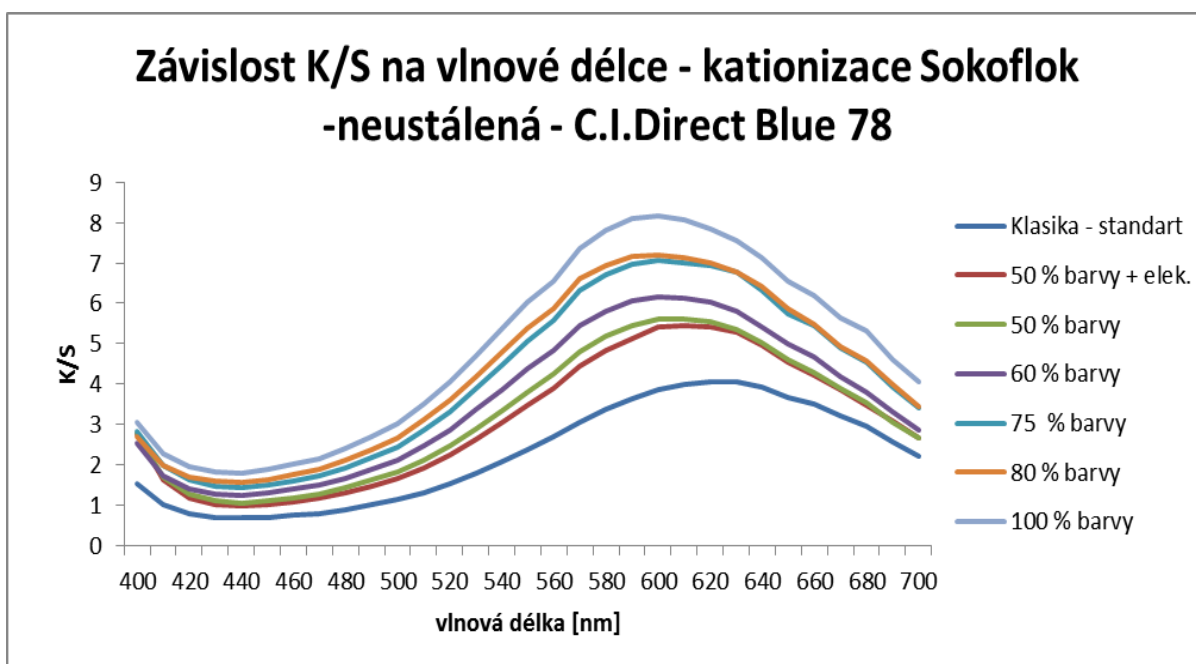
Graf 8: Závislost K/S na vlnové délce - Sokoflok – ustálená – C.I.Direct Red 80



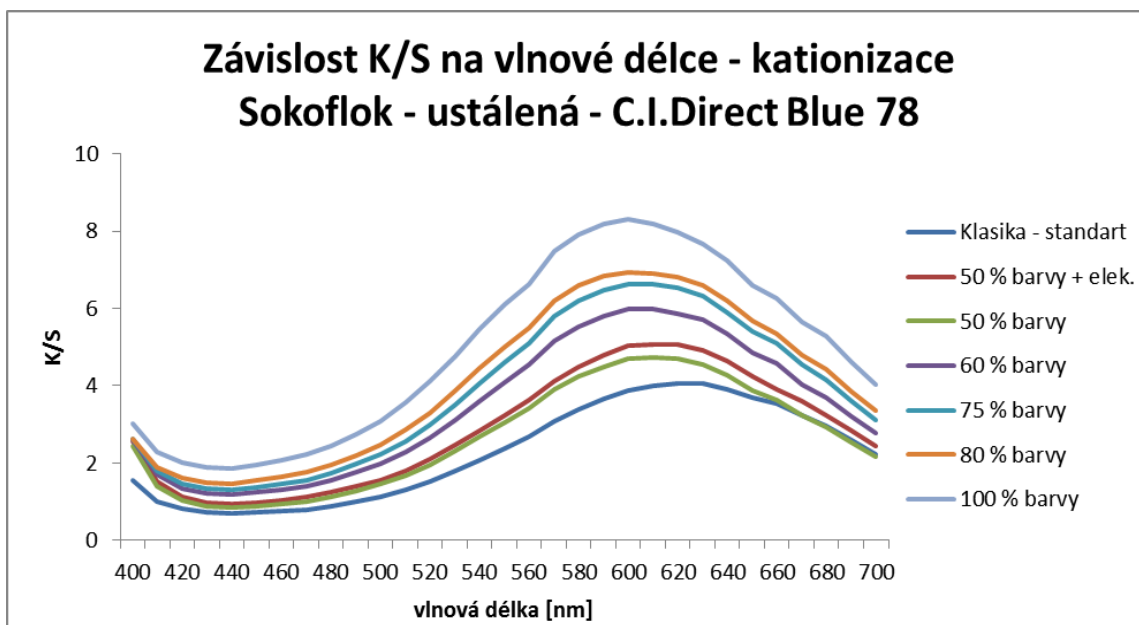
Graf 9: Závislost K/S na vlnové délce - Texamin - neustálená - C.I.Direct Blue 78



Graf 10: Závislost K/S na vlnové délce - Texamin - ustálená - C.I.Direct Blue 78



Graf 11: Závislost K/S na vlnové délce - Sokoflok - neustálená - C.I.Direct Blue 78



Graf 12: Závislost K/S na vlnové délce - Sokoflok - ustálená - C.I.Direct Blue 78

4.4 Hodnocení stálobarevnosti vybarvení v praní

4.4.1 Hodnocení stálosti u kationizované bavlny

Z obarvených ustálených a neustálených tkanin byly odstříženy dva proužky o rozměrech 10x4 cm, které byly poté sešity volným stehem s doprovodnými tkaninami, a to čistou bavlnou a vlnou dle normy. Takto připravené vzorky byly prány při 40 °C a 60 °C, které bylo provedeno podle normy ČSN EN ISO 105-C06.

Po ukončení praní byly vzorky rozpárány a opláchnuty v destilované vodě a usušeny. Vzorky byly proměřeny na přístroji Hunterlab ColorQuest XE, kde byla zjištěna změna odstínu a stupeň zapouštění do bavlny a vlny. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 22 – 27.

V tabulkách 22 – 27 jsou uvedeny hodnoty jak pro neustálenou tak pro ustálenou část. Jak již bylo zmíněno u objektivního měření barevnosti, hodnoty mezi neustálenou a ustálenou se příliš neliší, což potvrzuje fakt, že kationizace působí i jako ustalování a není tedy nutné dále nijak ustalovat. Při kationizaci Texaminem ECE jsou hodnoty lepší než u Sokofloku FL 4540. Je to nejspíše způsobené tím, že u Sokofloku bylo o něco málo vyšší % vyčerpání lázně a lázeň po barvení byla téměř průhledná, a tím pádem bylo na tkanině uchyceno více barviva než bylo potřeba, a proto při stálobarevnostech v praní došlo k negativním výsledkům. Hodnoty u Texaminu (změna odstínu, zapouštění do bavlny a vlny) při 40 °C se pohybují přibližně stejně jako u klasického barvení přímými barvivy, a to v hodnotách 3 až 5 (5 - nejlepší, 1 – nejhorší). Při 60 °C jsou stálosti o něco horší kvůli vyšší teplotě a hodnoty se

pohybují 2 – 4. U Sokofloku se hodnoty pohybují níže. Při praní při 40 °C vykazují hodnotu 1 až 5, při 60 °C se hodnoty pohybují obdobně jako u 40 °C. U obou kationizačních prostředků vyšlo nejlépe zapouštění do vlny, kde se hodnoty pohybují v hodnotě 4 až 5.

Tabulka 22: C.I.Direct Yellow 28 - Texamin - hodnocení stálobarevnosti v praní

C.I.Direct Yellow 28	Texamin					
	40 °C			60 °C		
100 % barviva - N	4-5	3	4-5	4	1-2	4
100 % barviva - U	4-5	2	5	4	1	4
80 % barviva - N	4	2-3	5	3-4	1-2	4-5
80 % barviva - U	4	2-3	4-5	4	1-2	4
75 % barviva - N	4-5	2-3	4-5	4	1-2	4
75 % barviva - U	3-4	2-3	4-5	3	1-2	4-5
60 % barviva - N	4	2-3	5	4	1-2	4-5
60 % barviva - U	3-4	3	5	3	2	4-5
50 % barviva - N	3-4	3-4	4-5	3-4	2-3	4-5
50 % barviva - U	3-4	3-4	5	4	2	4-5
50 % barviva + elek. - N	3-4	4	4-5	3-4	2-3	4
50 % barviva + elek. - U	3-4	3-4	4-5	3-4	2-3	4

Tabulka 23: C.I.Direct Yellow 28 - Sokoflok - hodnocení stálobarevnosti v praní

C.I.Direct Yellow 28	Sokoflok					
	40 °C			60 °C		
100 % barviva - N	2	1	5	2	1	4
100 % barviva - U	2	1	4-5	2	1	3-4
80 % barviva - N	2	1	5	2	1	4
80 % barviva - U	2	1	5	2-3	1	4
75 % barviva - N	2-3	1	5	3	1	4
75 % barviva - U	3	1-2	5	2-3	1	4
60 % barviva - N	2-3	1	5	2-3	1	4
60 % barviva - U	2	1-2	5	2	1	4
50 % barviva - N	2	1	4-5	2	1	4
50 % barviva - U	2-3	1-2	5	3	1	4
50 % barviva + elek. - N	2	1-2	4-5	2-3	1	4
50 % barviva + elek. - U	2-3	1-2	5	2	1	4

Tabulka 24: C.I.Direct Red 80 - Texamin - hodnocení stálobarevnosti v praní

C.I.Direct Red 80	Texamin					
	40 °C			60 °C		
100 % barviva - N	4	3	5	4-5	2	4-5
100 % barviva - U	3-4	3	4-5	3	2-3	4
80 % barviva - N	3-4	3	5	3-4	2-3	4-5
80 % barviva - U	4-5	3-4	5	4	3	4
75 % barviva - N	3-4	3	5	3-4	2-3	4-5
75 % barviva - U	3-4	3-4	4-5	3-4	3	4
60 % barviva - N	4	4	5	4	3-4	4-5
60 % barviva - U	4-5	4-5	5	4	3-4	4-5
50 % barviva - N	4	4-5	5	3-4	4	4-5
50 % barviva - U	4-5	4-5	5	4	4	4
50 % barviva + elek. - N	3-4	4-5	4-5	3	4	4-5
50 % barviva + elek. - U	4-5	4-5	5	4	4	4-5

Tabulka 25: C.I.Direct Red 80 - Sokoflok - hodnocení stálobarevnosti v praní

C.I.Direct Red 80	Sokoflok					
	40 °C			60 °C		
100 % barvy - N	2	1-2	5	2	1	4
100 % barvy - U	2-3	1-2	4-5	2	1	4-5
80 % barvy - N	2-3	1-2	5	3	1	4-5
80 % barvy - U	3	1-2	5	2	1	4-5
75 % barvy - N	2	1-2	4	2	1	4-5
75 % barvy - U	2	1-2	4-5	2	1	4-5
60 % barvy - N	2	1-2	5	2	1	4-5
60 % barvy - U	2-3	1-2	5	2	1	4
50 % barvy - N	2-3	1-2	5	2-3	1-2	4-5
50 % barvy - U	2	1	5	2-3	1	4
50 % barvy + elek. - N	2	1-2	5	2-3	1-2	4
50 % barvy + elek. - U	2	1-2	5	2	1	4-5

Tabulka 26: C.I.Direct Blue 78 - Texamin - hodnocení stálobarevnosti v praní

C.I.Direct Blue 78	Texamin					
	40 °C			60 °C		
100 % barviva - N	3-4	3-4	4-5	3-4	3-4	4
100 % barviva - U	3-4	4	5	3-4	3-4	4
80 % barviva - N	2-3	3-4	4-5	3-4	3	4
80 % barviva - U	4	4	5	2-3	4	4-5
75 % barviva - N	3	4	5	3	3-4	4
75 % barviva - U	4-5	4	5	4	4	4
60 % barviva - N	3	4	5	3	3-4	4-5
60 % barviva - U	2-3	4	5	3	4	4
50 % barviva - N	4	4-5	5	3-4	4-5	4-5
50 % barviva - U	3-4	4-5	5	3	4-5	4-5
50 % barviva + elek. - N	4	4-5	4	3-4	4	4-5
50 % barviva + elek. - U	4	4-5	5	3-4	4-5	4-5

Tabulka 27: C.I.Direct Blue 78 - Sokoflok - hodnocení stálobarevnosti v praní

C.I.Direct Blue 78	Sokoflok					
	40 °C			60 °C		
100 % barviva - N	1-2	2	5	1-2	1-2	4
100 % barviva - U	1	2	5	1-2	1-2	4
80 % barviva - N	1-2	2	5	2	1-2	4
80 % barviva - U	1	2	5	2	1-2	4-5
75 % barviva - N	1-2	2	5	1-2	1-2	4
75 % barviva - U	1-2	2	5	1-2	1-2	4-5
60 % barviva - N	1	2	5	1-2	1-2	4-5
60 % barviva - U	1-2	2-3	5	2	1-2	4-5
50 % barviva - N	1-2	2-3	5	2	2	4-5
50 % barviva - U	2	1	5	2	1-2	4-5
50 % barviva + elek. - N	1-2	2-3	4-5	2	2	4
50 % barviva + elek. - U	2	2-3	4-5	1-2	2	4

4.4.2 Hodnocení stálostí u nekationizované bavlny ustalované třemi prostředky

Ustálení bylo provedeno u klasického barvení nekationizované bavlny pomocí prostředku Syntefixu TE. Dále bylo také provedeno ustálení pomocí prostředku Texaminu ECE a Sokofloku FL 4540. Ustálení proběhlo při 30 °C po dobu 30 minut na stejném barvicím aparátu jako barvení. Tyto různé způsoby ustálení byly mezi sebou porovnány. Hodnoty jsou zobrazeny v tabulkách 28 – 30.

Po hodnocení stálobarevnosti v praní bylo zjištěno, že i námi používané kationizační prostředky mohou být použity jako ustalovací prostředek. V porovnání s komerčně používaným prostředkem Syntefixem TE jsou stálosti v praní jak při 40 °C tak i 60 °C téměř shodné s našimi výsledky při použití kationizačních prostředků.

Tabulka 28: C.I.Direct Yellow 28 - Hodnocení stálobarevnosti - porovnání Syntefix, Texamin, Sokoflok

C.I.Direct Yellow 28	40 °C			60 °C		
Klasika - Syntefix	4	2	4-5	3-4	1	4
Klasika - Texamin	4-5	1-2	5	4	1	4
Klasika - Sokoflok	3	1-2	4-5	3	1	4

Tabulka 29: C.I.Direct Red 80 - Hodnocení stálobarevnosti - porovnání Syntefix, Texamin, Sokoflok

C.I.Direct Red 80	40 °C			60 °C		
Klasika - Syntefix	4	3	5	3	2	4
Klasika - Texamin	3-4	3-4	5	3-4	2-3	4-5
Klasika - Sokoflok	2-3	2-3	4-5	2-3	2	4-5

Tabulka 30: C.I.Direct Blue 78 - Hodnocení stálobarevnosti - porovnání Syntefix, Texamin, Sokoflok

C.I.Direct Blue 78	40 °C			60 °C		
Klasika - Syntefix	3-4	3	5	3-4	2	4-5
Klasika - Texamin	4	3-4	5	4	2	4-5
Klasika - Sokoflok	4	3-4	5	3-4	2	4

4.5 Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní

V tabulkách 31 – 39 jsou zobrazeny hodnoty objektivního a subjektivního měření vybraných typů barvení. Objektivní měření bylo provedeno na přístroji Hunterlab ColorQuest XE a subjektivní na světelném boxu GTI MiniMatcher 4e (uva, uvb, a, t184, d65) pouze u vybraných vzorků, kde bylo posuzováno pouhým okem podle šedé stupnice.

Tabulka 31: C.I.Direct Yellow 28 – Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní - Syntefix, Texamin, Sokoflok

C.I.Direct Yellow 28	Objektivní hodnocení						Subjektivní hodnocení					
	40 °C			60 °C			40 °C			60 °C		
Klasika - Syntefix	4	2	4-5	3-4	1	4	3-4	3	5	3	2	4
Klasika - Texamin	4-5	1-2	5	4	1	4	4-5	1-2	5	3-4	1	4-5
Klasika - Sokoflok	3	1-2	4-5	3	1	4	2-3	2	4-5	2-3	2	4

Tabulka 32: C.I.Direct Red 80 – Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní - Syntefix, Texamin, Sokoflok

C.I.Direct Red 80	Objektivní hodnocení						Subjektivní hodnocení					
	40 °C			60 °C			40 °C			60 °C		
Klasika - Syntefix	4	3	5	3	2	4	4	3-4	5	3-4	2-3	4
Klasika - Texamin	3-4	3-4	5	3-4	2-3	4-5	4	3	4-5	2-3	1-2	4
Klasika - Sokoflok	2-3	2-3	4-5	2-3	2	4-5	3	3	4	2-3	2	4

Tabulka 33: C.I.Direct Blue 78 – Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní - Syntefix, Texamin, Sokoflok

C.I.Direct Blue 78	Objektivní hodnocení						Subjektivní hodnocení					
	40 °C			60 °C			40 °C			60 °C		
Klasika - Syntefix	3-4	3	5	3-4	2	4-5	4	3-4	4-5	3-4	2	5
Klasika - Texamin	4	3-4	5	4	2	4-5	4-5	3-4	5	3	1	4
Klasika - Sokoflok	4	3-4	5	3-4	2	4	3-4	3-4	4-5	3	2	4

Tabulka 34: C.I.Direct Yellow 28 - Texamin - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní

C.I.Direct Yellow 28	Texamin											
	Objektivní hodnocení						Subjektivní hodnocení					
	40 °C			60 °C			40 °C			60 °C		
100 % barvy - N	4-5	3	4-5	4	1-2	4	4	3-4	5	3	2-3	4
60 % barvy - N	4	2-3	5	4	1-2	4	3	4	4-5	2-3	3	4

Tabulka 35: C.I.Direct Yellow 28 - Sokoflok - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní

C.I.Direct Yellow 28	Sokoflok											
	Objektivní hodnocení						Subjektivní hodnocení					
	40 °C			60 °C			40 °C			60 °C		
100 % barvy - N	2	1	5	2	1	4	2	2	4-5	2	1-2	4-5
60 % barvy - N	2-3	1	5	2-3	1	4	2-3	2	5	2	2	4

Tabulka 36: C.I.Direct Red 80 - Texamin - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní

C.I.Direct Red 80	Texamin											
	Objektivní hodnocení						Subjektivní hodnocení					
	40 °C			60 °C			40 °C			60 °C		
100 % barvy - N	4	3	5	4-5	2	4-5	4-5	3-4	5	3-4	2-3	4
60 % barvy - N	4	4	5	4	3-4	4-5	4	3-4	5	3	3-4	4-5

Tabulka 37: C.I.Direct Red 80 - Sokoflok - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní

C.I.Direct Red 80	Sokoflok											
	Objektivní hodnocení						Subjektivní hodnocení					
	40 °C			60 °C			40 °C			60 °C		
100 % barvy - N	2	1-2	5	2	1	4	1-2	1-2	5	2	1	4-5
60 % barvy - N	2	1-2	5	2	1	4-5	2-3	2	5	2	1	4

Tabulka 38: C.I.Direct Blue 78 - Texamin - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní

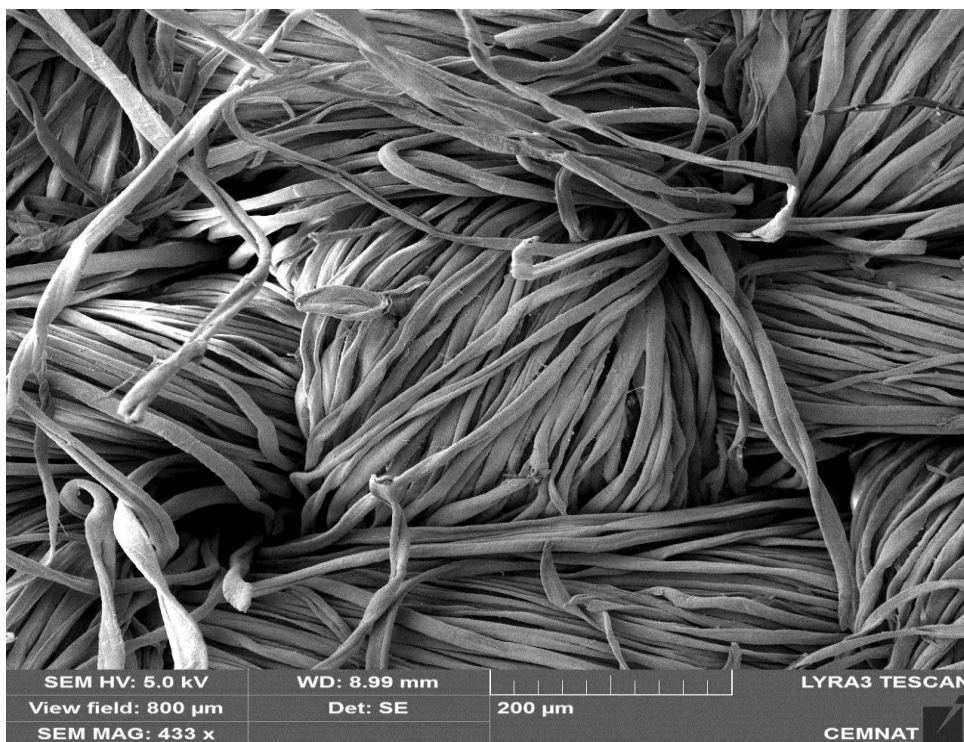
C.I.Direct Blue 78	Texamin											
	Objektivní hodnocení						Subjektivní hodnocení					
	40 °C			60 °C			40 °C			60 °C		
100 % barvy - N	3-4	3-4	4-5	3-4	3-4	4	4	4	4-5	3-4	3	4
60 % barvy - N	3	4	5	3	3-4	4-5	2-3	4	5	2-3	3-4	4-5

Tabulka 39: C.I.Direct Blue 78 - Sokoflok - Objektivní & subjektivní hodnocení stálobarevnosti v praní

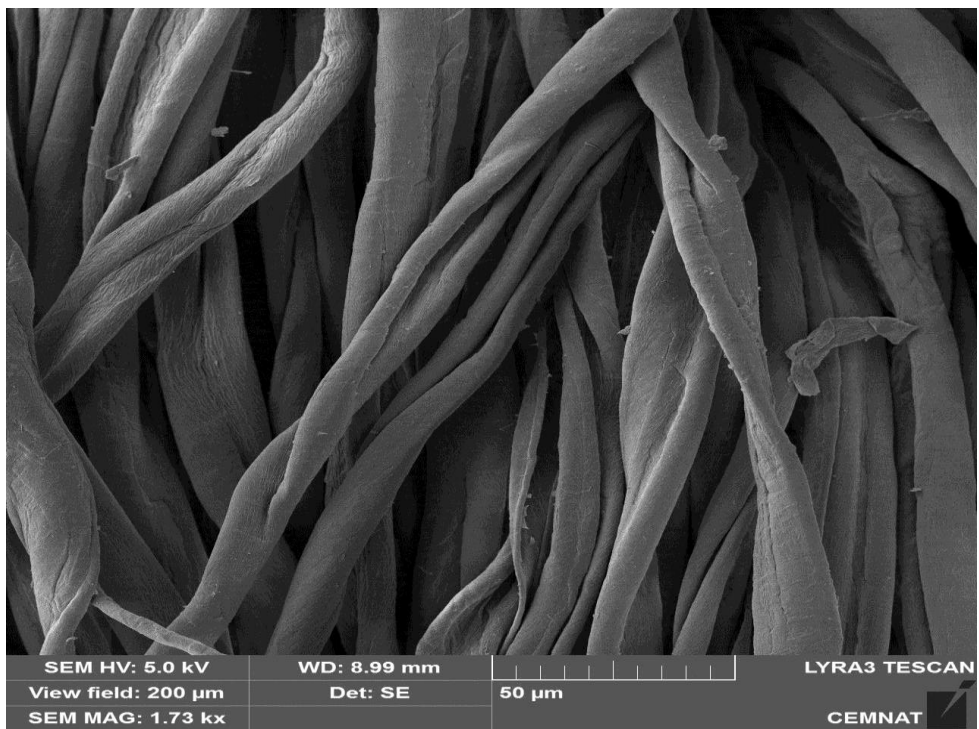
C.I.Direct Blue 78	Sokoflok											
	Objektivní hodnocení						Subjektivní hodnocení					
	40 °C			60 °C			40 °C			60 °C		
100 % barvy - N	1-2	2	5	1-2	1-2	4	1-2	1-2	5	1-2	1-2	4-5
60 % barvy - N	1	2	5	1-2	1-2	4-5	2	2	5	1-2	1-2	4

4.6 Hodnocení vzhledu celulóзовého vlákna

V této kapitole jsou zobrazeny fotografie (obr. 30 – 35) získané pomocí skenovacího elektronového mikroskopu (SEM). Tyto fotografie byly získány pro ukázkou toho, že se povrch a vzhled vlákna po kationizaci lehce pozmění, jak bylo uvedeno v teoretické části v kapitole 1.4 obrázek 11.



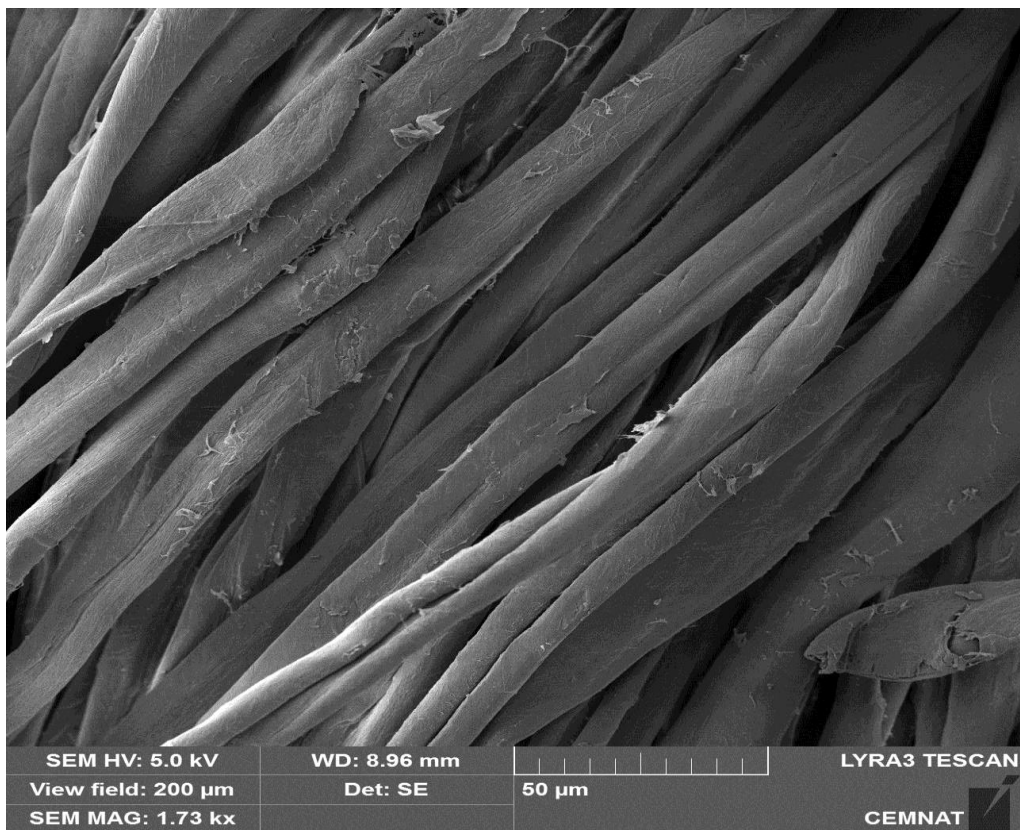
Obrázek 30: Snímek z SEM pro neupravená bavlněná vlákna



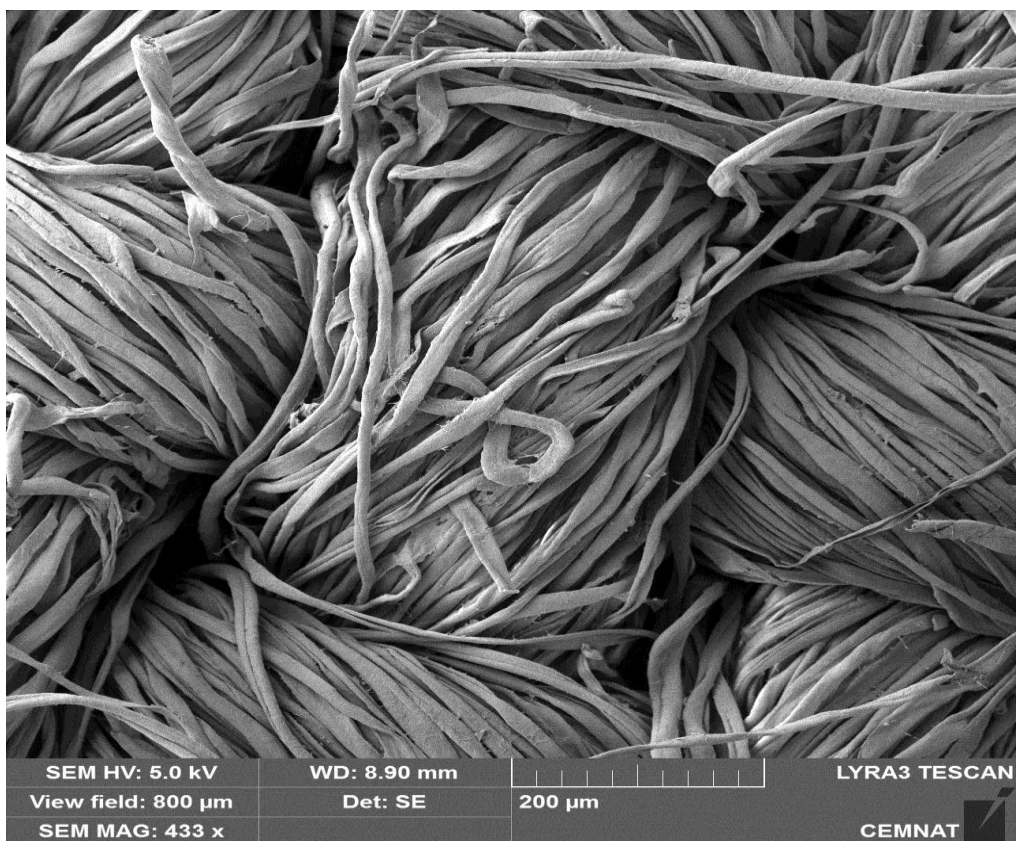
Obrázek 31: Snímek z SEM pro neupravená bavlněná vlákna



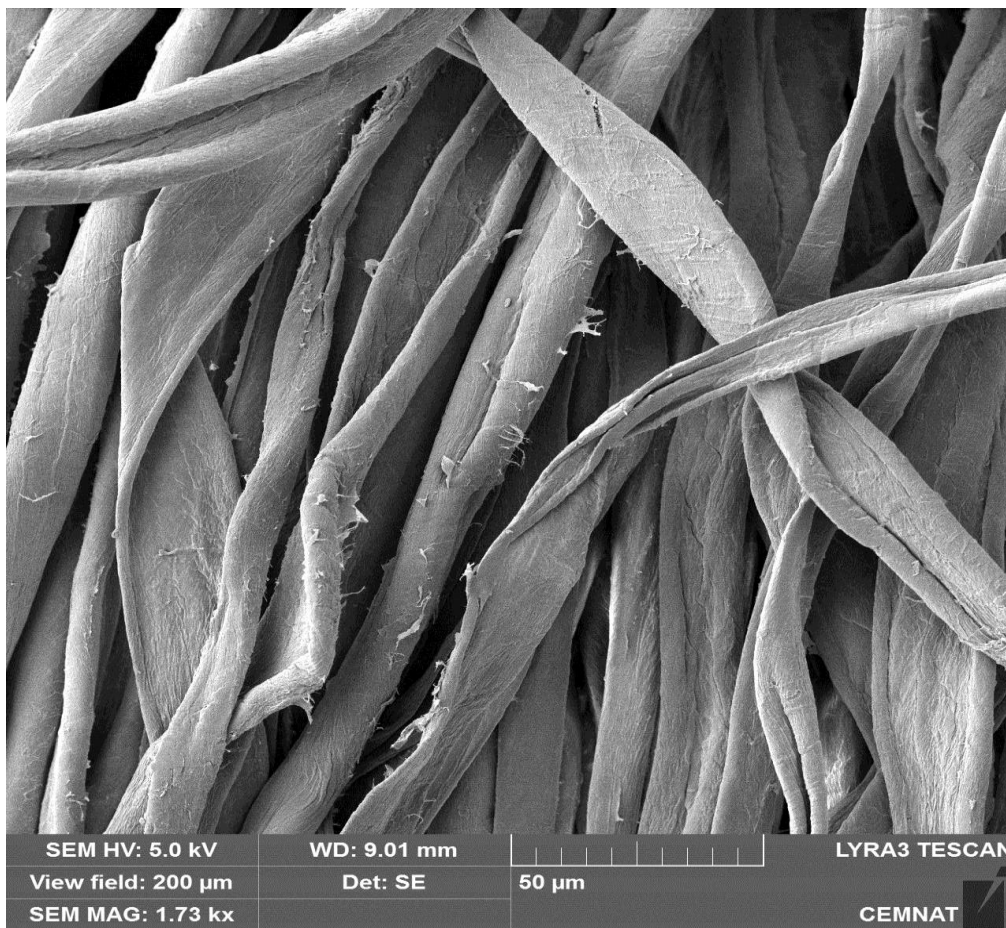
Obrázek 32: Snímek z SEM pro upravená bavlněná vlákna – kationizace Sokoflok



Obrázek 33: Snímek z SEM pro upravená bavlněná vlákna – kationizace Sokoflok



Obrázek 34: Snímek z SEM pro upravená bavlněná vlákna – kationizace Texamin



Obrázek 35: Snímek z SEM pro upravená bavlněná vlákna – kationizace Texamin

5 Závěr

Cílem předložené práce bylo otestovat vliv kationizace bavlněného materiálu na barvení přímými barvivy a byla použita tři přímá barviva Saturn, C.I.Direct Yellow 28, C.I.Direct Red 80, C.I.Direct Blue 78. Byly testovány dva kationizační prostředky. Texamin ECE, který je komerčně dostupný jako kationizační prostředek pro celulóзовé materiály, a Sokoflok FL 4540, který je na trhu dostupný jako koagulační a flokulační prostředek, námi testovaný jako kationizační prostředek.

1. Díky kationizaci bylo dosaženo barvení přímými barvivy bez přídavku soli, a to díky tomu, že kationizace snížila záporný náboj celulóзовého materiálu, a tím došlo k lepšímu navázání barviva na vlákno. Doplnují to také hodnoty % vyčerpání barvicí lázně, kde bylo dosaženo hodnot vyšších jak 90 %. Bylo také použito snížené množství barviva (100 % - 50 %) a % vytažení barvicí lázně byla i tak vyšší než bylo u standartu.
2. Dále bylo provedeno objektivní měření barevnosti, kde byly získány hodnoty ΔE^* , Avg, Wgt a popis daného vybarvení. Bylo zjištěno, že kationizace přispívá k vyšším hodnotám síly typu Avg a Wgt oproti standartu. Hodnoty odstínové odchylky postupně klesaly od 100% vybarvení k 50% vybarvení, a to z důvodu snižování barviva v barvicí lázni a tím přibližování se hodnotě standartu.
3. Hodnocení stálostí za mokra proběhlo v praní při 40 °C a 60 °C. Po vyhodnocení stálostí bylo zjištěno, že kationizace přispívá k ustálení celulóзовého materiálu, tudíž není nutné dále ustalovat. Po kationizaci Texaminem ECE byly hodnoty stálostí vcelku stejné jako u klasického ustálení Syntefixem TE. U kationizace Sokoflokem FL 4540 došlo k horším stálostem, a to díky tomu, že bylo vyšší % vyčerpání barvicí lázně a na materiálu bylo pravděpodobně více nefixovaného barviva. V dalším výzkumu by bylo možné modifikovat provedený stupeň kationizace.
4. Použité kationizační přípravky byly použity také jako ustalovací prostředky. Díky výsledkům bylo zjištěno, že tyto dva prostředky mohou být používány jako ustalovací prostředky pro přímá barviva.
5. Dalším přínosným výsledkem byly fotografie pořízené pomocí SEM (obr. 30 – 35), které nám ukazují jistou změnu povrchu vlákna po kationizaci.

6 Použitá literatura

- [1] HLADÍK, V.; *Textilní vlákna: vysokoškolská příručka*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1970. s. 187-192. ISBN 04-834-70
- [2] *Ekovesničky: Bavlna* [Online]. [cit.2017-10-13]. Dostupné z: http://wwwold.ekovesnicky.cz/remesla/bavlna_index.html.
- [3] WAKELYN, P.,J., CODON, B. a THIBODEAUX, D.,P. ; 2010 *Cotton*. [Online]. In: Encyclopedia of Polymer Science and Technology. ed. John Wiley & Sons, Inc.. ISBN: 9780471440260. [cit.2017-10-14]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0471440264.pst084.pub2/abstract>
- [4] *Módní peklo: Materiály - Bavlna* [online]. [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: <https://www.modnipeklo.cz/clanky/materialy-4-bavlna/>
- [5] RATHORE, K.,S.,SUNILKUMAR, G.,CANTRELL, R.,G.,REDING, K.,H. a HAGUE, S.; 2009. *Cotton*. [Online]. In: Tuber and Fiber Crops Compendium of Transgenic Crop Plants, Part 7. Transgenic Sugar. ed. John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 978-1-405-16924-0. [cit.2017-10-14]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781405181099.k0707/pdf>
- [6] WIENER, J., PRŮŠOVÁ, M. a KRYŠTŮFEK, J.; *Chemicko-textilní rozbor*. Liberec: Technická univerzita v Liberci 2008, s. 43-91. ISBN: 978-80-7372-338-5
- [7] Yonghua Li a Zan R. Hardin. *Enzymatic Scouring of Cotton: Effects on Structure and Properties*. Textile Chemist and Colorist [Online]. University of Georgia, 1997. **29** (8), s. 71-76 [cit.2017-10-14]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/c9c9/0901ccaef5bfb7598423dd28a0dd951d601.pdf>
- [8] O'SULLIVAN, A.,C.; *Cellulose: the structure slowly unravels*. Cellulose [Online]. University of Wales, 1997, June. **4**(3), s. 173-207. [Online] ISSN: 1572-882X. [cit.2017-10-14] Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1018431705579>
- [9] MLEZIVA, J. a ŠNUPÁREK, J. ; *Polymery – struktura, výroba, vlastnosti a použití*. 2. vydání. Praha: Sobotáles, 2000. s. 336. ISBN: 80-85920-72-7
- [10] ŠNUPÁREK, J. ; *Makromolekulární chemie: úvod do chemie a technologie polymerů*. Vyd. 3. Univerzita Pardubice, 2014, s. 125-127. ISBN: 978-80-7395-761-2
- [11] DEMBICKÝ, J., KRYŠTŮFEK, J., MACHAŇOVÁ, D., ODVÁRKA, J., PRÁŠIL, M. a WIENER, J. ; *Zušlechtování textilií*, Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. s. 9-13, 42-53. ISBN: 978-80-7372-321-7

- [12] POSPÍŠILOVÁ, Z. *Průručka textilního odborníka*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1981. s. 868-895, 960- 972. ISBN: 04-825-81
- [13] SARAVAN, D., VASANTHI, N.S., RAJA SENTHIL, K., ARUVANA, D. a RAMACHANDRAN, T.; *Bleaching of cotton fabrics using hydrogen peroxide produced by glucose oxidase*. Indian Journal of fibre [Online]. 2010. **35**, s. 281-283. ISSN: 0975-1025. [cit.2017-10-15]. Dostupné z: <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/10229>
- [14] KRYŠTŮFEK, J., WIENER, J.; *Barvení textilií I.*, Liberec: Technická univerzita v Liberci. 2008, s.16-19,71-79. ISBN: 978-80-7372-328-6
- [15] MONTAZER, M., MALEK, R.,M.,A., RAHIMI, A.; *Salt Free Reaction Dyeing of Cationized Cotton*. Fiber and Polymers [Online]. 2007, **8**(6), s. 608-612. ISSN: 1875-0052 [cit.2017-11-15]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02875997#citeas>
- [16] TUTAK, M., ÖZDEMİR, A.,O.; *Reactive dyeing of cationized cotton: Effects on the dyeing yield and the fastness propertie*. Journal of applied polymer science [Online]. 2011, **119**(1), s.500-504. DOI 10.1002/app.32648 [cit.2017-11-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/app.32648>
- [17] SEONG, H.,S.; *Synthesis, application and evaluation of cationosing agents for cellulosic fibres*. Journal of the Society of Dyers and Colourist [Online]. 1998, **114**(4), s.124-129. DOI 10.1111/j.1478-4408.1998.tb01963.x [cit.2017-11-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.1998.tb01963.x>
- [18] ČEŘOVSKÝ, K., DVORSKÝ, D., RAIF, Z., SMRŽ, R.; *Způsob barvení textilních materiálů z celulózových vláken a jejich směsí se syntetickými vlákny*. D06P5/22. CS 211444. 1979-06-06.
- [19] YOUSSEF, Y.,A.; *Direct dyeing of cotton fabrics pre-treated with cationising agents*. Coloration technology [Online]. 2000, **116**(10), s. 316-322, DOI 10.1111/j.1478-4408.2000.tb00008.x [cit.2017-11-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.2000.tb00008.x>
- [20] HAUSER, J.,P., TABBA, H.,A.; *Improving the enviromental and economic aspects of cotton dyeing using a cationised cotton*, Coloration Technology, Society of Dyers and Colourists, [Online]. 2001,**117**(5), s.282-288. DOI: 10.1111/j.1478-4408-2001.tb00076.x. [cit.2017-11-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.2001.tb00076.x>

- [21] ACHARYA, S., ABIDI, N., RAJBHANDARI, R., MEULEWAETER, F.; *Chemical cationization of cotton fabric for improved dye uptake*, Cellulose [Online]. 2014, **21**(6), s. 4693-4706, ISSN: 0969-0239. [cit.2017-11-20]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10570-014-0457-2>
- [22] ARIVITHAMANI, N., DEV, V.R.G.; *Sustainable bulk scale cationization of cotton hosiery fabrics for salt – free reactive dyeing proces*. Journal of Cleaner Production [Online]. 2017, **149**, s. 1188-1199, DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.02.162. [cit.2017-11-25]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.162>
- [23] AGUADO, R., MORAL, A., TIJERO, A.; *Cationic fibers from crop residues: Making waste more appealing for papermaking*, Journal of Cleaner Production [Online]. 2018, **174**, s. 1503-1512, DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.053. [cit.2017-11-28]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.053>
- [24] BULUT, O., M., AKAR, E.; *Ecological dyeing with some plant pulps on woolen yarn and cationized cotton fabric*, Journal of Cleaner Production [Online]. 2012, **32**, s. 1-9, DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.03.010. [cit.2017-12-01]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.03.010>
- [25] HLADÍK, V.; *Textilní barvířství*, Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1982, s. 162-169. ISBN: 04-809-82
- [26] STANESCU, I., ANISOARA, B., ROMEN, B., PETRU, A., R.; *Pollution generated by cotton dyeing with direct dyes/Poluare generata de vopsirea bumbacului cu coloranti directi*, Industria Textila [Online]. 2014, **65**(6), s. 318-323. ISSN: 12225347. [cit.2017-12-18]. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/1654870343?accountid=17239>
- [27] KRYŠTŮFEK, J., WIENER, J. MACHAŇOVÁ, D.; *Barvení textilií II.*, Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011. s.23-35. ISBN: 978-80-7372-796-3
- [28] ZAHRADNÍK, M.; *Barviva používaná v technické praxi*, Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1986. s. 133-143. ISBN: 04-609-86
- [29] SHORE, J.; *Advances in direct dyes*. Indian Journal of Fibre and Textile [Online]. 1996, **21**, s.1-29. ISSN: 0975-1025. [cit.2017-12-20]. Dostupné z: <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/19245>
- [30] CONGO RED. *Sigma-Aldrich®* [online]. Sigma-Aldrich Co., ©2017 [cit. 2017-12-24]. Dostupné na: <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/substance/congored6966657358011?lang=en®ion=CZ>

- [31] ŠEDÁ STUPNICE. *Textilní zkušební ústav TZÚ* [online]., ©2013-2014.
[cit. 2017-12-25]. Dostupné z:
<http://old.tzu.cz/stalobarevnost-textilnich-vyrobku-CZ12360>
- [32] VIK, M.; *Základy měření barevnosti I.*, Liberec: Technická univerzita v Liberci, 1995, s.37-69. ISBN: 80-7083-162-6
- [33] ARIENT, J.; *Přehled barviv*, Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1968 s.43-48. ISBN: 04-620-68
- [34] CIE diagram x,y,z. [online]. [cit. 2018-2-18] Dostupné z: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/cie.html>
- [35] BAREVNÝ PROSTOR. *CIE* [online]. [cit. 2018-2-18] Dostupné z:
http://geo3.fsv.cvut.cz/vyuka/kapr/SP/2008_2009/pospisilova_rousarova/cie.html
- [36] BEZPEČNOSTNÍ LIST TEXAMIN. *Inotex*, spol.s.r.o., Dvůr králové nad Labem
- [37] BEZPEČNOSTNÍ LIST SOKOFLOK. *Sokoflok s.r.o.* [online] [cit.2017-10-20]
Dostupné z:
[http://www.sokoflok.cz/files/BL_FL_4540_\(Revize_10-05-2017\)_CJ.pdf](http://www.sokoflok.cz/files/BL_FL_4540_(Revize_10-05-2017)_CJ.pdf)
- [38] C.I.DIRECT YELLOW 28. *World dye variety*. [online] [cit.2018-3-28] Dostupné z:
<http://www.worlddyevariety.com/direct-dyes/direct-yellow-28.html>
- [39] C.I.RED 80. *Sigma-Aldrich®* [online]. Sigma-Aldrich Co., ©2017 [cit.2018-3-28]
Dostupné z:
<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/substance/directred80137307261010811?lang=en®ion=CZ>
- [40] C.I. DIRECT BLUE 78. *Chemical book*. [online] [cit.2018-3-28] Dostupné z:
http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB2875158.htm

Údaje pro knihovnickou databázi

Název práce:	Kationizace celulózového materiálu a její vliv na vybarvení přímými barvivy
Title:	Cationization of cellulosic material and effect on coloring with direct dyes
Autor práce:	Bc. Renáta Kratochvílová
Obor:	Vlákna a textilní chemie
Rok obhajoby:	2018
Vedoucí práce:	Ing. Petra Bayerová, Ph.D.
Souhrn:	Experimentální část této diplomové práce je zaměřená na úpravu bavlny pomocí kationizace dvěma prostředky, a to Texaminem a Sokoflokem. Po úpravě bavlny bylo provedeno barvení přímými barvivy vyráběnými firmou Synthesia, a.s., pomocí barvicího přístroje AHIBA NUANCE TOP SPEED HB a byla změřena procenta vytažení. Po barvení bylo provedeno ustalování a dále měření stálostí v praní při 40 °C a 60 °C. K hodnocení vybarvení i stálostí bylo použito metod objektivního měření barevnosti.
Summary:	The experimental part of this diploma thesis was focused on the treatment of cotton by cationization of two agents, Texamin and Sokoflok. After cationization dyeing of direct dyes provided by the Synthesia, a.s. company was performed. The Ahiba nuance top speed HB coloring device was used. The degree of exhaustion was evaluated. After dyeing fixing and measurement of colour fastness to washing (40° C and 60° C) was performed. The effect on dyeing and colour fastness was measured by objective measurement of colour.
Klíčová slova:	Bavlna, přímá barviva, kationizace
Key words:	Cotton, direct dyes, cationization