

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
KATEDRA POLYGRAFIE A FOTOFYZIKY

Modrotlač
Bc. Veronika Kravcová

Vedúci práce: Ing. Jiří Hejduk, Ph.D.

Diplomová práce

2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika Kravcova**

Osobní číslo: **C16593**

Studijní program: **N3441 Polygrafie**

Studijní obor: **Polygrafie**

Název tématu: **Modrotisk**

Zadávací katedra: **Katedra polygrafie a fotofyziky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Na základě studia odborné literatury popište problematiku modrotisku a podobných technik
2. Navrhněte způsoby nanášení krycí vrstvy na textil s využitím klasických tiskových technik, navrhněte testovací obrazec pro nanášení krycí vrstvy, proveďte obarvení vzorků v lázni.
3. Navrhněte způsob náhrady klasického modrotisku jinými technikami
4. Získané vzorky namáhejte různými způsoby
5. Výsledky vyhodnoťte a zpracujte ve formě závěrečné zprávy.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jiří Hejduk, Ph.D.

Katedra polygrafie a fotofyziky

Konzultant diplomové práce:

prof. Petra Eva Forte Tavčer, Dr.

Datum zadání diplomové práce:

28. února 2018

Termín odevzdání diplomové práce:

11. května 2018



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Petr Němec, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2018

Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracovala samostatne, že všetky literárne pramene a informácie, ktoré som v mojej práci použila, sú uvedené v zozname použitej literatúry.

Bola som oboznámená s tým, že sa na moju prácu vzťahujú práva a povinnosti vyplývajúce zo zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, so skutočnosťou, že Univerzita Pardubice má právo na uzatvorenie licenčnej zmluvy o použití tejto práce ako školského diela podľa § 60 ods. 1 autorského zákona s tým, že pokiaľ dôjde k použitiu tejto práce mnou alebo bude poskytnutá licencia o použití inému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávnená odo mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, ktoré na vytvorenie diela vynaložila, podľa okolností až do ich skutočnej výšky.

Beriem na vedomie, že v súlade s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o zmene a doplnení ďalších zákonov (zákon o vysokých školách), v znení neskorších predpisov, a smernicou Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práca zverejnená v Univerzitnej knižnici a prostredníctvom Digitálnej knižnice Univerzity Pardubice.

V Pardubiciach dňa

Veronika Kravcová

Pod'akovanie

Týmto sa chcem poďakovať pánovi Ing. Jiřímu Hejdukovi, Ph.D., za jeho ochotu podeliť sa s odbornými informáciami, za vedenie, pomoc a čas, ktoré mi venoval pri písaní diplomovej práce.

Tiež chcem vysloviť veľké poďakovanie zamestnancom modrotlačovej dielni v Strážnici, za ochotu podeliť sa o odborné informácie, za čas ktorý mi venovali a za pomoc pri príprave vzoriek, ktoré boli nevyhnutné k vytvoreniu diplomovej práce.

Ďalej by som sa chcela poďakovať pracovníkom Univerzity v Ljubljani za ich vedomosti, čas a pomoc pri testovaní a vyhodnocovaní vzoriek.

V neposlednom rade ďakujem svojej rodine, ktorá ma podporovala počas celého môjho štúdia.

Anotácia

Táto diplomová práca popisuje problematiku modrotlače a v krátkosti ostatné techniky umeleckej a úžitkovej úpravy textílií. Pri technike modrotlače sa vzor vytvára rezervou, ktorá sa nanáša na textíliu. Klasicky sa rezerva nanáša pomocou drevených foriem, avšak tento spôsob je zdĺhavý a náročný. Pre zjednodušenie tohto procesu sa skúmali 2 spôsoby nanášania rezervy - flexotlač a sieťotlač s použitím rôznych druhov sít. Pre vyhodnotenie kvality naniesenia rezervy týmito technikami, bol vytvorený testovací obrazec, ktorý sa testoval na piatich druhoch textílií a vyhodnotí sa vizuálne. Po zaschnutí rezervy, sa vzorky farbili vo farbiacom roztoku a následne sa podrobili rôznym testom. Po zistení hodnôt $L^*a^*b^*$ jednotlivých vzoriek sa vytvorila simulácia pomocou digitálnej tlačiarne. Aj vzorky vytvorené digitálnou tlačou sa podrobili rovnakým testom ako modrotlačové vzorky a zistené výsledky sa vyhodnotili a navzájom porovnali. Po vykonaní testov sa hodnotila farbostálosť vzoriek.

Kľúčové slová: modrotlač, flexotlač, sieťotlač, simulácia digitálnou tlačou

Annotation

This diploma thesis describes the issue of blueprint and, in short, other techniques of artistic modification of textiles. In the blueprint technique, the pattern is created with a reserve that is applied to the fabric. Classically, the reserve is applied using wooden forms, but this method is hard. To simplify this process, two ways of applying the reserve - flexo printing and screen printing with different types of screens were examined. To assess the quality of application of the reserve by these techniques, a test pattern was made which was tested on five types of fabrics and evaluated visually. Once the reserve has dried, the samples are stained in the coloring solution and subsequently subjected to various tests. Then the simulation was created using a digital printer. Samples made by digital printing were subjected to the same test as the blueprint samples and the results were evaluated and compared to each other. After performing the tests, the color stability of the samples was evaluated.

Key words: blueprint, flexo printing, screen printing, digital printing simulation

Obsah

Úvod	12
1. Spôsoby zušľacht'ovanie textílií.....	13
1.1 Farbenie a maľovanie textilu.....	13
1.2 Potláčanie textílií.....	15
2. Modrotlač	16
2.1 Materiály a pomôcky používané pri výrobe.....	16
2.1.1 Plátno.....	16
2.1.2 Formy	17
2.1.3 Rezerva	19
2.1.4 Indigo.....	21
2.1.5 Farbiaci roztok a proces farbenia	23
2.1.6 Pranie, konečná úprava a starostlivosť o modrotlač.....	26
2.2 Čo sa vyrábalo z modrotlače a kde je možné ešte modrotlač vidieť.....	26
2.3 Potláčanie a farbenie textílie	27
3. Simulácia modrotlače na digitálnom stroji Textile Jet Tx2-1600	28
4. Popis testov, ktorým sa vzorky podrobili	30
5. Experimentálna časť	35
5.1 Nanášanie rezervy	35
5.2 Testovací obrazec.....	35
5.3 Tlač na digitálnom tlačovom stroji	36
5.4 Použité materiály.....	37
5.4 Nanášanie rezervy pomocou klasických tlačových techník.....	38
5.4.1 Sieťotlač	38
5.4.2 Flexotlač	40
5.5 Vyhodnotenie testov.....	44

5.5.1 Zmena odtieňa vzoriek po jednotlivých farbeniach	45
5.5.2 Vizualne vyhodnotenie testovacieho obrazca	47
5.5.3 Vyhodnotenie modrotlače a simulácie.	55
5.5.4 Odolnosť vzoriek po praní.....	58
5.5.5 Odolnosť vzoriek po odere	64
5.5.6 Odolnosť vzoriek po vystavení umelému svetlu	65
5.5.7 Odolnosť vzoriek po vystavení vysokým teplotám pri žehlení.....	65
5.5.8 Zmena váhy a hrúbky pred a po farbení textílie.....	66
6. Záver	68
Zoznam obrázkov	71
Zoznam tabuliek	73
Zoznam skratiek	74
Použitá literatúra	75

Úvod

Modrotlač je starobylá technika farbenia textílií. Na farbenie sa používajú prírodné textílie z materiálov ako bavlna, ľan, konope.

Technika modrotlače spočíva v nanosení rezervy - papu na textíliu drevenými formami. Po zaschnutí papu sa potlačená textília farbí vo veľkých nádržiach s roztokom indiga. Farbenie sa opakuje niekoľkokrát, podľa požadovaného výsledného odtieňa. Po každom farbení, musí farbivo oxidovať na vzduchu po dobu minimálne 5-tich minút. Po ukončení procesu farbenia sa textília perie v tzv. „kyslej vode“, čo je slabý roztok kyseliny sírovej, aby sa odstránila rezerva. Nasleduje pranie v čistej vode, aby sa vymylo nezreagované indigo a chemikálie použité pri farbení. Následne sa textília žehlí alebo mangľuje.

V nasledujúcich kapitolách je popísaný postup nanášania rezervy, farbenia, materiály a pomôcky potrebné k farbeniu. Popíšu a vyhodnotia sa testy, ktorým sa vzorky podrobili. Priblíži sa spôsob simulácie modrotlače na digitálnom tlačovom stroji. Všetky vzorky sa podrobili testom za účelom zistenia stálosti farby. Týmito testami sú z prania pri rôznych teplotách, odierania, stálosti na svetle, odolnosti voči vysokej teplote pri žehlení taktiež sa skúmal vplyv farbenia na hmotnosť a hrúbku textílií. Vzorky sa vyhodnocovali pomocou rôznych prístrojov popísaných nižšie.

Pri nanášaní rezervy sa použili dve klasické tlačové techniky - sieťotlač a flexotlač. Pri nanášaní rezervy sieťotlačou sa použili štyri sita s rôznou hustotou nití na centimeter. Dôležitá je taktiež hrúbka sitoviny - od nej sa odvíja nános rezervy. Pri použití flexotlače sa použil rovinný a rotačný spôsob nanášania rezervy.

1. Spôsohy zušľacht'ovanie textílií

Táto kapitola pojednáva o spôsoboch úpravy textílií, či už umeleckým (farbenie, maľovanie), alebo polygrafickým (potlač textilu) spôsobom.

1.1 Farbenie a maľovanie textilu

Na farbenie prírodnými farbivami sa používajú výhradne prírodné látky ako sú bavlna, vlna, ľan konope a iné. Vzhľadom na to, že každá látka má iné vlastnosti aj výsledný farebný odtieň sa líši. [1] Pred farbením je potrebné látku vyprať a zbaviť nečistôt. Existuje veľké množstvo prírodných farbív, ktoré s prídavkom moridiel, alebo aj bez nich, dokážu zafarbiť textílie na určitý odtieň. Farbenie sa najčastejšie robí vo vodných roztokoch s pridaním vhodných látok. Pre vytvorenie vzorov a ornamentov sa môže látka pred farbením zviazať alebo zošiť do rôznych tvarov, čím sa čiastočne zabráni farbeniu.

Maľovanie na textil

Okrem klasického farbenia je možné maľovať priamo na textil. Pri tomto spôsobe maľovania sa používajú špeciálne farby určené na textil. Farba sa na textil nanáša najčastejšie ručne pomocou rôznych štetcov.

Modrotlač

Farbenie textílií prírodnými farbivami, medzi ktoré patrí aj indigo, siaha do obdobia pred našim letopočtom do oblastí Indie [2,3], z ktorej sa postupne rozšírila do sveta. V polovici 17. storočia sa modrotlač dostala z východu do Európy. V 18. a 19. storočí bola táto technika veľmi rozšírená v Európe. [4] Takto zhotovené látky sa stali veľmi populárne hlavne vo Francúzku a Anglicku. Pri potlačí textílií sa ako spojivá používali oleje, vďaka ktorým sa potlačená látka nemohla prať. Nafarbené textílie púšťali farbu a preto sa používali hlavne na bytový textil. [2,3] Predtým ako sa na naše územie dostalo farbenie indigom, farbenie na modro sa robilo pomocou borytu. [5]

Najstarší zachovaný kúsok modrotlače na Slovensku pochádza z roku 1783 z Kremnice a z roku 1784 z Dobšinej. Najstaršia zmienka o tejto technike pochádza z roku 1798 v knihe farbiarov z Levoče. Najväčší rozmach modrotlače nastal v 19. storočí [6], kedy na Slovensku pôsobilo cca 54 modrotlačových dielní vo všetkých väčších mestách. [3] Po rozvoji

manufaktúrnej výroby boli modrotlačári nútený stiahnuť sa na vidiek, kde sa modrotlač dostala do ľudových odevov. Na konci 19. storočia vznikali na Slovensku rôzne krajové špecifikácie modrotlačových vzorov, či intenzity zafarbenia. [7] Práve modrotlačári na Slovensku a v oblasti Moravy, boli známy pre rozmanitosť ponúkaných vzorov. [8] S ďalším rozvojom manufaktúrnej výroby textílií neboli niektoré modrotlačové dielne schopne konkurencie a tak ukončili svoju výrobu. V 50-tých rokoch 20. storočia bolo na Slovensku 21 modrotlačových dielní. [6] Ich počet postupne klesal s nástupom komunistického režimu a nariadením zákazu remeselných živností [6]. V roku 1945 sa začalo modrotlačou zaoberať Ústredie ľudovej umeleckej výroby v Bratislave (v ČR v Uhorskom Hradišti). V roku 1948 bolo založené družstvo Kroj a časť dielní sa transformovala na družstevnú výrobu. V tej dobe pre toto družstvo pracovalo približne sedem dielní. V roku 1963 družstvo zaniklo. Aj napriek snahe ÚLUV sa nepodarilo znova obnoviť popularitu modrotlače a s postupným zánikom dielní mizla aj modrotlač. Dnes nie je na Slovensku žiadna dielňa s dlhodobou tradíciou. Posledná zanikla v roku 2010, avšak objavujú sa pokusy o obnovenie modrotlače.

V Českej republike bol rozvoj modrotlače rovnaký ako na Slovensku. V súčasnej dobe sú na území Českej republiky dve funkčné dielne. [9]

Ďalšie modrotlačové dielne, ktoré vyrábajú modrotlač klasickým spôsobom sa nachádzajú napríklad v Nemecku (9 funkčných dielní [4]), Maďarsku a Rakúsku [10].

1.2 Potláčanie textílií

Dlhé roky sa na farbenie textílií používali farbivá získané z rastlín, alebo zo živočíchov. Keď sa v 19. storočí začali vyrábať syntetické farbivá, nahradili dovtedy používané prírodné farbivá. Rozvojom polygrafie sa zdokonaľovala a tým aj potlač textílií, či už hotových produktov, alebo metráže. Vo všeobecnosti sa tlač na textil delí na priamu a nepriamu. Pri priamej tlači, sa farebný motív nanáša priamo na konečný produkt, zatiaľ čo pri nepriamej technike, ta motív nanesie na prenášacie médium (papier, fólia) a následne pomocou teploty a tlaku na textil. Týmto spôsobom sa dá potlačiť hotový produkt, čo pri modrotlačí nie je možné.

Medzi priamu tlač na textil sa radí sieťotlač a digitálna tlač. Pri technike sieťotlače sa cez sito s motívom pretláčajú špeciálne upravené farby pre potlač textilu. Sieťotlačou je možné potláčať širokú škálu povrchov a výhodou je možnosť nanosenia rôznej hrúbky farebnej vrstvy. V závislosti na použitej farbe a materiály je potrebné farbu zafixovať či už teplom, alebo aj tlakom. Druhým spôsobom priamej tlače je použitie digitálnej tlače. Výhodou tejto techniky je rýchlosť, pomerne krátky čas prípravy a tlačený motív nemá žiadne obmedzenia. Digitálna tlač je náročnejšia na starostlivosť a má nižšiu trvanlivosť ako sieťotlač. Podobne ako aj u iných techník aj pri digitálnej tlači záleží na potláčanom materiály, ktorý sa v najväčšej miere podieľa na kvalite. Po tlači je nutné farby tepelne fixovať [11], čím sa zabezpečí vyššia odolnosť a jasnosť farieb. Keďže ani pri jednom spôsobe sa na textil nelisuje potlačená fólia, takto zhotovená tlač je mäkká a príjemná na dotyk.

Medzi nepriame techniky sa radí sublimačná a transferová tlač. Pri sublimačnej tlači sa na špeciálny papier v sublimačnej tlačiarni nanáša atrament. Následne pôsobením tepla a tlaku v termotransférovom lise dochádza k potlači textilu. Sublimačná tlač je vhodná len na textílie zložené z 100% PES. Výhodou je vyššia odolnosť, lebo tlačený motív je zapustený vo vláknach. [12] Transferová tlač používa prenosové médium v podobe papiera alebo fólie na prenos farby. Farba sa na prenosové médium môže nanášať pomocou sieťotlače. Pri použití fólie, technika Flex [12] sa vzor vyreže do tenkej farebnej fólie a za pomoci teploty a tlaku sa preniesie na potlačený textil. Pri použití techniky Flock [12] sa vzor vyrezáva do hrubšej fólie, ktorá sa nalisuje na textil. Tým že sa na textil nalisuje fólia, potláčaný vzor je tvrdý a hrubý na dotyk.

2. Modrotlač

V závislosti na výslednom postupe sa modrotlač delí na negatívnu a pozitívnu. Pri pozitívnej modrotlači je výsledný vzor modrý a pozadie biele. Tento spôsob je málo používaný a svojím technologickým postupom neodpovedá klasickej modrotlači. Pri druhom spôsobe, teda pri negatívnej modrotlači sa na textíliu nanáša rezerva a po jej zaschnutí sa celá textília farbí vo farbiacom roztoku. Výsledný vzor je biely a pozadie modré. Toto je klasický a najčastejší spôsob farbenia.

2.1 Materiály a pomôcky používané pri výrobe

Na výrobu modrotlače je potrebná celá rada rôznych pomôcok a materiálov od základných ako sú štetce, nožnice, ceruzky, až po tie nezbytné ako sú plátno, formy, rezerva či farbiaci roztok. V nasledujúcich kapitolách sa tieto materiály a pomôcky popíšu podrobnejšie.

2.1.1 Plátno

Na farbenie modrotlačou sa používajú výhradne prírodné tkaniny, hlavne ľanové, konopné alebo bavlnené. V 18. a 19. storočí, kedy sa modrotlač na našom území ešte len začínala, používali sa hlavne ľanové a konopné plátna. Modrotlačové dielne sa sústredili hlavne v oblastiach, kde sa vyrábali plátna. Niektorí farbiari si vyrábali vlastné plátna z úrody, ktorú sa im podarilo dopestovať alebo ho kúpili od tkáčov v okolí. V období 18. a 19. storočia bolo tkáčstvo a výroba modrotlačového plátna veľmi rozšírená a keďže spotreba bola menšia ako výroba začalo sa s plátnom obchodovať a vyvážalo sa za hranice, napríklad do Maďarska, Nemecka alebo Poľska. V 19. storočí bola na území Slovenska výroba plátna po poľovníctve najrozšírenejším spôsobom zamestnania obyvateľov. [2] Koncom 19. storočia založením továrne na spracovanie ľanu začala upadať domáca výroba plátna. [2] Následne začali vznikať textilné fabriky, ktoré prevzali modrotlačové motívy a vyrábaný textil bol cenovo dostupnejší ako originálna modrotlač. Začiatkom 20. storočia boli modrotlačové dielne predovšetkým na vidieku, kde bol stále záujem o tradičnú modrotlač. V dnešnej dobe sa pri výrobe modrotlače uprednostňujú skôr bavlnené plátna ako ľanové či konopné.

Vlákná sa delia podľa pôvodu na živočíšne (vlna, kašmír, hodváb,...), minerálne (azbest) a rastlinné (konope, bavlna, ľan, sisal,...). [13] Na modrotlač a farbenie prírodnými farbivami sa používajú textilie z prírodných vlákien, pre ich dobrú savosť, stálosť a chemickú či fyzikálnu odolnosť.

Bavlna

Vlákná bavlny sa získavajú z rastliny bavlníka, *Glossypium* [13]. Tieto textilie sa vyznačujú vysokou odolnosťou, jemnosťou a savosťou. [13] Pre zlepšenie niektorých vlastností sa vlákna bavlny miešajú s umelými vláknami. Napríklad zmesové textilie z bavlny a polyestru sú odolnejšie pri praní a žehlení a zmes bavlny a elastanu dáva textílii elastické vlastnosti a schopnosť vrátiť sa do pôvodného stavu. [13]

Ľan

Ľanové vlákna sú najstaršie používané rastlinné vlákna na svete. Vyznačujú sa hodvábnym leskom, odolnosťou a chladnosťou textílie. [13]

Kedysi sa plátno pred potláčaním rezervou ešte upravovalo. Ako prvé sa plátno vyváralo v horúcej vode (pravdepodobne kvôli tomu, aby pri farbení nedochádzalo k zrazeniu plátna a plátno sa tak zbavilo nečistôt), následne sa pralo v zriedenom roztoku kyseliny sírovej a v čistej vode. [2] Potom sa škrobilo, aby bolo pevné a rovné. Vďaka tomu sa rezerva dobre nanášala. Dnes sa proces prípravy plátna skrátil, pred potlačením sa len naškrobí.

2.1.2 Formy

Najideálnejšie drevo pre výrobu foriem je hruškové, pretože má potrebné vlastnosti, ako sú hustota vlákien, amorfnosť, pevnosť a húževnatosť. [2] Vzhľadom na to, že sa formy vyrábajú rytím, dala by sa technika výroby označiť za drevorezbu (obr. 1). Takto zhotovované formy majú najčastejšie rozmer 20 × 23 cm [2], avšak rozmer formy závisí na tvare a veľkosti vzoru. Na potláčanie lemov sa používali bordúry, ktoré boli úzke a dlhé. V podstate sa jedná o tlač z výšky, keďže sa rezerva nanáša z reliéfnej formy z vyvýšených miest, preto je potrebné, aby tlačová plocha formy bola dokonale rovná, aby bol prenos rezervy rovnomerný a vzor sa dobre prenášal. Hrúbka dosky, do ktorej sa vyrezáva vzor má približne 20-30 mm a výška reliéfu sa pohybuje v rozmedzí 4-8 mm. [2] Vyrezaný reliéf musí byť dostatočne vysoký, pretože hustejšia rezerva by sa mohla zachytávať na netlačových miestach

a následne sa preniesť na plátno cez netlačiace miesta. Na výrobu foriem sa používali rôzne dlátky v závislosti na tom, aký tvar alebo hĺbku bolo potrebné dosiahnuť. Na každej forme sú v rohoch umiestnené malé hroty (pasovacie klinčeky), ktoré sú nesmierne dôležité pre presné nasadenie vzoru, aby nanášaný vzor bol symetrický a rovnomerný. Pri viacfarebnej tlači sú tieto hroty ešte dôležitejšie, aby farebné vzory na seba dobre nadväzovali.



Obrázok 1. Ukážka drevenej formy.

Plieškové a kovové formy

Pre veľmi jemné vzory sa používali plieškové formy (obr. 2 vľavo). Využívali sa hlavne pri napodobňovaní vzoru krajky. [2] Miesta kam sa mali klinčeky vtlačiť sa vopred navrtali. Ak forma obsahovala väčšie plné plochy, tak sa vopred vyrezali a následne sa vzor dopĺňal klinčekmi a plieškami, čím vznikali kombinované dreveno-kovové formy (obr. 2 v strede). Niektorí vzorkári, ktorým sa nechcelo vyrezávať plné plochy, vyplnili priestor medzi plieškami smolnatou masou (obr. 2 vpravo). [2] Takto zhotovená forma sa následne zbrúsila do roviny a vyhladila. [2] Potom sa forma napustila šelakom, aby bola chránená a zakonzervovaná. Výhodou mosadzných foriem bolo to, že boli pevnejšie, vydržali oveľa dlhšie a hodili sa aj do perrotiny, pretože vydržali silnejší tlak. [2]



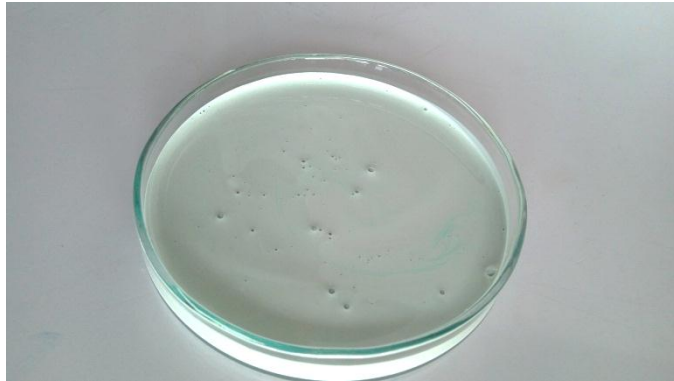
Obrázok 2. Ukážka kovovej (vľavo), kombinovanej formy(v strede), a kovovej formy (vpravo), ktorá má plochy medzi plieškami vyplnené smolnou hmotou.

Niektoré formy si vyrezávali farbiari sami. Vedeli tak lepšie pokryť požiadavky ľudu. Na výrobu foriem používali rôzne druhy dreva a preto sa objavujú aj formy z orechového, slivkového, javorového, bukového a čerešňového. [2] Formy, ktoré boli vyrábané profesionálnymi vzorkármi boli označené znakom výrobcu. Forma sa skladala z dvoch až troch vrstiev priečne poskladaných kusov dreva, aby sa predišlo zvlneniu. Na zadnej strane boli vyrezané úchyty pre lepšie držanie formy. Formy, ktoré boli vyrobené farbiarmi boli väčšinou z jedného neglejeného kusu dreva. Každá forma, ktorá bola vyrobená vzorkárom mala svoje označenie.

2.1.3 Rezerva

Rezerva je často označovaná aj ako pap alebo krycia vrstva. Táto láka má podobu šedo-modrej kašovitej hmoty (obr. 3), ktorá má za úlohu zakryť určité miesta na textílií, čím po farbení vzniká vzor. Najčastejšie vo farbe textílie. Rezerva je zmes chemických látok, ako napríklad kaolín, arabská guma, octan olovnatý, dusičnan olovnatý, síran meďnatý - tieto látky sú hlavnými zložkami rezervy. [2] Kaolín je podobný škrobu a má za úlohu rezervu zahustiť a zabezpečiť, aby sa rezerva neodlupovala a nestierala. [2] Arabská guma slúži ako spojivo a pevne spája rezervu s plátnom. [2] Rezerva taktiež obsahuje rôzne moridlá - ako

napríklad kamenec - pre trvalé spojenie farby s vláknami plátna a chemikálie (kyselina sírová, vosk alebo loj), ktoré absorbujú farbivo, aby sa nedostalo k plátnu. [2] Čím je rezerva hustejšia, tým je to lepšie, pretože výsledný vzor bude výraznejší a belší. Každý farbiar mal vlastný recept na rezervu, ktorá obsahovala hlavné zložky a ďalšie chemické látky, ktoré upravovali vlastnosti rezervy. Zloženie rezervy sa dedilo a bolo výrobným tajomstvom každého farbiara.



Obrázok 3. Roztok rezervy v Petrino miske.

Na nanášanie rezervy sa používajú drevené formy, ktoré sú popísané v predchádzajúcej kapitole. K nanieseniu rezervy na formu sa používa nádoba s názvom „šašia“. Táto nádoba má rozmery 50×50 cm, skladá sa z troch nádob, ktoré do seba navzájom zapadajú. Spodná nádoba, ktorá je zároveň aj najväčšia, má na dne škrabovú hmotu, a zaručuje pružnosť pri pritlačení formy. Stredná nádoba má dno napustené fermežou a jej funkciou je izolovať prvú a tretiu nádobu. V poslednej tretej nádobe je na dne napnuté plátno, na ktorom je v jemnej vrstve nanosená rezerva, čím sa zaručuje rovnomerné nanesenie. Tlačiar musel pred každým tlačením naniest' na formu kryciu vrstvu tým, že pritlačil formu na dno nádoby potiahnutej plátnom s rezervou. Následne sa z formy rezerva prenáša na plátno, ktoré je rozprestreté na veľkom stole, s rozmermi 1 × 5 m. [2, 3]

V miestach, kde bol dopyt po modrotlačí veľký a nestačila ručná výroba, sa vyvinula tlač tzv. „perrotinou“. [2] Tento spôsob nanášania rezervy bol rýchlejší, avšak uberal modrotlačí práve to, čo bolo na nej výnimočné. Pri použití perrotiny bolo možné používať len vybijané formy s drobnými vzormi vyhotovenými z drôtikov a plieškov. Formy boli vyrábané s rozmermi 80 × 15 cm [3] a boli často zhotovované v zahraničí. Výhodou strojovej potlače plátna bola rýchlosť, výroba v neobmedzenom množstve a minimalizovanie nepresností vplyvom nerovnomerného nanesenia rezervy. Nevýhodou bolo to, že nebolo možné potláčať

kusový tovar ako obrusy, povlečenia, plachty. Potláčať bolo možné len dlhú metráž a príprava na tlač bola pomerne zdĺhavá.

Rezerva má zásadité pH. Farbiaci roztok obsahuje síran železnatý, vďaka ktorému má tiež zásadité pH, takže rezerva dostatočne drží na plátne a neodplavuje sa. Pri vypieraní v kyseline sírovej sa pH mení na kyslé, čím dochádza k odstráneniu rezervy z plátna.

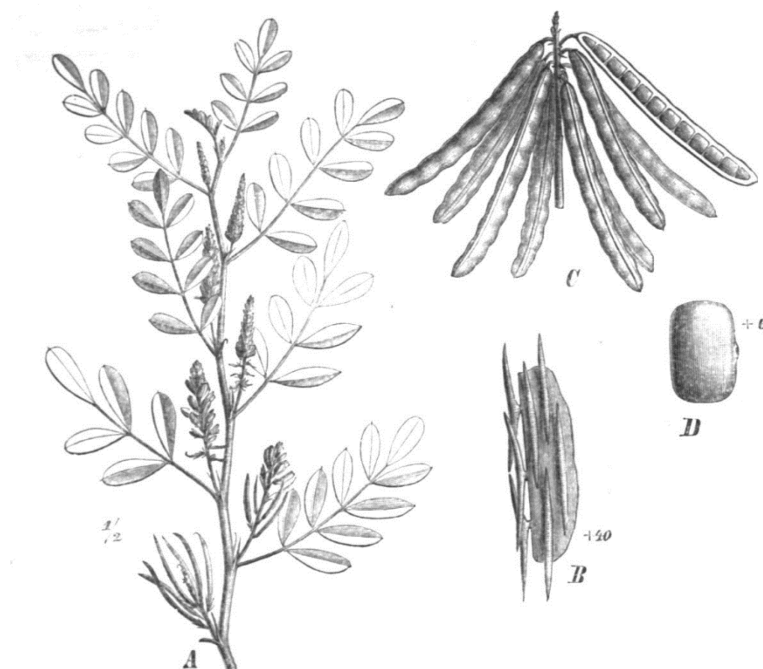
2.1.4 Indigo

Indigo je prírodné farbivo, ktoré sa získava z rastlín rodu *Indigofera*. Najznámejšia rastlina s najväčším množstvom farbiva sa nazýva *Indigofera tinctoria* (obr. 4) [8]. Táto rastlina má výšku 1-1,5 m a jej domovom je India, Čína, Indonézia a severné oblasti Severnej Ameriky. [8] Pre získanie tony prírodného farbiva, bolo potrebné zožať rastliny z viac ako jedného km². [14] V Európe sa na získavanie farbiva používal Farbovník obyčajný, avšak nemal vlastnosti indiga, ako napríklad brilantný lesk. Indigo patrí medzi kypovité farbivá. Molekuly indiga na nespájajú s vláknami, ale zachytávajú sa na povrchu akonerozpustný pigment.

*Extrakcia indiga z rastlín *Indigofera tinctoria**

Indigo sa zberá v marci alebo v apríli, 90 dní po zasiatí. Rastlina sa zberá tri krát do roka, približne v 90 dňových intervaloch. Proces extrakcie indiga začína hneď po tom ako sa úroda vloží do veľkých nádrží naplnených vodou. Extrakcia indiga z rastlín sa delí na štyri fázy. Po naplnení prvej nádrže vodou a rastlinami sa na rastliny pokladajú drevené palice, ktoré majú za úlohu držať rastliny pod vodou. Proces fermentácie (kvasenia), pri ktorom sa indican mení na indoxyl trvá celú noc. Na druhý deň nastáva druhá fáza a roztok modrozelenej farby sa vypúšťa do nádrže o stupeň nižšie, kde nastáva proces prevzdušňovania. Prevzdušňovanie má za úlohu podporiť penetráciu molekúl kyslíka a zrážanie indoxylu. Pri prevzdušňovaní sa na povrchu vytvára pena, ktorá sa musí pravidelne odstraňovať. V tretej fáze sa zrazené častice indoxylu usádzajú na dno nádrže, postupne sa nádrž vypúšťa a zrazené častice indoxylu sa z dna nádrže zberajú. Indoxyl sa zberá do veľkých medených nádob, pomocou ktorých sa varením zbavuje vody a následne sa filtruje. Vo štvrtej fáze sa filtrovaný indoxyl lisuje, aby sa odstránila prebytočná voda a suší v tieni. Následne sa lisovaný kváder reže na menšie kocky a suší sa ďalšie tri týždne. Takto zhotovené indigo sa predáva vo forme lisovaných kociek alebo v podobe prášku. [10, 15]

Postup získavania prírodného indiga sa mierne líši v závislosti na kraji a plantáži, kde sa indigo spracúva. Avšak spôsoby získavania prírodného indiga sú na rôznych plantážach veľmi podobné.

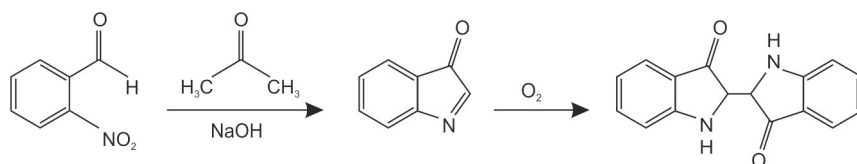


Obrázok 4. Rastlina indigovníka farbiarskeho (*Indigofera tinctoria*).

Syntetické indigo

Chemicky syntetizované indigo má rovnaké zloženie ako prírodné. Výroba a použitie syntetického indiga je jednoduchšia ako pri použití prírodného. V roku 1878 sa prvý krát podarilo v laboratórnych podmienkach syntetizovať indigo. Indigom sa často farbili námornícke uniformy, pracovné odevy a hlavne džínsy. Indigo sa tiež používalo na farbenie ľudových odevov. V 19. a v 20. storočí bola spotreba indiga vyššia ako dopyt a preto sa začalo s hromadnou syntézou indiga. [8, 14]

Indigo sa syntetizuje z 2-nitrobenzaldehydu, vody a acetónu. Chemická reakcia je znázornená na rovnici 1. K tomuto roztoku sa za stáleho miešania po kvapkách pridá roztok NaOH do alkalickéj reakcie, kým sa nezačne roztok zrážať. Chemická reakcia je endotermického charakteru a farba sa mení zo zelenej na hnedú. Zrazenina sa odfiltruje a premyje etanolom, éterom. Výsledný produkt má podobu tmavomodrých kryštálikov, alebo prášku (obr. 5). [8,14]



Rovnica 1. Syntéza indiga. [14]



Obrázok 5. Ukážka farbiva indiga vo forme prášku (vpravo) a vo forme drobných guľiek (vľavo).

2.1.5 Farbiaci roztok a proces farbenia

Farbiaci roztok inak aj kýpa je zmes chemických látok a farbiva, v ktorom sa farbiva najčastejšie prírodné textílie. Každá z modrotlačových dielní mala vlastnú receptúru na jeho prípravu. V minulosti sa receptúra prísne strážila a predávala z farbiara na farbiara. V dnešnej dobe receptúra už nie je tak strážene tajomstvo ako predtým, preto je možné dohľadať niekoľko receptúr s pomermi jednotlivých zložiek v literatúre. Každý výsledný farbiaci roztok bude mať iný odtieň. Preto je správne nemiesanie roztoku a taktiež rezervy priam alchýmiou a úspech často závisí na skúsenostiach farbiara. Obecne však farbiaci roztok obsahuje okrem indiga, síran železnatý (zelená skalica) a hydroxid vápenatý (hasené vápno). Zelená skalica (síran železnatý) plní funkciu moridla, oxidujúcej substancie a dáva farbiacemu roztoku zásadité pH. [2] Takto zmiešaný roztok musí určitú dobu stáť, aby sa všetky zložky spojili. Pripravený farbiaci roztok je môže používať zopár rokov avšak po niekoľkých farbeniach je potrebné dopĺňať jednotlivé zložky, pretože sa pri farbení vyčerpávajú. Množstvo dodaných chemikálii záviselo od farbených produktov a skúseností farbiara. Pridávané chemikálie sa musia vopred zmiešať a až po určitej chvíli sa prilievajú k farbiacemu roztoku do farbiacej nádoby. Keď sa roztok úplne vyčerpá (ak aj po doplnení zložiek farbí nedostatočne) musí sa vymeniť. K vyčerpaniu roztoku dochádza nie len vplyvom farbenia, ale aj vplyvom reakcie

jednotlivých zložiek na vzduchu a medzi sebou za vzniku tzv. solí, ktoré sa usadzujú v nádrži. Preto je potrebné celú nádrž vyčerpať, vyčistiť a pripraviť nový farbiaci roztok. Rostok sa zrazí a vytvorí sa žltozelená tekutina (indigobel') [2], ktorá na vzduchu zmodrie. Na povrchu sa vytvára pena, ktorú je potrebné pred farbením odstrániť, pretože pri vyberaní plátna by sa mohla nalepiť na plátno a zabrániť kontaktu so vzduchom, čím by sa zabránilo oxidácii a vznikali by fľaky. Pravé indigo bolo dostupné vo forme hrudy, ktorá sa najprv musela rozomlieť na jemný prášok, až následne sa mohlo použiť. Pre uľahčenie spracovania tuhého indiga na prášok sa začiatkom 20. storočia kupovalo indigové cesto [3], ktoré sa použilo do farbiaceho roztoku. Jeho nevýhodou bolo, že obsahovalo menej modrilu, teda farbiacej zložky [2].

Na farbenie sa najčastejšie používala drevená kadľa, pretože v nej roztok najlepšie kvasil. [2] Nádoby z iných materiálov (železná, medená) mohli reagovať s kýpov a meniť tak výsledný odtieň. Preto musel byť materiál nádob neutrálny. Neskôr, začiatkom 20. storočia sa začali uprednostňovať betónové nádoby, ktoré mali hĺbku 2-2,5 m. Nádoby museli byť dostatočne hlboké, aby v nich bolo možné farbiť plátno na šírku a aby plátno nerozvírilo usadeniny na dne nádoby. Nad každou nádobou bol umiestnený ráf, ktorý má tvar železnej obruče s háčikmi na ktoré sa upevňovalo plátno a následne sa spúšťal do nádoby s farbiacim roztokom. Farbenie sa počíta na ponorenia - cúgy [2]. Farbiar mohol počtom ponorení čiastočne meniť výsledný odtieň. Čím viackrát bolo plátno ponorené vo farbiacom roztoku, tým bol odtieň tmavší.

Okrem počtu ponorení, je taktiež dôležitý čas pôsobenia kyslíka, teda doba oxidácie na farbenú textíliu medzi jednotlivými farbeniami. Ak je čas pôsobenia vzduchu krátky, nedochádza k dostatočnému zoxidovaniu a pri opätovnom ponorení sa oxidácia zastaví a na plátno vznikajú farebné škvرنy. Taktiež je potrebné, aby sa vytiahnuté plátno na seba nelepiť, pretože by nedochádzalo ku kontaktu vzduchu a oxidácia by neprebíhala.

Viacfarebná tlač

Začiatkom 19. storočia sa chceli modrotlačári vyrovnáť továrenskej výrobe, preto začali vyrábať viacfarebnú modrotlač. [3] Farebný efekt docielili pomocou syntetických farbív, ktoré boli pridané do rezervy a následnou úpravou farbiaceho roztoku, preto mali v dielňach aj viac nádob s farbiacim roztokom. [3] Farebnú modrotlač bolo možné vyrábať so žltými, zelenými či oranžovými vzormi. [3] Ich kombináciou sa vytvárala viacfarebná tlač. Upravenú farebnú rezervu bolo možné navzájom kombinovať. Dnes sa už na farebnú modrotlač

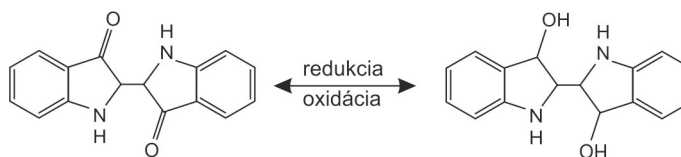
nepoužíva modifikovaná rezerva, ale vopred nafarbené plátno, ktoré sa potlačí rezervou a zafarbí. Postup je rovnaký ako pri použití bieleho plátna.

Passerová tlač

Pri tzv. passerovej tlači vzniká bielo svetlomodrý vzor, kedy sa pomocou mosadznej formy nanesie rezerva (vzniká biely vzor) a po niekoľkých zafarbeniach a usušení sa nanesie drevenou formou druhá vrstva rezervy a znova sa plátno farbí. Po vypraní na plátne vznikajú biele a rôzne modré vzory. [2]

Chemická reakcia pri farbení

Indigo je farbivo nerozpustné vo vode. Aby ho bolo možné rozpustiť vo vode musí prejsť redukciou. Redukciou v roztoku sa indigo mení na leuko-indigo. Po vytiahnutí textílie z roztoku začína proces oxidácie, leuko-indigo sa spája s kyslíkom a opäť mení na nerozpustné indigo (rov. 2). [14]



Rovnica 2. Chemické reakcia premeny nerozpustného indiga na rozpustný indigobel' a späť do nerozpustnej formy.[15]

2.1.6 Pranie, konečná úprava a starostlivosť o modrotlač

Po zafarbení sa plátno plákal v tzv. ostrej vode, čo bol slabý roztok kyseliny sírovej. To malo za úlohu rozleptať a odstrániť rezervu a prebytočné farbivo. Vplyvom kyseliny sírovej sa pH roztoku zmení na kyslé a keďže rezerva má zásadité pH, vymyje sa. Čím viac sa nafarbená látka perie, tým dostáva krajší odtieň. Následne sa plátno perie v čistej vode, aby sa zbavilo všetkých chemikálií a usuší sa.

Vysušené plátno sa mangľuje. Čím je mangel ťažší, tým je výsledné plátno lesklejšie a vzor výraznejší. Kedysi bol mangel poháňaný pomocníkmi, neskôr ich nahradili kone. V dnešnej dobe je mangel elektrický.

V minulosti sa mangľované plátna používali na výrobu slávnostných odevov pre ich vysoký lesk. Vzhľadom na to, že praním by sa lesk odstránil sa tento druh oblečenia pral čo najmenie. [16]

2.2 Čo sa vyrábalo z modrotlače a kde je možné ešte modrotlač vidieť

Najčastejšie sa farbené plátna používali na výrobu sukni a súčastí väčšinou ženských krojov. Ďalej sa šili rôzne zástery, šatky, kabátiky. Najčastejšie sa modrotlač používala na šitie dámskeho odevu, na pánsky odev sa takmer vôbec nepoužíva. Okrem odevu sa modrotlač používa aj v interiéri. Vyrábali sa rôzne obliečky, závesy či prestierania. Dnes je škála výrobkov z modrotlače veľmi veľká. Potlačená metráž sa predáva koncovým zákazníkom, ktorý z nej vyrábajú množstvo produktov, ako napr. rôzne odevy a odevné doplnky, zástery, obrusy, obliečky, tašky, šperky, hračky zvierat, rôzne vianočné či veľkonočné ozdoby. Taktiež sa vyrábajú kalendáre, avšak na ne je potrebné vytvoriť osobitné formy. Niektoré zákazky pracovníci v dielňach prispôbujú zákazníkovi, čím rozširujú svoje portfólio produktov a dokážu tak pokryť väčšinu požiadaviek zákazníkov. [16]

Dnes je možné modrotlač vidieť hlavne v múzeách. Taktiež je možné si dohodnúť prehliadku dielni po predchádzajúcej dohode a vidieť tak proces farbenia.

2.3 Potláčanie a farbenie textílie

Potláčanie rezervou

Vopred vyprané a naškrobené plátno sa rozprestrie na veľký stôl, na ktorom sa nanáša rezerva. Naškrobené plátno sa lepšie farbí a potláča, pretože je tuhšie a nekrčí sa. Stôl, na ktorom sa nanáša rezerva je potiahnutý súknom, aby bol zaručený dobrý prenos rezervy. Na formu sa nanáša rezerva z šašie a následne prikľadá na plátno. Po forme sa poklepe päšťami, aby sa prenieslo čo najviac rezervy. Pred každým potlačením sa na formu musí naniesť nová vrstva rezervy. Pre zabezpečenie pravidelne opakujúceho sa vzoru sú na forme v rohoch umiestnené pasovacie klinčeky, na ktoré sa pasuje každý ďalší otláčok formy. Takéto nanášanie rezervy je často fyzicky náročné, hlavne pri použití väčších a ťažších foriem, alebo pri potláčaní hrubšieho plátna. Rezerva sa drží len na povrchu vlákien, nie v ich štruktúre, to znamená, že plátno je potlačené len z jednej strany a druhá strana je po farbení cela zafarbená. Preto je veľmi dôležitá adhézia rezervy na plátno. Pri nanosení väčšieho množstva môže rezerva preraziť na druhú stranu plátna. Keď je celé plátno potlačené, zavesí sa na tyče a nechá sa poriadne preschnúť. Schnutie rezervy trvá 5-10 dní, v závislosti na druhu a množstve rezervy a na type plátna. Rezerva musí byť na plátno dobre prichytená, inak by sa pri farbení mohla odplaviť a zafarbili by sa miesta, ktoré nemajú byť zafarbené. Keď je rezerva dostatočne suchá a prichytená na vláknach, je možné začať proces farbenia.

Farbenie v roztoku indiga

Potlačené a vysušené plátno sa napne na ráf, ktorý sa spustí do farbiaceho roztoku. Proces farbenia má dve fázy. V prvej fáze sa plátno máča vo farbiacom roztoku po dobu asi 5 minút (čas farbenia závisí na zložení farbiaceho roztoku a druhu farbeného plátna), aby vlákna nasali farbiaci roztok. V druhom kroku sa plátno vytiahne von, kde prebieha proces oxidácie na vzduchu. Tento proces trvá 5-15 minút - závisí na množstve nasiaknutého roztoku. Postup farbenia sa niekoľko krát opakuje v závislosti na výslednom odtieni.

Po zafarbení sa plátno niekoľkokrát perie vo vode a v slabom roztoku kyseliny sírovej, aby sa vymyla rezerva, nezoxidovaný farbiaci roztok a prebytočné chemikálie použité pri procese farbenia. Následne sa plátno vysuší a mangľuje. Takto spracované plátno je pripravené na ďalšie spracovanie. Niekedy sa modrotlač upravovala voskovaním, vďaka čomu textílie získali estetickjší vzhľad [9].

3. Simulácia modrotlače na digitálnom stroji Textile Jet Tx2-1600

Textile Jet Tx2-1600

Tlačiareň Textile Jet Tx2-1600 (obr. 6) je digitálna tlačiareň, určená na potlač textilu. Táto tlačiareň pracuje na princípe DOD. To znamená, že kvapky sa generujú na požiadanie, len vtedy kedy to vyžaduje tlačený motív. Digitálnou tlačiarňou je možné potláčať textil ôsmimi farbami, klasicky CMYK + oranžová, sivá, červená a modrá. Tlačiareň pracuje s reaktívnymi farbami, ktoré sa používajú pri potlačí vlny, bavlny, hodvábu alebo viskózy. Textília sa pred tlačou musí povrchovo upraviť a natočiť na kotúč. Je možné potláčať aj menšie kusy textilu, ako napríklad 100 × 50 cm (menšie však nie). Hrúbka potlačanej textílie sa pohybuje medzi 0,1 a 7 mm. Tlačiareň disponuje 8 tlačovými hlavami s 360 alebo 180 tryskami pre každú farbu. Maximálnay šírka tlače je 1 620 mm a je možné potláčať textílie priamo z kotúča. [18, 19,20]



Obrázok 6. Digitálna tlačiareň Textile Jet Tx2-160. [20]

Príprava textílie

Pred tlačou na digitálnom stroji sa na textíliu musí naniesť impregnačný roztok, ktorý má za úlohu vyhladiť nerovnosti a zlepšiť prijímanie tlačovej farby. Aby bolo nanášanie impregnačného roztoku rovnomerné, nanáša sa na špeciálnom laboratórnom prístroji medzi dvoma valcami s dostatočnou rezervou impregnačného roztoku. Impregnačný roztok sa nanáša v pomere 1:1. To znamená že sa nanáša rovnaká hmotnosť impregnačného roztoku,

akú má impregnovaná textília. Po zaschnutí impregnačného roztoku sa textília vyžehlí, aby sa zbavila všetkých nerovností. Takto spracovaná textília je pripravená na tlač. [18].

Tlač, farby a zafixovanie tlače

Pripravený tlačový motív sa pošle do RIP jednotky, ktorý spracuje dáta pre tlačiareň a začne tlač.

Pre potlač na digitálnom stroji Textile Jet Tx2-1600 sa používajú reaktívne farby. Týmito farbivami sa potláča bavlna, viskóza a zmesové textílie, ktoré sú stále a rovnomerné. Farbivo obsahuje chromofor, čo je skupina atómov, ktoré spôsobujú rozpustnosť jednej alebo viacerých reaktívnych skupín. Fixácia farbiva na textílii sa robí pomocou teploty za prítomnosti alkalických rozpúšťadiel. Farbivo sa spája s textilnými vláknami veľmi pevne, vďaka čomu tlač vykazuje vysokú odolnosť pri praní. Proces farbenia sa skladá z troch fáz. Prvou je potláčanie, kedy sa farby aplikujú na textíliu, v ďalšej etape sa farby musia zafixovať pomocou pary a v poslednej tretej fáze nastáva pranie, kedy sa vyperie prebytočné farbivo. [18,14]

4. Popis testov, ktorým sa vzorky podrobili

Všetky zhotovené vzorky sa podrobili celkom 5-tim testom. Oderu pre zistenie odolnosti zafarbenia odieraním. Praniu na zistenie miery sprania farbených vzoriek a miery zafarbenia bielych vzoriek. Svetlostálosti pre zistenie odolnosti voči žiareniu. Teplotálosti, kde sa zisťovala odolnosť voči vysokým teplotám pri žehlení. Posledným testom sa zisťovala zmena hmotnosti a hrúbky nefarbených a farbených vzoriek. Vzorky majú rôzne rozmery v závislosti na tom akým skúškam sa podrobili. Na každý typ látky sa vytlačil pomocou sieťotlače, flexotlače a digitálnej tlače skúšobný obrazec ktorý sa vyhodnocoval vizuálne. Princípy a postupy jednotlivých testov sú popísané nižšie. Výsledky všetkých testov sú v experimentálnej časti.

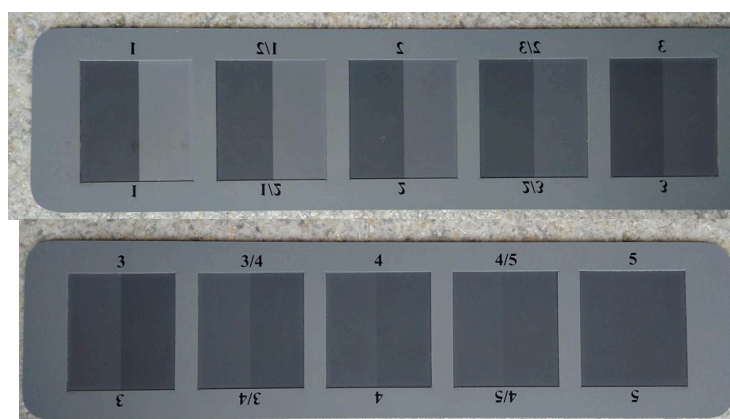
Test praním

Test spočíva v praní farbených vzoriek spolu s bielymi vzorkami a sledovaním miery sprania farbených a miery zafarbenia bielych vzoriek. Testované vzorky o veľkosti 10 × 4 cm sa šitím spoja s ďalšími dvoma vzorkami bielej látky. Presne stanovený druh bielej vzorky je uvedený v norme ISO 105-C10:2006 (E). Test sa vykonáva pri teplotách, 40°C, 60°C a 90°C a celkom sa opakuje 5 krát. Zmena farebnosti vzoriek sa hodnotí po prvom, treťom a piatom praní. Vzorky sa testujú v prístroji Gyrowash (obr. 7), kde sa perú rýchlosťou 40 otáčok za minútu. Týmto prístrojom je možné prať naraz 20 vzoriek avšak každá má osobitnú nádobu, čím sa navzájom neovplyvňujú. Pre každé pranie sa musí pripraviť mydlová voda. Množstvo mydlovej vody závisí na hmotnosti všetkých praných vzoriek pri danej teplote. Obecne platí pomer 50 ml mydlovej vody na 1g vzorky. Napríklad pre 15 vzoriek o hmotnosti 34 g sa musí pripraviť 1,7 l mydlovej vody. Na prípravu sa používa ECE Phosphate reference detergent (B) bez optických zjasňovačov v pomere 5g na liter destilovanej vody. Pripravená mydlová voda rozdelí do 15-tich nerezových nádob so vzorkami, uzavrie a upevní na hriadeľ do pračky (obr. 6). Pri príprave mydlovej vody pre vyššie teploty (60°C a 90°C) sa do roztoku pridáva sóda v pomere 2 g na liter. Pri teplote 40 °C sa sóda nepoužíva.

Po ukončení testu sa všetky vzorky vysušia a vyhodnocujú pomocou spektrofotometru alebo dvoch šedých škál (obr. 8 a 10).



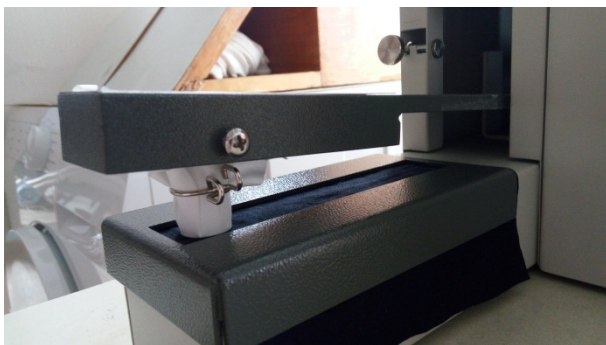
Obrázok 7. Prístroj Gyrowash, na ktorom sa testované vzorky prali. [20]



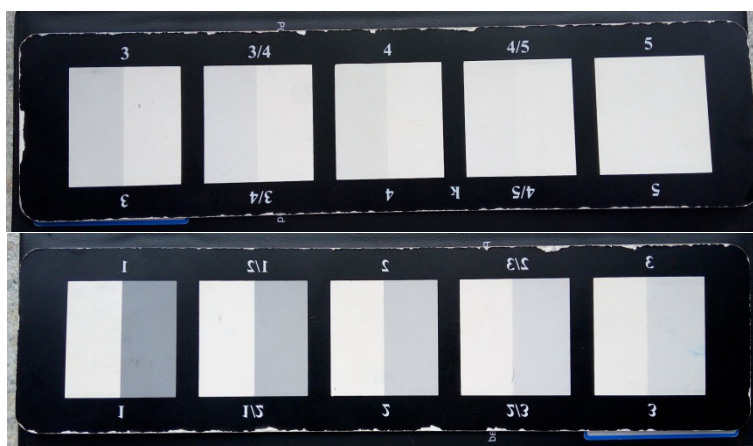
Obrázok 8. Šedá škála (šedo-čierna).

Test oderu

Test oderu sa vykonáva na prístroji Electronic Crockmeter M238BB, ktorý je zobrazený na obrázku 9. Prístroj pozostáva z ramena, na ktorom je valec s priemerom 16 mm, na ktorom je pripevnená biela vzorka látky, ktorá pomaly odiera farbenú vzorku po dráhe dlhej 10 cm a pôsobí silou 9N. Testovaná vzorka je pripevnená k stolíku pod ramenom, na ktorom je umiestnený valec s bielou vzorkou látky. Tento test sa vykonáva v dvoch variantoch, pri prvýkrát sa raz odiera suchou bielou vzorkou a druhý krát mokrou bielou vzorkou. Pomocou šedej škály (šedo-biela) sa vyhodnocuje miera zafarbenia bielej vzorky. Šedá škála (obr. 10) obsahuje 9 stupňov od 1 - 5 s polovičnými medzistupňami, kde číslo 5 nepredstavuje zmenu a číslo 1 predstavuje úplne zafarbenie bielej látky. Veľkosť plochy, ktorou sa vzorky odierajú, sa stanovuje podľa druhu vlákien. Pre textilie, ktorým odstavajú vlákna (vlna, kožušina, koberec) sa používa k oderu plocha 19×25 mm a pre ostatné textilie (ľan, bavlna, zmesové hladne látky) sa používa kruhová plocha o priemere 16 mm. [21]



Obrázok 9. Prístroj na testovanie oderu.



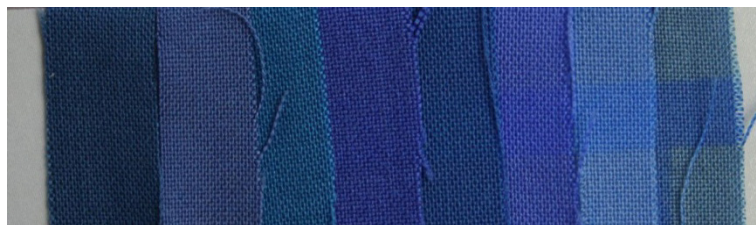
Obrázok 10. Šedá škála (šedo-biela).

Test svetlostalosti

Vzorky, upevnené na stojanoch sa po dobu 72 hodín vystavujú umelému svetlu v prístroji Xenotest Alpha (obr. 11). Jedna hodina simulácie na tomto prístroji odpovedá 24 hodinám. Vzorky sa vyhodnocujú vizuálne pomocou modrej škály (obr. 12) alebo vizuálne. Modra škála pozostáva z ôsmych pruhov vlnenej látky, ktoré sú farbené rôznymi modrými farbivami, ktoré sú stanovené v norme ISO 105-B02:1994(E). [23]



Obrázok 11. Xenotest Alpha, na ktorom sa simulovala svetlostílosť vzoriek.



Obrázok 12. Modra škála.

Test odolnosti na teplo

Týmto testom sa skúma vplyv tepla sa farbené vzorky. Tento test sa vykonáva pomocou termotransferového lisu. Vzorky o veľkosti 4×4 cm sa pri testovaní vystavili 10 sekúnd teplotám: 120°C, 135°C, 150°C, 165°C, 180°C.

Zmena váhy a hrúbky farbených a nefarbených vzoriek

Vzhľadom na to, že pri farbení látka nasaje farbiaci roztok indiga, tento test skúma zmenu hrúbky a váhy vzoriek pred a po farbení. Pri meraní váhy sa 10 farbených a nefarbených vzoriek s rozmermi 4 × 4 cm zváži a spriemeruje. Hrúbka pred a po farbení sa meria na 5-tich miestach.

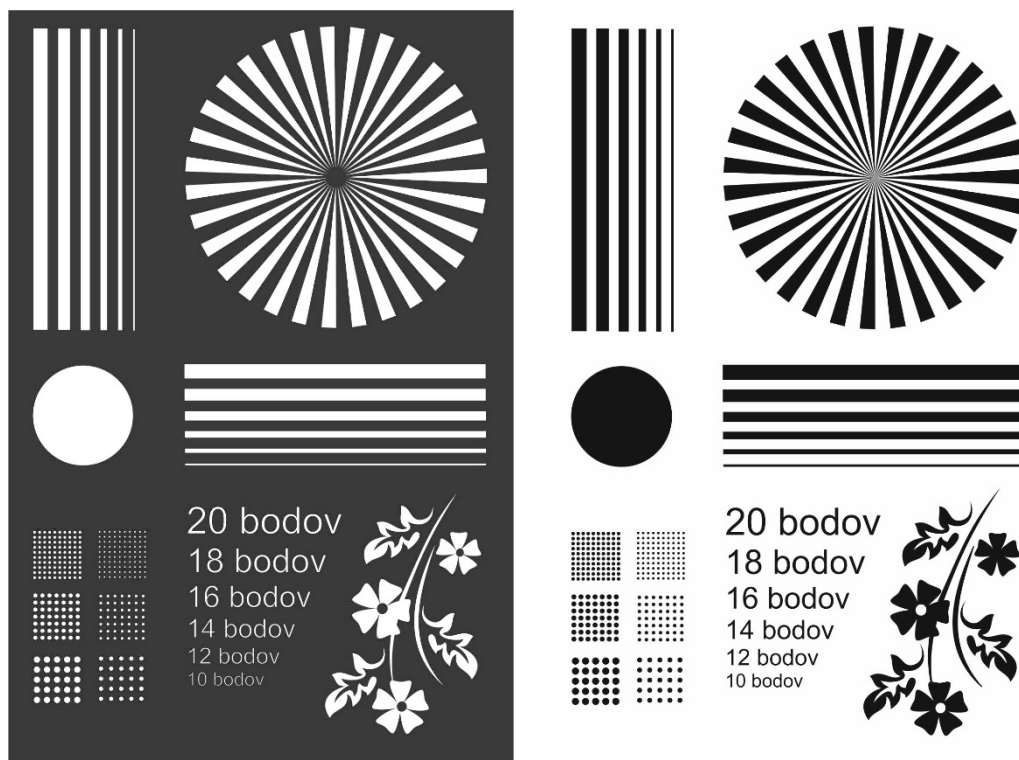
5. Experimentálna časť

5.1 Nanášanie rezervy

Textília bola pred nanášaním rezervy praním zbavená nečistôt. Nanášanie rezervy sieťotlačou a flexotlačou prebiehalo v priestoroch školy na Katedre polygrafie a fotofyziky. Vzorky sa po zaschnutí rezervy zošili a farbili postupom popísaným vyššie v priestoroch modrotlačovej firmy, za pomoci pracovníkov modrotlačovej dielne v Strážnici. Kvôli jednoduchšej manipulácii a urýchleniu procesu farbenia bolo nutné zošitie všetkých vzoriek. Celkom sa textílie farbili sedem krát. Následne boli vyprané v slabom roztoku H_2SO_4 a v čistej vode. Takto vytvorené vzorky sa po vysušení podrobili testom, ktoré sú popísané v experimentálnej časti tejto práce.

5.2 Testovací obrazec

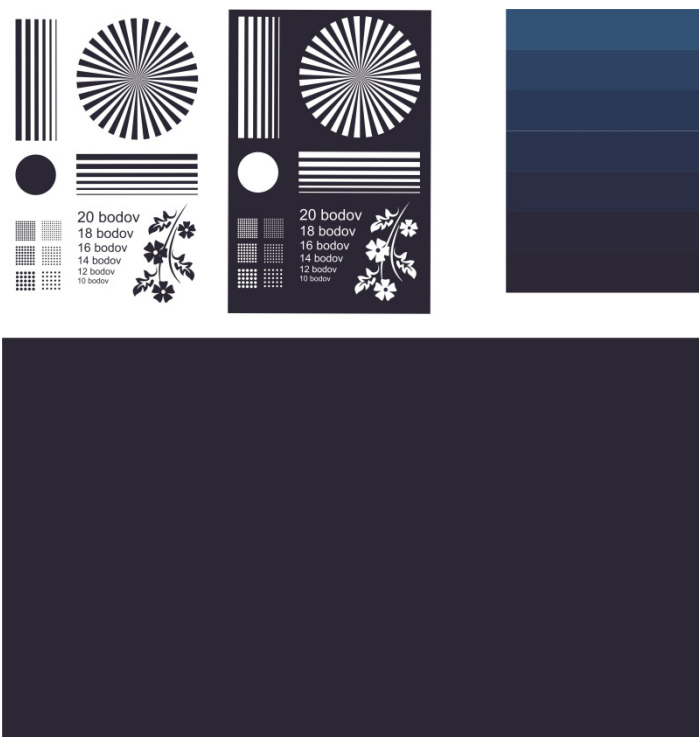
Pre vyhodnotenie kvality nanesenia rezervy klasickými konvenčnými technikami na päť druhov textílií sa zhotovil testovací obrazec (obr. 13). Rezerva je nanášaná sieťotlačou a flexotlačou. Pre obe techniky sa použil rovnaký testovací obrazec. Na ploche 10×15 cm sa nachádza niekoľko prvkov, pomocou ktorých sa vyhodnotí kvalita. Obrazec obsahuje ukážku textu o veľkosti 20, 18, 16, 14, 12 a 10 bodov pre porovnanie schopnosti reprodukcie textu, horizontálne a vertikálne čiary o šírke 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 a 3 mm, na ktorých sa vyhodnotí celkový tvar a ostrosť hrán. Siemensová hviezda a rastrové (sieťové) polia s plošným pokrytím 20 % a 40 % a lineatúrou 10, 7 a 5 liniek/cm pre vyhodnotenie rozlíšenia. Ďalej obrazec obsahuje modrotlačový motív a plnú plochu. Testovací obrazec sa vyhodnotí vizuálne. Vyhodnotenie testovacieho obrazca je popísané v kapitolách nižšie.



Obrázok 13. Negatívny a pozitívny testovací obrazec.

5.3 Tlač na digitálnom tlačovom stroji

Pre tlač sa použili rovnaké obrazce aké sa použili pri nanášaní rezervy sieťotlačou a flexotlačou. Ďalej sa zhotovila škála pozostávajúca z jednotlivých farbení (simulácia vernosti reprodukcie farieb, pri farbení indigom) na príslušnej textílii. Taktiež bolo potrebné zhotoviť plné potlačené plochy, ktoré sa použili pri testovaní, aby sa následne mohli porovnávať s modrotlačou. Tlačený obrazec je znázornený na obrázku 14. Do takto pripraveného obrazca sa následne vkladali $L^*a^*b^*$ hodnoty a tlačové dáta sa poslali do RIP jednotky. Po vykonaní tlače je potrebné farbu na textílii zafixovať a to sa robí pomocou pary. Po zafixovaní je potrebné ešte textílie vyvariť v horúcej vode a následne vymyť v studenej vode. Tým sa vyplaví prebytočné nezafixované farbivo vymyje sa impregnačný roztok.



Obrázok 14. Obrázec tlačný na digitálnom tlačovom stroji.

5.4 Použité materiály

Vzorky boli vyhotovené na piatich druhoch textílií. Keďže modrotlač by sa mala robiť na prírodné textílie, bola použitá bavlnená a ľanová textília a textília, ktorú si modrotlačová dielňa v Strážnici necháva vyrábať na zákazku. Ďalšie dve tkaniny majú zmesové zloženie, to znamená, že jedna tkanina je tvorená z 80% bavlnou a z 20% polyestrom a druhá tkanina je tvorená z 95% bavlnou a z 5% elastanom. Jednotlivé textílie boli označené písmenami (tab. 1), pre lepšie rozlíšenie. Týmito zmesovými tkaninami sa zistí vplyv podielu umelých vlákien na farbenie a či vôbec bude možné tkaniny s umelými vláknami farbiť a ako bude výsledný produkt vyzerat’.

Tabuľka 1. Označenie použitých textílií.

Označenie látky	Zloženie látky	Hmotnosť, povrchová úprava	Spôsob získania látky
A	100 % ľan	240 g/m ² , pred farbením vypraná	internetový obchod
B	100 % bavlna	156 g/m ² pred farbením vypraná a škrobená	modrotlačová dielňa
C	100 % bavlna	145 g/m ² , pred farbením vypraná	internetový obchod
D	95 % bavlna, 5 % elastan	200 g/m ² , pred farbením vypraná	internetový obchod
E	80 % bavlna, 20 % PES	280 g/m ² , pred farbením vypraná	internetový obchod

5.4 Nanášanie rezervy pomocou klasických tlačových techník

Pre nanesenie rezervy sa použila technika sieťotlače a flexotlače. V nasledujúcich kapitolách je popísaný postup nanášania rezervy, výhody, nevýhody a problémy ktoré pri nanášaní vznikli.

5.4.1 Sieťotlač

Sieťotlač je technika tlače, pri ktorej sa farba pretláča sitom, na ktorom je umiestnená šablóna. Šablóna je na site stranovo správne, teda čitateľne. Na pretláčanie farby sitom sa používajú stierky, rôzneho tvaru, hrúbky a mäkkosti. [24]

Pri nanášaní rezervy sieťotlačou boli použité 4 sitá o rôznej hustote vlákien na centimeter, 34, 43, 55 a 120. Taktiež je dôležitá hrúbka neseje rezervy. Hrúbka sitoviny sa pohybuje v rozmedzí 173 - 70 μm . Pri nanášaní rezervy pomocou prvých troch spomenutých sít nastal problém pretekania rezervy sitom. Ďalším problémom sa ukázala rýchlosť zasychania rezervy. Po prvom výtlačku sa na site zanesli detaily a na ďalších výtlačkoch už neboli viditeľné. Pre upravenie rýchlosti zasychania rezervy sa použil spomaľovač, ktorý však nemal na rezervu žiadny vplyv. Rezerva na site je na obrázku 15.

Na každú tkaninu sa naniesla rezerva pomocou všetkých sít. Prvý výtlačok bol vždy najkvalitnejší. Pri druhom výtlačku boli vplyvom rýchleho zaschnutia rezervy zanesené detaily na sitovine, takže nie všetky detaily boli viditeľné. Pre elimináciu tohto problému sa použil spomaľovač, ktorý na rezervu nemá vplyv. S každým ďalším výtlačkom boli detaily menej viditeľné. Pri použití sita o hustote 120 nití na cm bol tento problém eliminovaný, a detaily boli viditeľné aj po viacerých výtlačkoch, Po zanesení tlačových miest je potrebné sito vyčistiť a začať potláčať znova. Z tohto zistenia vyplýva, že použitie sieťotlače je ideálne pre menší počet výtlačkov, nie na hromadnú výrobu.



Obrázok 15. Rezerva nanosená na sitovine.

5.4.2 Flexotlač

Flexotlač patrí medzi tlač z výšky, teda farba sa prenáša z vyvýšených miest na reliéfnej forme. Pri nanášaní rezervy drevenými formami sa využíva rovnaký princíp. Pri flexotlači sa používa fotopolymérna forma, ktorá je pripevnená na formový valec. Na formu sa nanáša farba z aniloxového valca, ktorý je pokrytý jamkami, do ktorých sa z farebníka dostane farba a transportuje sa na formu.[24]

Nanášanie rezervy pečiatkovaním

Rezerva je na textíliu nanášaná dvoma spôsobmi. Prvým spôsobom bolo klasické pečiatkovanie, to znamená, že forma nalepená na tvrdej podložke (obr. 16 vľavo) sa namočila do rezervy a následne sa priložila na textíliu. Pri voľnom namočení sa rezerva odtrhávala čo malo za následok na výslednom otlaku efekt vlnitých alebo nevyfarbených čiar (obr. 16 vpravo).

Druhým problémom bolo nanesenie nadmerného množstva rezervy na formu, čím dochádzalo k vytlačeniu rezervy vyvýšenými tlačovými miestami na výtlačku. Pri spôsobe nanášania rezervy prikladaním formy na plátno nasiaknuté rezervou boli tieto efekty mierne eliminované, avšak stále nie dostatočne. Skoro k úplnej eliminácii nadmernému naneseniu rezervy, došlo pri roztretí rezervy medzi dvoma gumenými valčekmi a nasledovnému naneseniu na formu a z nej na textíliu.



Obrázok 16. Forma vytvorená na nanášanie rezervy pečiatkovaním (vľavo). Ukážka tlače pečiatkovaním (vpravo).

Rotačné nanášanie rezervy

Pre rýchlejšie a čo najpodobnejšie nanášanie rezervy flexotlačou sa zhotovila konštrukcia zo stavebnice Merkur. Táto konštrukcia sa skladala z troch valcov (obr. 17). Jeden z valcov plnil funkciu formového valca a ostatné dve roztierali a nanášali rezervu na formový valec. Pre vytvorenie medzery medzi valcami sa po obvode valcov použil papier o plošnej hmotnosti 120 g/m^2 s hrúbkou $0,14 \text{ mm}$, čo znamená, že medzi valcami bola medzera približne $0,28 \text{ mm}$. Pre zistenie optimálnej medzery medzi valcami sa skúmali papiere o rôznej gramáži a fólie o rôznej hrúbke.



Obrázok 17. Konštrukcia zo stavebnice Merkur, ktorá bola použitá pri rotačnom nanášaní rezervy.

Napriek tomu, že pre obe tlačové techniky bola použitá rovnaká rezerva, bez žiadnych ďalších úprav, nanášanie prebiehalo pomerne dobre. Avšak najväčší problém bol s povrchovým napätím rezervy a fotopolymérnej formy. Povrchové napätie týchto dvoch látok bolo natoľko rozdielne, že sa rezerva zhlukovala a na forme tvorila „jazierka“, ktoré sa následne preniesli na výtlačok vo forme vlnitých čiar. Po konzultácii Ing. Syrovým [25] sa rezerva upravila povrchovo aktívnou látkou sodiumdodecylsulfát (SDS) a čistiacim prostriedkom s obsahom PAL.

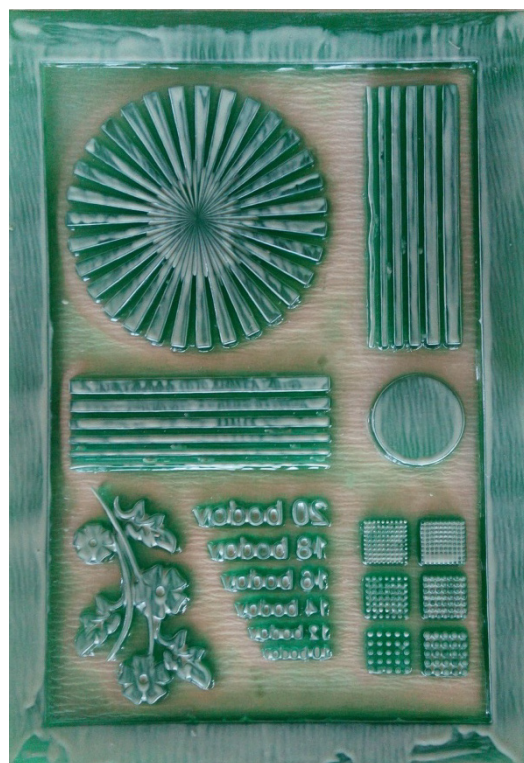
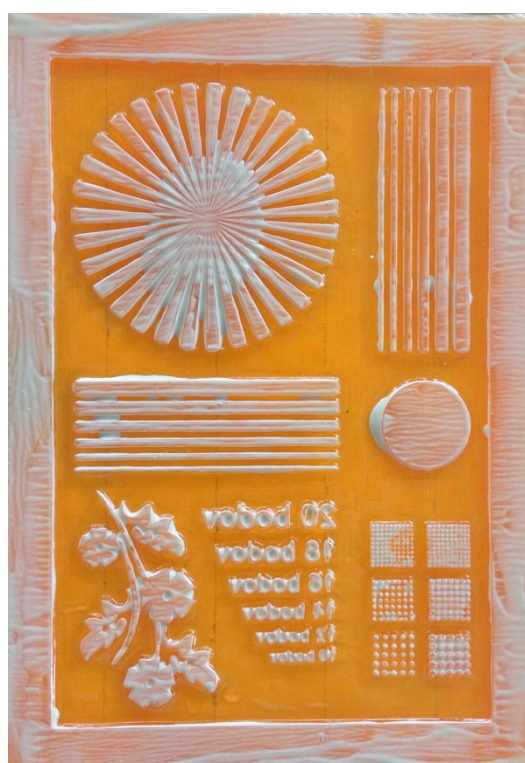
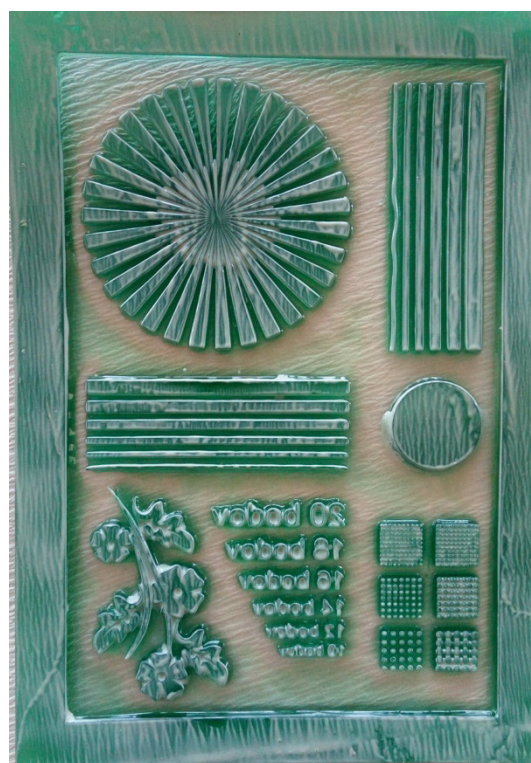
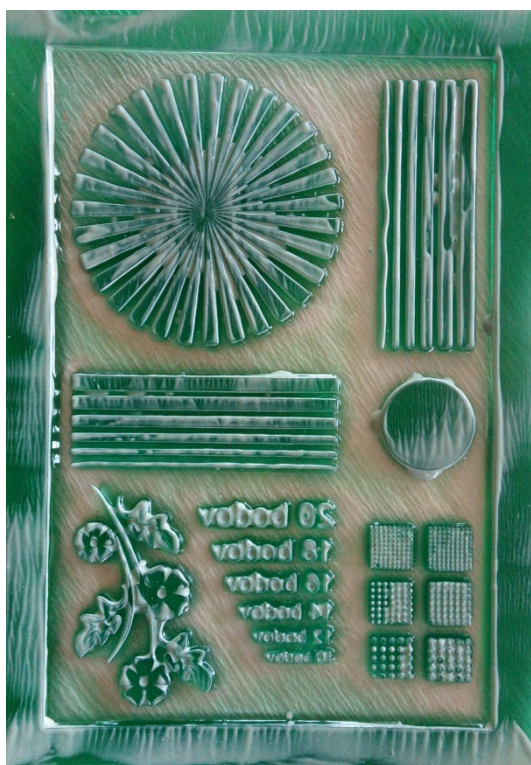
Povrchovo aktívne látky

Povrchovo aktívne látky, inak aj tenzidy, tendioaktívne látky, sú látky, ktoré dokážu znižovať povrchové napätie. Tieto molekuly sa skladajú z dvoch častí, hydrofilnej (polárnej zložky) a hydrofóbnej (nepolárnej zložky), čo dáva týmto látkam schopnosť vytvárať spojenie medzi týmito zložkami a znižovať tak povrchové napätie.

Úprava povrchového napätia

Ako prvé sa pre úpravu povrchového napätia rezervy použila jar. Jar je zmes aniontových (5-15%) a neionových (menej ako 5%) povrchových látok. Pre úpravu rezervy bol použitý pomer 150g rezervy a 1,5g čistiaceho prostriedku. Po dôkladnom premiešaní sa takto upravená rezerva naniesla na gumený valček pomocou ktorého sa nanášala na fotopolymérnu formu. Už pri nanášaní rezervy na valček bol viditeľný rozdiel oproti neupravenej rezerve. Zatiaľ čo rezerva upravená čistiacim roztokom sa na gumenom valčeku držala rovnomerne neupravená rezerva sa zhľukovala. Rovnako to bolo aj pri použití SDS ako PAL. Po nanosení rezervy valčekom na fotopolymérnu formu sa začala rezerva zhľukovať a vytvárať čiary (obr. 18 dole vľavo).

Sodiumdodecylsulfát je iontová, biela kryštalická povrchovo aktívna látka, ktorá sa používa vo veľkom množstve hygienických prostriedkov, ako sú napr.: prostriedky na čistenie podlahy a aut, alebo v menších koncentráciách sa používa v zubných pastách, šampónoch alebo penách na holenie. [26]. Pre povrchovo aktívnu látku SDS boli vytvorené dva pomery. Prvý 165g rezervy a 2,3g SDS a druhý 230g rezervy a 2,3g SDS. Po dôkladnom premiešaní sa SDS rozpustil v rezerve a tá sa stala mierne viskóznejšou. Rezerva sa po nanosení na gumený valec držala rovnomerne. Po prenose na fotopolymérnu formu sa začala mierne zhľukovať v oboch namiešaných pomeroch (obr. 18 hore). Jednotlivé výtlačky sú analyzované v kapitole Vizualne vyhodnotenie testovacieho obrazca.



Obrázok 18. Rezerva nanosená na fotorpolymérnej flexotlačovej forme. Hore po pridání SDS , dole v ľavo po pridání jary a v pravo čista rezerva.

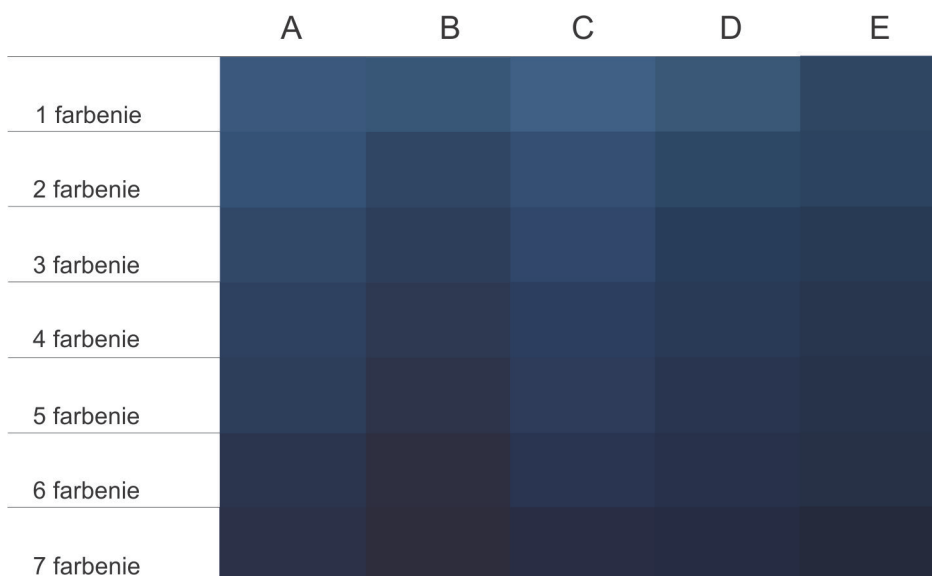
5.5 Vyhodnotenie testov

V nasledujúcich podkapitolách sú predstavené jednotlivé vzorky, a výsledky všetkých testov. Porovnávajú sa farebné odtiene jednotlivých textílií. Taktiež sa porovnávajú vzorky zhotovené modrotlačou a digitálnou tlačou. Vzhľadom na rozdielne odtiene týchto dvoch techník, nebudú sa vyhodnocovať z hľadiska farebnosti, ale z hľadiska kvality a odolnosti voči jednotlivým testom. Doba farbenia, ako aj oxidovania vzoriek trvala približne rovnako 5 minút. Po konzultácii s pracovníkmi modrotlačovej dielne sa plánované farbenie po dobu 1 a 3 minút nerobilo, z dôvodu nedostatočného nenasiaknutia potrebného množstva farbiaceho roztoku do vlákien. Výsledný produkt by bol fľakatý a tým pádom by bol nepoužiteľný. Vzorky majú rozmer 10×3 cm. Pri vyhodnocovaní sa spektrofotometrom zmerali hodnoty L^* a^* b^* a vypočítali sa odchýlky medzi jednotlivými farbeniami. V tabuľke 2 sú hodnoty odchýlok medzi jednotlivými farbeniami.

5.5.1 Zmena odtieňa vzoriek po jednotlivých farbeniach

Pri farbení vzoriek v modrotlačovej dielni sa zhotovila odstupňovaná škála odtieňov po jednotlivých farbeniach. Táto stupnica pozostáva zo 7 vzoriek pre jeden druh textílie, to znamená, že celkovo bolo zhotovených 5 sad tejto stupnice. Pre každý druh textílie jedna (obr. 19).

Tabuľka 2 zobrazuje hodnoty farebných odchýlok a mernej svetlosti (vyjadruje pomer jasnosti meranej plochy a jasnosti bielej plochy), vďaka ktorým je možné predstaviť si zmenu farebného odtieňa po jednotlivých farbeniach. Vzhľadom na to, že po každom farbení je odtieň tmavší, preto je očakávané, že sa hodnoty menia. Tabuľka 2 taktiež obsahuje hodnoty farebných odchýlok vypočítané medzi jednotlivými farbeniami a hodnoty mernej svetlosti ukazujú, ako sa počas farbenia menila jasová zložka. Farebná odchýlka ΔE v tomto prípade neukazuje chybu odtieňa, ale to o koľko sa odtieň mení behom farbenia. Z odchýlky Δa je zrejmé, že hodnoty na zeleno-červenej ose sa menia minimálne, zatiaľ čo odchýlka Δb na modro-žltej ose vykazuje nárast, čo je očakávaný jav, keďže každým farbením, je textília viac modrá. ΔL ukazuje, že po prvom farbení je zmena mernej svetlosti najvyššia a s každým ďalším farbením sa postupne znižuje. Tabuľka 2 ukazuje hodnoty farebných odchýlok získaných vzájomným porovnaním, kde ako referenčné hodnoty sa použili hodnoty predchádzajúcej farebnej vzorky. Pri počítaní farebných odchýlok, kde sa ako referenčné hodnoty použili hodnoty prvej farebnej vzorky sa hodnota farebnej odchýlky kumulovala.



Obrázok 19. Ukážka odtieňov látok po jednotlivých farbeniach.

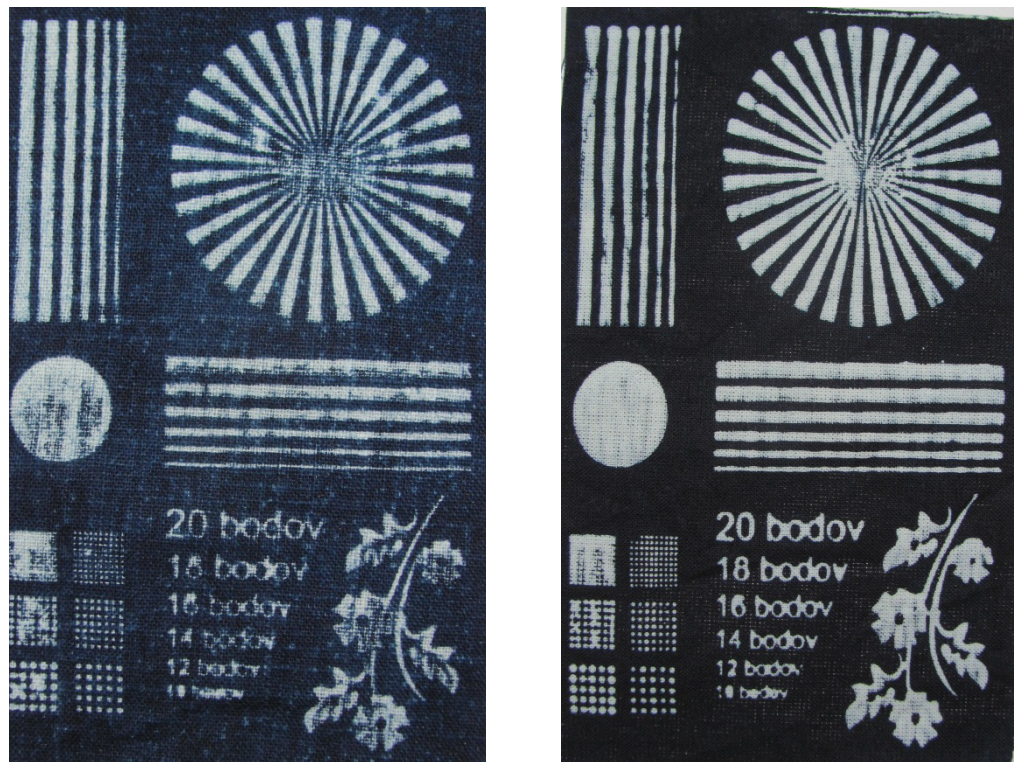
Tabuľka 2. Hodnoty odchýlok po jednotlivých farbeniach.

		ΔL	ΔE	Δa	Δb
A	1	19,8	56	2,0	16,1
	2	19,6	55	1,8	16,1
	3	16,4	50	2,1	14,9
	4	20,0	48	1,5	14,2
	5	20,0	45	1,1	12,8
	6	19,6	39	0,4	9,7
	7	12,2	32	0,8	9,2
B	1	14,8	50	0,8	15,6
	2	15,0	47	0,6	14,3
	3	14,4	42	0,3	12,1
	4	15,2	37	1,2	9,6
	5	14,6	32	1,8	7,3
	6	10,1	23	2,8	4,3
	7	9,5	20	3,1	3,1
C	1	19,0	57	1,6	11,8
	2	17,0	54	0,4	12,4
	3	17,1	53	1,6	12,4
	4	17,1	49	2,0	10,9
	5	17,1	46	2,2	10,1
	6	16,4	42	2,0	8,9
	7	11,6	31	3,1	6,0
D	1	15,2	49	0,5	12,4
	2	14,0	47	0,6	12,4
	3	15,1	44	1,5	11,1
	4	14,5	43	1,6	11,1
	5	15,3	40	2,0	9,2
	6	14,8	38	2,5	8,5
	7	11,6	30	2,6	6,6
E	1	17,2	46	1,0	12,0
	2	17,2	46	0,8	12,2
	3	17,2	42	0,5	10,4
	4	18,1	39	0,8	8,6
	5	18,0	37	0,4	8,1
	6	14,0	32	0,4	7,2
	7	12,4	26	1,4	5,5

5.5.2 Vizuálne vyhodnotenie testovacieho obrazca

Vyhodnotenie testovacieho obrazca sa robilo vizuálne a hodnotili sa parametre ako ostrosť, hrán, čitateľnosť textu, výplň objektov.

Pri nanášaní rezervy flexotlačou sa objavili problémy so správnou adhéziou a tak vzorky vytvorené flexotlačou nie sú veľmi kvalitné ako môžeme vidieť na obrázkoch 20 a 21. Text na vzorkách je ťažšie čitateľný. Línie a plochy neboli rovnomerne potlačené, čo má za následok vznik tmavých miest. Jediné čo je celkom správne prenesené sú 40 % polia.. Preto je zbytočné popisovať tieto testovacie obrazce. Z týchto zistení vyplýva, že flexotlač nie je technika vhodná na potlač tkaniny rezervou.



Obrázok 20. Testovacie obrazce vytvorené flexotlačou, ľanová látka (vľavo) a bavlnené plátno z modrotlačovej dielne (vpravo).



Obrázok 21. Testovacie obrazce vytvorené flexotlačou, bavlnené plátno z obchodu (vľavo hore), zmesová látka 80/20 (vpravo hore) a zmesová látka 95/5 (dole v strede).

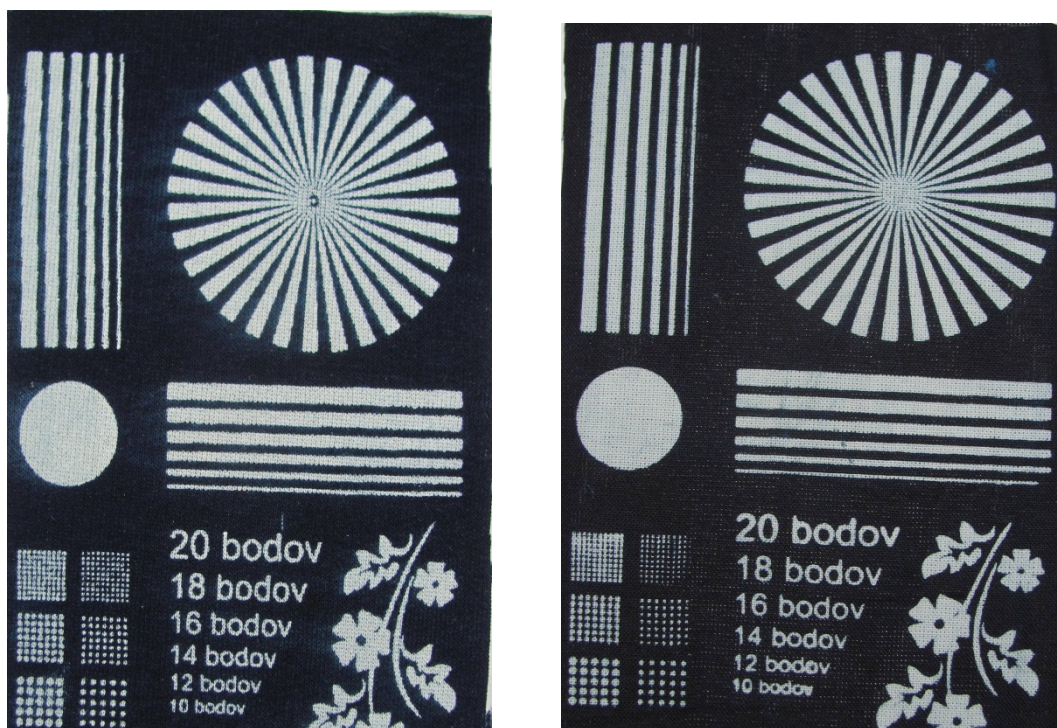
Vzorky vytvorené sieťotlačou boli oveľa kvalitnejšie. Na vzorkách sú čitateľné texty, hrany sú ostré. Takisto aj oblúky a ornamenty majú ostré hrany. Plochy sú plne vyfarbené. Pri niektorých sitách nastal problém pretečenia rezervy sitom a tým sa vzorky zašpinili a po farbení na nich vznikali biele škvrny. Zo štyroch druhov sít, ktorými sa nanášala rezerva, boli najkvalitnejšie vzorky nanášané pomocou sita o hustote 120 nití na cm. Pri redších sitách rezerva zasychala v sitovine a tým upchávala tlačiacie miesta. Vďaka tomu na ďalších vzorkách neboli viditeľné detaily, ale len hrubšie vzory. Na obrázkoch 22 sú testovacie obrazy ktoré boli zhotovené sitom o hustote 34 nití na cm. Tieto výťažky sú robené na rôznych druhoch textílie. Na oboch testovacích obrazcoch nie sú viditeľné detailne miesta, ktoré boli na site zanesené rezervou. Na obrázkoch 23 sú znázornené vybrané dve výťažky vytvorené sitom o hustote 43 nití na cm. Na obrázkoch 24 sú zobrazené výťažky zhotovené sitom o hustote 55 nití na cm. Na poslednom obrázku 25 sú výťažky vytvorené sitom o hustote 120 nití na cm. Na fotografiách sú viditeľné jednotlivé defekty, ktoré vznikali pri nanášaní rezervy. Vplyvom rýchleho schnutia rezerva zanesla drobné detaily a tak nebolo možné ďalej tlačiť aj drobné detaily. Najkvalitnejšie výťažky sú s použitím sita o hustote 120 nití na cm.



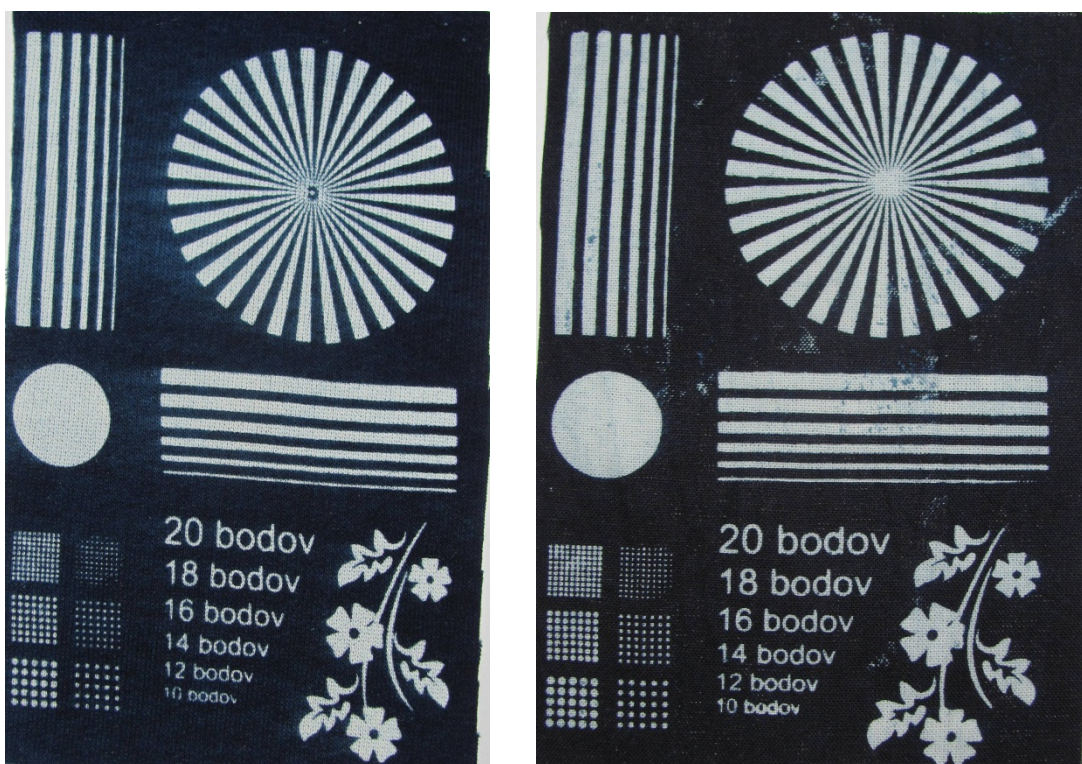
Obrázok 22. Testovací obrazec nanosený sieťotlačou o hustote 34 nití na cm. Vľavo zmesová látka 95/5 a vpravo bavlnená látka z obchodu.



Obrázok 23. Testovací obrazec nanosený sieťotlačou o hustote 43 nití na cm. Vľavo bavlnené plátno z modrotlačovej dielne a vpravo bavlnená látka z obchodu.

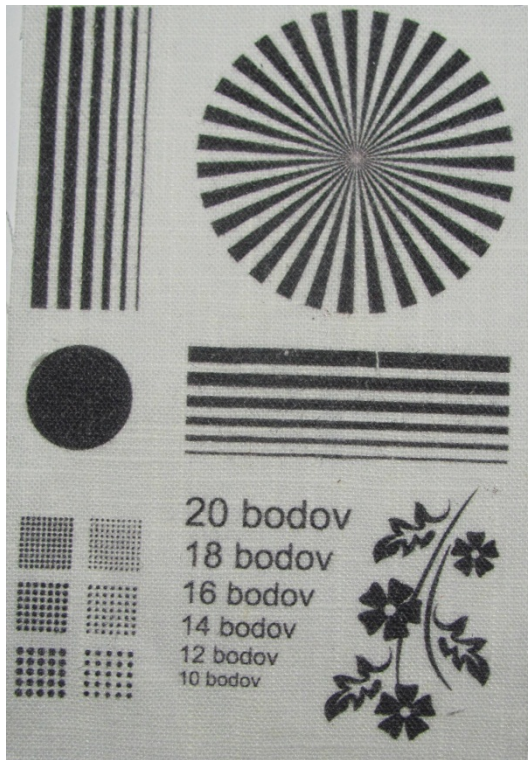


Obrázok 24. Testovací obrazec nanosený sieťotlačou o hustote 55 nití na cm. Vľavo zmesová látka 80/20 a vpravo bavlnená látka z modrotlačovej dielne.



Obrázok 25. Testovací obrazec nanosený sieťotlačou o hustote 120 nití na cm. Vľavo zmesová látka 80/20 a vpravo bavlnená látka z modrotlačovej dielne.

Testovací obrazec na vzorkách vytvorených digitálnou tlačou, je najkvalitnejší. Aj napriek tomu, že obrazce farebne neodpovedajú, po obsahovej stránke je všetko na správnom mieste. Pri tlači a následne po porovnaní sa zistilo, že kvalita negatívneho a pozitívneho obrazu sú rovnaké. Farba dostatočne držala na všetkých obrazcoch. Text je zrozumiteľný, línie a oblité tvary majú správne hrany, modrotlačový motív je plne vyfarbený a sieťové polia o rôznom pokrytí sú reprodukované správne. Kvalita digitálnej tlače je porovnateľná s výsledkami sieťotlače. Z toho vyplýva, že vzorky zhotovené digitálnou tlačou sú kvalitnejšie ako vzorky vytvorené sieťotlačou a flexotlačou. Na nasledujúcich obrázkoch sú vyobrazené vzorky, ktoré vznikli digitálnou tlačou na rôznych druhoch materiálu. Obrázok 26 vyobrazuje pozitívnu tlač a nasledujúce obrázky 27 a 28 zobrazujú negatívnu digitálnu tlač testovacieho obrazu na všetkých druhoch textílií. Z obrázkov je zjavne, že výťažky zhotovené pomocou digitálnej tlače pôsobia zašednutým dojmom vplyvom vytrhania bielych vlákien a ich usadeniu na povrchu tkaniny.



Obrázok 26. Pozitívny testovací obrazec, vytvorený na digitálnej tlačiarni. V ľavo testovací obrazec vytlačený na bavlnenej textílii z obchodu a na pravej strane testovací obrazec na bavlnenom plátne z modrotlačovej dielne.

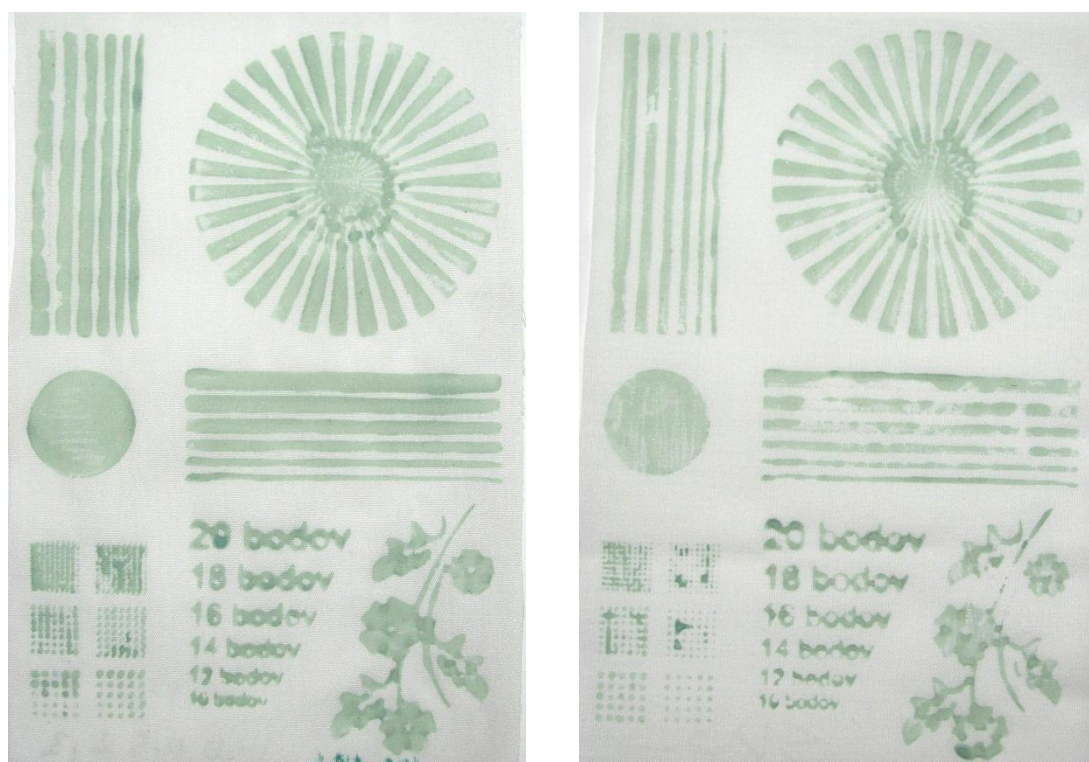


Obrázok 27. Negatívny testovací obrazec, zhotovený na oboch zmesových látkach. V ľavo na látke o zložení 95/5 a vpravo 80/20.

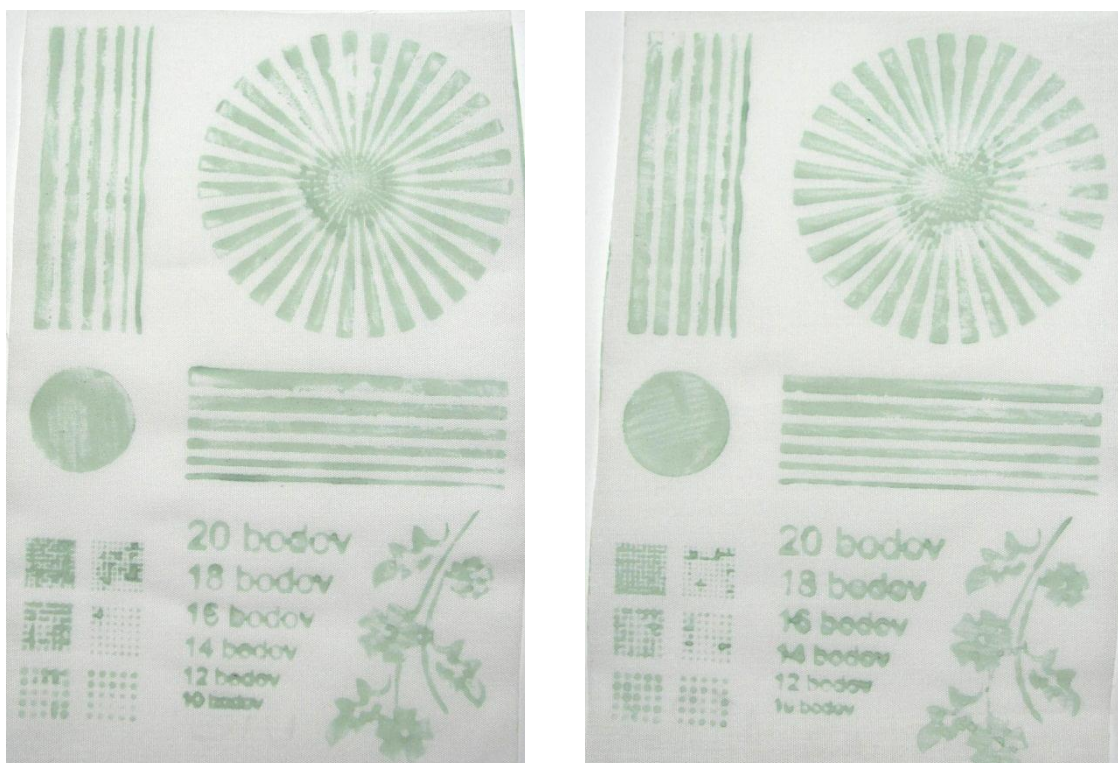


Obrázok 28. Negatívny testovací obrazec, zhotovený na zvyšných textíliách. Hore vľavo bavlnená textília z obchodu., hore vpravo bavlnená textília z modrotlačovej dielne a dole testovací obrazec na ľanovom plátne.

Testovací obrazec nanášaný rezervou s upraveným povrchovým napětím nebol farbený v roztoku indiga. Preto na nasledujúcich obrázkoch sú znázornené testovacie obrazce len v podobe rezervy nanesej na bavlnenom plátne. Vzhľadom na to, že táto bavlnená textília je iná ako používané doteraz nanesená rezerva na nej lepšie drží. Na obrázkoch 29 a 30 sú postupne zobrazené testovacie obrazce s rôzne opravenou rezervou. Najlepšie zo všetkých výtlačkov sa zdajú byť obrazce zhotovené pomocou rezervy upravenou PAL SDS. Pri vyhodnotení sa porovnávali rovnaké časti ako pri vyhodnocovaní ostatných testovacích obrazcov.



Obrázok 29. Testovací obrazec nanesený rezervou upravenou PAL SDS, vľavo pomer 165 g rezervy a 2,3 g SDS a v vpravo 230 g rezervy a 2,3 g SDS.



Obrázok 30. Testovací obrazec nanesený neupravenou rezervou vľavo a rezervou upravenou čistiacim prostriedkom Jarou v pomere 150 g rezervy a 1,5 g Jari.

5.5.3 Vyhodnotenie modrotlače a simulácie.

Zámerom simulácie modrotlače na digitálnom tlačovom stroji bolo verné vytvorenie vzoriek a ich porovnanie s originálom. Úlohou bolo zistiť, na koľko dokáže digitálna tlačiareň napodobniť originálnu ručnú prácu. Bohužiaľ z dôvodu použitia zastaraného ICC profilu sú farebné odchýlky pri porovnaní modrotlače a simulovanej tlače neúmerne vysoké. Tento ICC profil bol použitý po doporučení pracovníkom a to z dôvodu najlepšej kompatibility zastaraného počítačového systému s digitálnou tlačiarňou. Preto farby simulácie neodpovedajú farbám originálnej modrotlače, aj keď pôvodné dáta boli pripravené zo správnych $L^* a^* b^*$ hodnôt. Hodnoty farebných odchýlok sú uvedené v tabuľke 3. Napriek tomu, že nie je možné porovnať vernosť reprodukcie farieb, vzorky zhotovené digitálnou tlačou sa podrobili rovnakým testom ako modrotlačové vzorky a mohli byť kvalitatívne porovnané.

V tabuľke 4 sú uvedené $L^* a^* b^*$ hodnoty finálnych odtieňov vzoriek vytvorených modrotlačou a vzoriek vytvorených digitálnou tlačou. Na vytvorenie vzoriek digitálnou tlačou boli použité namerané hodnoty $L^* a^* b^*$ z modrotlačových vzoriek. Vzorky digitálnou tlačou boli vytvorené na každom druhu látky. Avšak práve kvôli spomínanému problému sa hodnoty

nezhodujú. V tabuľke 4 je vidieť aké veľké rozdiely, ktoré vznikli pri napodobňovaní modrotlače digitálnou tlačou.

Tabuľka 5 obsahuje hodnoty odchýlok získaných kombináciou jednotlivých textílií. Vzhľadom na to, že každá textília má iné vlastnosti a inak prijíma farbiaci roztok aj finálny odtieň každej farbenej textílie je iný. Podľa hodnôt v tabuľke je najmenšia farebná odchýlka ΔE 2 pri kombináciách látok AC a CD. To znamená, že farby na ľanovej a bavlnenej (získanej z obchodu) látke a farby na bavlnenej (získanej z obchodu) a zmesovej (95 % bavlna, 5 % elastan) látke sú najviac podobné. Najväčšia odchýlka ΔE je pri kombinácii látok AB a , teda ľanovej látky a bavlny (získanej z firmy) Táto odchýlka má hodnotu 7. Druhá najvyššia odchýlka je pri kombinácii látok BC a BD, teda bavlny (získanej z firmy) a bavlny (získanej z obchodu) a pri kombinácii bavlny (získanej z firmy) a zmesovej látky (95 % bavlna a 5 % elastan).

Tabuľka 3. Hodnoty mernej svetlosti, odchýlok originálnej modrotlačovej škály a simulovanej digitálnej tlače vypočítané medzi jednotlivými farbeniami

	Porovnanie farbených vzoriek navzájom										
	Originálna modrotlač					Simulácia modrotlače					
	L	ΔL	ΔE	Δa	Δb	L	ΔL	ΔE	Δa	Δb	
A	1	35,2	--	--	--	--	55,1	--	--	--	--
	2	31,9	3,3	3	0,1	0,9	51,6	3,5	4	0,3	0,8
	3	27,8	4,2	5	0,7	2,7	47,2	4,4	5	1,0	1,5
	4	25,4	2,4	3	1,1	1,2	45,3	1,8	2	0,5	0,4
	5	23,7	1,7	2	0,5	1,8	43,7	1,7	2	0,1	0,4
	6	19,7	4,0	5	1,3	3,4	39,3	4,3	4	0,5	0,3
	7	19,0	0,7	2	0,1	2,1	31,3	8	8	1,2	1,6
B	1	33,7	--	--	--	--	48,5	--	--	--	--
	2	27,6	6,2	7	2,6	1,9	42,6	6,0	6	1,2	0,6
	3	24,2	3,4	4	0,7	2,5	38,6	4,0	4	1,0	0,3
	4	21,9	2,3	4	1,2	2,7	37,0	1,6	2	0,2	0,2
	5	19,9	2,0	4	1,1	2,9	34,5	2,5	3	0,5	0,6
	6	18,1	1,8	5	0,5	4,2	28,2	6,3	6	0,4	1,3
	7	17,1	1,0	2	0,3	1,8	26,7	1,6	2	0,1	0,6
C	1	38,3	--	--	--	--	57,3	--	--	--	--
	2	31,0	7,3	8	2,0	1,0	48,0	9,3	9	0,1	1,6
	3	27,8	3,2	4	1,4	0,9	44,9	3,1	3	0,1	0,9
	4	24,0	3,8	5	1,4	2,4	41,1	3,8	4	1,0	0,8
	5	22,7	1,3	2	0,4	1,4	39,8	1,3	1	0,2	0,6
	6	20,4	2,3	3	0,1	2,1	36,7	3,0	3	0,3	0,8
	7	17,5	2,9	6	1,1	5,2	29,1	7,6	8	0,0	2,3
D	1	34,6	--	--	--	--	49,8	--	--	--	--
	2	28,5	6,1	6	1,6	0,7	42,5	7,2	7	0,5	0,7
	3	23,0	5,5	6	2,1	1,7	38,1	4,4	5	1,2	0,4
	4	22,3	0,7	1	0,6	0,1	36,8	1,3	1	0,5	0,1
	5	20,3	2,0	3	0,8	2,2	35,6	1,2	1	0,4	0,3
	6	18,5	1,9	2	0,8	1,0	33,2	2,4	2	0,4	0,3
	7	15,8	2,7	4	0,1	3,5	27,3	5,9	6	0,0	1,7
E	1	27,2	--	--	--	--	44,4	--	--	--	--
	2	26,2	1,0	1	0,2	0,1	43,4	1,0	1	0,1	0,1
	3	22,0	4,2	5	1,3	2,4	39,2	4,2	4	1,0	0,6
	4	19,7	2,3	3	0,2	1,8	37,8	1,4	2	0,5	0,0
	5	18,5	1,2	2	0,4	1,0	36,5	1,3	1	0,1	0,4
	6	16,8	1,8	3	0,3	2,2	30,8	5,7	6	0,6	1,4
	7	15,0	1,7	3	0,6	2,8	27,5	3,3	3	0,4	1,1

Tabuľka 4. L* a* b* hodnoty finálneho odtieňa modrotlačových a digitálnych vzoriek.

	Originálna modrotlač			Simulácia modrotlače		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
A	19,04	2,65	-14,47	31,27	1,83	-5,23
B	17,13	3,8	-7,96	26,67	0,71	-4,90
C	17,45	3,96	-14	29,09	0,89	-7,97
D	15,76	2,6	-13,72	27,33	0,04	-7,09
E	15,07	1,89	-11,35	27,51	0,50	-5,83

Tabuľka 5. Odchýlky vytvorené kombináciou jednotlivých látok.

	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb
AB	7	1,91	1,15	6,51	5	4,60	1,12	0,33
AC	2	1,59	1,31	0,47	4	2,18	0,94	2,74
AD	3	3,28	0,05	0,75	5	3,94	1,79	1,86
AE	5	3,97	0,76	3,12	4	9,76	1,33	0,6
BC	6	0,32	0,16	6,04	4	2,42	0,18	3,07
BD	6	1,37	1,2	5,76	2	0,66	0,67	2,19
BE	4	2,06	1,91	3,39	1	0,84	0,21	0,93
CD	2	1,69	1,36	0,28	2	1,76	0,85	0,88
CE	4	0,69	0,71	2,37	3	0,18	0,46	1,26

5.5.4 Odolnosť vzoriek po praní

Všetky vzorky boli podrobené testu odolnosti pri praní. Niektoré zo vzoriek obstáli lepšie a niektoré naopak horšie. V tabuľke 6 sú uvedené hodnoty mernej svetlosti, odchýlky ΔL , Δa a Δb . Šedou škálou sú vyhodnotené aj biele vzorky a miera ich zafarbenia testovanými vzorkami. V tabuľke 6 sú uvedené hodnoty mernej svetlosti a odchýlok po jednotlivých praniach. Odchýlky sú vypočítané z hodnôt nameraných pred práním a hodnôt získaných po prvom, treťom a piatom praní. Z hodnôt v tabuľke 6 vyplýva, že najvyššie odchýlky pre vzorky vytvorené modrotlačou sú pri teplote 90 °C a pri teplote 60 °C po piatich praniach pri všetkých použitých textíliách. Najmenej odolné voči praniu boli vzorky vytvorené na oboch zmesových látkach vo všetkých troch teplotách, kde sa farebná odchýlka ΔE pohybovala v rozmedzí 4-13, čo už je výrazná až veľmi výrazná odchýlka. Najodolnejšie boli vzorky na ľanovej látke, tie vykazovali najvyššiu farebnú odchýlku 8 pri teplote 90 °C popiatich opakovaníach. Pri nižších teplotách bola najvyššia farebná odchýlka 2.

Vzorky vytvorené na bavlně vykazovali při teplotách 40°C a 60°C farebné odchýlky 1-5. Vzorky zhotovené simuláciou vykazujú nízke hodnoty odchýlok na všetkých typoch látok. Z čoho vyplýva, že takto zhotovené vzorky sú odolnejšie voči praniu ako vzorky vytvorené klasicky modrotlačou. V pravej polovici tabuľky 6 sú hodnoty farebných odchýlok simulovanej tlače. Vo všeobecnosti farebné odchýlky digitálnej tlače sa pohybujú v rozmedzí 0-2 čo je veľmi dobrý výsledok. Takéto vynikajúce výsledky dosahovala aj tlač na zmesových textíliách.

V tabuľke 7 sú uvedené hodnoty podľa šedých škál (obr. 8, 10). Tak ako z tabuľky 6 aj z tejto vyplýva, že najodolnejšie sú vzorky zhotovené digitálnou tlačou. V tabuľke 7 sú číselne hodnoty aj biele vzorky. Teda miera ich zafarbenia farebnými vzorkami. Číslo 5 odpovedá žiadnej zmene a číslo 1 úplnému zafarbeniu alebo spraniu farby.

Z testu odolnosti pri praní vyplýva, že oveľa stabilnejšie sú vzorky vytvorené digitálnou tlačou. Najmenej stabilné boli vzorky vytvorené na zmesových látkach, čo s veľkou pravdepodobnosťou zapríčinené práve podielom umelých vlákien.

Tabuľka 6. Merná svetlosť a farebné odchýlky pri praní, pre modrotlač a digitálnu tlač, časť 1.

°C		Porovnanie praných vzoriek										
		Originálna modrotlač					Simulácia modrotlače					
		L	ΔL	ΔE	Δa	Δb	L	ΔL	ΔE	Δa	Δb	
A	40	1	19,9	0,9	1	0,8	0,5	30,8	0,7	1	0,70	0,7
		3	20,0	0,9	2	1,2	0,4	32,0	0,6	1	0,5	0,7
		5	19,7	1,1	2	1,0	1,8	31,6	0,2	1	0,6	0,6
	60	1	20,8	0,1	1	0,7	0,0	30,5	0,9	1	0,6	0,8
		3	19,9	0,9	1	0,9	0,3	31,6	0,2	1	0,3	0,4
		5	21,6	0,7	1	0,6	0,5	32,3	0,9	1	0,5	0,3
	90	1	21,8	1,0	1	1,0	0,4	32,6	1,2	1	0,3	0,3
		3	26,2	5,4	6	0,1	2,9	32,8	1,3	1	0,3	0,1
		5	29,2	8,4	8	0,1	0,8	32,4	1,0	1	0,2	0,6
B	40	1	17,1	0,4	2	0,4	1,4	27,0	0,3	1	0,2	0,4
		3	16,7	0,8	2	0,6	1,9	26,4	0,3	1	0,3	0,4
		5	17,2	0,3	2	1,1	1,3	25,9	0,7	1	0,3	0,3
	60	1	16,2	1,3	2	0,7	1,2	26,4	0,3	1	0,2	0,4
		3	16,6	1,0	4	0,5	3,3	26,0	0,7	1	0,4	0,3
		5	16,2	1,3	4	0,5	3,2	26,0	0,7	1	0,3	0,2
	90	1	17,8	0,3	4	0,4	3,8	26,2	0,4	1	0,4	0,4
		3	18,4	0,9	5	0,4	4,9	26,6	0,1	1	0,5	0,6
		5	22,7	5,1	10	0,6	8,5	26,6	0,1	1	0,5	0,6
C	40	1	18,2	0,2	1	0,1	1,4	28,4	1,8	2	0,7	0,4
		3	19,7	1,7	3	0,2	2,0	29,1	1,0	1	0,6	0,3
		5	19,4	1,4	3	0,6	2,1	28,8	1,3	1	0,6	0,3
	60	1	18,8	0,8	3	0,6	2,8	28,2	1,9	2	0,7	0,5
		3	17,5	0,5	1	0,9	0,1	28,6	1,5	2	0,8	0,3
		5	20,2	2,2	5	0,3	4,0	29,3	0,9	1	0,7	0,4
	90	1	18,7	0,7	2	0,6	2,0	28,8	1,4	2	0,8	0,1
		3	20,8	2,9	4	0,2	3,3	29,5	0,7	1	0,8	0,2
		5	24,3	6,3	7	0,7	3,9	30,3	0,2	1	0,8	0,0

Tabuľka 6. Merná svetlosť a farebné odchýlky pri praní, pre modrotlač a digitálnu tlač, časť 2.

°C		Porovnanie praných vzoriek										
		Originálna modrotlač					Simulácia modrotlače					
		L	ΔL	ΔE	Δa	Δb	L	ΔL	ΔE	Δa	Δb	
D	40	1	18,9	2,6	4	1,0	3,3	26,6	0,97	1	0,14	0,04
		3	20,0	3,7	6	1,4	4,0	26,9	0,76	1	0,026	0,10
		5	19,8	3,5	6	0,7	4,9	26,8	0,82	1	0,24	0,15
	60	1	18,4	2,1	3	0,7	2,5	27,5	0,09	0	0,23	0,17
		3	18,2	1,9	3	0,8	2,28	27,9	0,27	1	0,42	0,05
		5	19,7	3,4	5	0,6	4,1	27,2	0,41	1	0,42	0,06
	90	1	19,5	3,2	5	0,2	4,3	27,4	0,18	0	0,40	0,10
		3	20,9	4,7	6	0,7	4,3	26,9	0,70	1	0,52	0,02
		5	20,5	4,2	5	0,3	3,1	27,2	0,44	1	0,51	0,09
E	40	1	19,5	3,9	6	0,6	5,5	28,1	0,06	0	0,33	0,29
		3	18,3	2,8	5	0,2	4,5	28,4	0,31	1	0,44	0,21
		5	19,2	3,7	5	0,1	4,8	28,6	0,53	1	0,30	0,10
	60	1	18,5	3,0	5	0,5	3,6	28,3	0,28	1	0,45	0,09
		3	15,9	3,3	6	0,2	4,3	28,1	0,04	1	0,80	0,36
		5	18,8	3,3	8	0,0	5,3	28,2	0,18	1	0,59	0,16
	90	1	25,0	9,5	11	0,2	7,7	29,1	1,02	2	0,85	0,72
		3	20,2	4,7	8	0,1	6,2	28,0	0,06	1	0,91	0,48
		5	19,7	4,2	13	0,3	6,1	27,6	0,48	1	0,89	0,23

Tabuľka 7. Hodnotenie vzoriek praním pomocou šedých škál. časť 1

°C		Porovnanie praných vzoriek šedou škálou						
		Originálna modrotlač			Simulácia modrotlače			
		farbené vzorky	biele vzorky	viskóza	digitálne vzorky	biele vzorky	viskóza	
A	40	1	5	4/5	3	5	5	5
		3	5	4/5	3/4	5	5	5
		5	5	4/5	4	5	5	5
	60	1	4/5	2/3	2	5	5	5
		3	5	4	4	5	5	5
		5	4	2/3	4/5	5	5	5
	90	1	4/5	2	4/5	5	4/5	5
		3	4/5	2/3	4/5	5	4	5
		5	2	4	4/5	5	4	5
B	40	1	5	5	3	5	5	5
		3	5	5	3/4	5	5	5
		5	5	4/5	4	5	5	5
	60	1	4/5	4/5	3/4	5	5	5
		3	5	5	4/5	5	5	5
		5	5	4/5	4/5	5	5	5
	90	1	4/5	4/5	4/5	5	5	5
		3	4	4/5	4/5	5	5	5
		5	2/3	5	4/5	5	5	5
C	40	1	4/5	4	3	5	5	5
		3	5	4/5	4	5	5	5
		5	4/5	4/5	4/5	5	5	5
	60	1	5	4/5	4/5	5	5	5
		3	5	4/5	4/5	4/5	5	5
		5	¾	4/5	4/5	5	5	5
	90	1	4/5	3/4	4/5	5	5	5
		3	3	4/5	4/5		5	5
		5	2	4/5	4/5	5	5	5

Tabuľka 7. Hodnotenie vzoriek praním pomocou šedých škál. časť 2

°C		Porovnanie praných vzoriek šedou škálou						
		Originálna modrotlač			Simulácia modrotlače			
		farbené vzorky	biele vzorky	viskóza	digitálne vzorky	biele vzorky	viskóza	
D	40	1	5	4/5	4/5	5	5	5
		3	5	4/5	4/5	5	5	5
		5	5	4/5	4/5	5	5	5
	60	1	5	3	3/4	5	5	5
		3	4/5	2/3	4/5	5	5	5
		5	5	3/4	3/4	5	5	5
	90	1	5	3	4/5	5	4/5	5
		3	4	2/3	4/5	5	4/5	5
		5	5	3	4/5	5	4/5	5
E	40	1	5	4/5	1/2	5	5	5
		3	5	4/5	1/2	5	5	5
		5	5	4/5	2	5	5	5
	60	1	5	3	3/4	5	5	5
		3	5	3/4	3/4	4/5	5	5
		5	4/5	3/4	3/4	4/5	5	5
	90	1	4/5	4/5	4/5	5	5	5
		3	2/3	4/5	4	5	5	5
		5	3/4	2	4/5	5	5	5

5.5.5 Odolnosť vzoriek po odere

Pri testovaní oderu sa použili farbené vzorky s rozmerom 11 × 15 cm a biele vzorky, ktorými sa farbené vzorky odierali. Pre každý typ textílií sa vykonali dve skúšky podľa normy ISO 105-X12:1993 (E) mokrý a suchý oder. [16] Počet prechodov pre mokrý a suchý test je 10. Vzhľadom na nerovnomernosť vyfarbenia bielej odieranej plochy nemohli byť vzorky merané spektrofotometrom, preto sa vzorky vyhodnotili pomocou šedej škály (obr. 10). V Tabuľke 8 sú uvedené hodnoty pre suchý a mokrý oder a taktiež hodnoty pre simuláciu na digitálnom tlačovom stroji Textile Jet Tx2-1600.

Čím vyššia hodnota podľa šedej škály, tým je zafarbenie bielej látky menšie až žiadne. To znamená, že hodnota 5 znamená žiadne zafarbenie a hodnota 1 silné zafarbenie. Z tabuľky 8 vyplýva, že vzorky modrotlače vytvorené simuláciou na digitálnom tlačovom stroji, sú oveľa odolnejšie ako vzorky vytvorené klasickým modrotlačovým spôsobom. Ďalej z tabuľky vyplýva, že vzorky testované suchým oderom sú odolnejšie ako vzorky testované mokrým oderom. Z testu oderu plynie, že zo vzoriek, vytvorených klasickým modrotlačovým spôsobom, vykazujú najlepšiu odolnosť pri suchom a mokrom teste vzorky vytvorené na naškrobenom plátne, ktoré si modrotlačová firma necháva vyrábať na zákazku. Vzorky vytvorené simuláciou na digitálnom tlačovom stroji vykazujú najlepšiu odolnosť voči suchému oderu na oboch bavlnených plátnach a zmesovej látke o zložení 95 % bavlny a 5 % elastanu. Pri testovaní mokrého oderu majú najlepšiu odolnosť vzorky vytvorené na zmesovej látke z 80 % bavlny a 20% PES.

Tabuľka 8. Hodnotenie oderu podľa šedej škály

	Originálna modrotlač		Simulácia modrotlače	
	suchý	mokrý	suchý	mokrý
A	1	1/2	4	2
B	2/3	3	5	2/3
C	1/2	1/2	5	3
D	1/2	1/2	5	3
E	1/2	2	4/5	4/3

5.5.6 Odolnosť vzoriek po vystavení umelému svetlu

Vzorky boli vystavené umelému žiareniu v prístroji Xenotest Alpha po dobu 72 hodín. Jedna hodina simulácie v tomto prístroji odpovedá 24 hodinám. Po skončení testu, boli vzorky vyhodnocované pomocou modrej škály (obr. 17). Modra škála je stupnica 8 odtieňov vlny, ktorá je farbená určitými farbivami, ktoré sú definované v ISO 105- B02:1994 (E). Po zafarbení je táto škála vystavená rovnakej dávke a intenzite žiarenia ako testované vzorky. Vzorky zhotovené farbením v roztoku indiga vykazovali po testovaní malú až žiadnu zmenu. Vzorka zhotovená simuláciou digitálnou tlačou na bavlnenej látke vykazovala viditeľnú zmenu. Tabuľka 9 obsahuje hodnoty z modrej škály, ktorými boli ohodnotené vzorky vystavené svetlu. Pre všetky vzorky zhotovené digitálnou tlačou nebol tento test zhotovený, kvôli vyťažnosti prístroja. Z tabuľky je zrejmé, že najodolnejšie voči žiareniu sú vzorky zhotovené na ľanovej, bavlnenej a zmesovej látke s 20% podielom PES. Testu svetlostálosti bola vystavená aj jedna vzorka zhotovená digitálnou tlačou. Táto vzorka v testovaní obstala najhoršie, čo znamená, že má najmenšou odolnosť voči žiareniu.

Tabuľka 9. Hodnotenie svetlostálosti vzoriek, podľa modrej škály.

	Hodnota
A	8
B	8
C	4
D	4
E	8
digitálna tlač	1

5.5.7 Odolnosť vzoriek po vystavení vysokým teplotám pri žehlení

Vzorky s rozmerom 4 × 4 cm boli podrobené testu odolnosti voči vysokým teplotám. Tento test sa robil pri 5 teplotách, 120 °C, 135 °C, 150 °C, 165 °C a 180 °C. Testované vzorky boli pri testovaní suché, ale pri poslednej teplote 180 °C boli vzorky podrobované mokrému a suchému testovaniu. Odolnosť vzoriek sa testovala voči bielemu bezdrevnému ofsetovému papieru o hmotnosti 80 g/m² a voči bielym látkam toho istého typu. Výsledky pri všetkých testovaných teplotách boli rovnaké a vzorky nevykazovali žiadny prenos farby ani na jeden substrát. Takýto istý výsledok bol aj pri vzorkách vytvorených simuláciou. To znamená,

že všetky vzorky majú výbornú odolnosť voči teplu a ani pri vyššej teplote neprenášajú farbu na žiaden substrát.

5.5.8 Zmena váhy a hrúbky pred a po farbení textílie

Skúmaním váhy a hrúbky textílií pred a po farbení sa zistila mierna zmena. Hodnoty váhy a hrúbky vzoriek sa po farbení mierne navýšili, avšak tento rozdiel nie je príliš markantný. Vzhľadom, na to že pri farbení textília nasala časť farbiaceho roztoku, je očakávaný mierny nárast hodnôt. Váha vzoriek bola testovaná na laboratórnych váhach a hrúbka vzoriek sa skúmala hrúbkomerom s plochým podstavcom 10 cm² so závažím 50g. V tabuľke 10 sú uvedené hodnoty váhy bielych, farbených a potlačených vzoriek v g na m². Z tabuľky vyplýva, že vzorky, ktoré boli vytvorené simuláciou digitálnou tlačou, majú nižšiu hmotnosť a teda aj rozdiel. Tento jav je zapríčinený faktom, že pri potláčaní latky, sa farbivo nevsiaklo do vlákien a tým nános farby bol menší. Pri príprave vzoriek farbením v roztoku indiga, má najväčší rozdiel látka D, teda zmesová látka so zložením 95 % bavlna a 5 % elastan a najnižšiu hmotnosť a teda aj najmenší rozdiel majú látky A a B teda 100 % lanová látka a 100 % naškrobená bavlnená látka. Pri simulácii modrotlače má najnižšiu hmotnosť a rozdiel látka C, 100 % bavlna a najvyššiu hmotnosť a rozdiel zmesová látka D 80 % bavlna a 20 % PES.

Tabuľka 10. Hodnoty váhy a rozdielov farbených a potlačených voči bielym vzorkám (hodnoty uvedené v g/m²)

	Originálna modrotlač			Simulácia modrotlače	
	Biele	Farbené	Rozdiel	Simulácia	Rozdiel
A	237,25	239,5	2,25	239,86	2,61
B	156,5	158,68	2,18	157,5	1
C	136,94	146,59	9,65	137,08	0,15
D	207,5	225,38	17,88	209,38	1,88
E	275,56	279,69	4,13	281,11	5,55

Tabuľka 11 obsahuje hodnoty hrúbky látok pred farbením, po farbení, po tlači digitálnou tlačou a rozdiel medzi týmito hodnotami. Z tabuľky je zrejme že látky po farbení majú mierne väčšiu hrúbku, pretože pri farbení nasali farbiaci roztok. Pri digitálnej tlači je rozdiel malý. Záporný rozdiel je spôsobený tým, že pred potlačou museli byť látky

vyžehlené a impregnované roztokom a znova vyžehlené, čo má za následok zníženie hrúbky látky.

Tabuľka 11. Hodnoty hrúbky a rozdielov farbených a potlačených vzoriek voči nefarbeným a nepotlačeným vzorkám (hodnoty uvedené v mm)

	Originálna modrotlač			Simulácia modrotlače	
	Biele	Farebné	Rozdiel	Simulácia	Rozdiel
A	0,564	0,585	0,021	0,403	- 0,161
B	0,259	0,343	0,084	0,310	0,051
C	0,286	0,398	0,111	0,325	0,038
D	0,639	0,782	0,143	0,574	- 0,065
E	1,982	2,222	0,239	1,089	- 0,893

6. Záver

Všetky vzorky, ktoré boli testované, sa následne vyhodnotili inštrumentálne alebo pomocou rôznych škál. Niektoré vzorky pri testoch obstáli veľmi dobre, iné horšie. Bohužiaľ na základe nedostatočnej kompatibility počítača a digitálnej tlačiarne nie je možné porovnať vernosť farieb vytlačených digitálnou tlačiarňou. Vzorky vytvorené digitálnou tlačiarňou majú farby posunuté viac do tmavej oblasti a pôsobia tak skôr čierno ako modro, čím sa farbám zadaným zo systému pri príprave dát podobajú málo. Avšak, dá sa predpokladať, že pri použití správnych parametrov ako je ICC profil či novšieho systémového zariadenia, bysa farebný výsledok mohol priblížiť k farbám modrotlačových vzoriek a vytvoriť tak ich vernú reprodukciu. Preto sa porovnávaníu vernosti farieb digitálnej tlače a modrotlače nebudeme podrobne ďalej venovať.

Najkvalitnejšie testovacie obrazce boli vytvorené sitom o hustote 120 nití na cm. Pri sitách s nižšou hustotou nastal problém zasychania rezervy v sitovine, čím bolo znemožnené na ďalších výtlačkoch vytvárať detaily. Z toho zistenia plynie, že najvhodnejšie sito na potláčanie textilu rezervou je sito o hustote 120 nití na cm. Dá sa predpokladať, že je možné zasychanie rezervy určitými prípravkami spomaliť. V literatúre však táto možnosť nebola nikde popísaná a ani pridaním malého množstva spomaľovača sa vlastnosti rezervy nezmenili. Z časových dôvodov nemohli byť metódy spomalenia zasychania (tak ako je tomu pri disperzných farbách) vyskúšané.

Pri nanášaní rezervy flexotlačovými fotopolymernými tlačovými formami nastal problém s povrchovým napätím. Aj napriek úprave rezervy povrchovo aktívnou látkou SDS nebolo možné povrchové napätie upraviť tak, aby sa rezerva dobre nanášala pomocou fotopolymérnej formy. Na základe zistených informácií je zrejmé, že s pomocou fotopolymérnej formy nie je možné nanášanie rezervy bez ohľadu na to či sa jedná o rotačné usporiadanie, kde sa rezerva rozvaľuje valcami, alebo rovinné pečiatkové. Je možné predpokladať, že použitím pryžových foriem by sa dosiahli oveľa lepšie výsledky. Pryžové formy je možné z hľadiska povrchovej energie veľmi dobre upravovať. Tak ako sa používajú zhodné pryžové formy pre disperzné farby farby, určite by bolo možné vytypovať vhodnú formu pre rezervu. Tento postup však môže byť vyskúšaný v inej práci.

Vo všeobecnosti je však kvalita vytlačených testovacích obrazcov na digitálnej tlačiarňi veľmi dobrá na všetkých druhoch látok. Najkvalitnejšie sa javia vzorky na oboch bavlnených

látkach, pretože sú rozmerovo stále ale pri potlačí a praní sa vlákna nenatáhovali. Pri porovnaní oboch zmesových látok je už kvalita mierne horšia a obraz sa javí rozmazaný, alebo zdvojený. Vzorky vytvorené na ľanovej textílii, vykazujú v rámci možnosti veľmi dobrú tlač aj napriek tomu, že štruktúra textílie je hrubšia.

Pri vyhodnocovaní kvality vzoriek jednotlivých testoch, boli najodolnejšie pri teste praním vzorky vytvorené na ľanovej látke a vzorky vytvorené na bavlnených látkach. Vo všeobecnosti všetky modrotlačové vzorky, ktoré boli prané na 90°C neobstály a vykazovali vysoké farebné odchýlky, preto je najlepšie takto zhotovené textílie prať na nižších teplotách a to 40°C a 60°C. Všetky vzorky zhotovené digitálnou tlačou v tomto teste obstáli výborne a zmena bola minimálna aj pri teplote 90°C oproti modrotlačovým vzorkám. Navyše, voda po praní vzoriek vytvorených digitálnou tlačou bola takmer číra, zatiaľ čo pri modrotlačových vzorkách bola voda zafarbená či už viac, alebo menej (po opakovaných praniach) na modro. Tým pádom aj vzorky bielych látok, ktoré boli prané spolu s modrotlačovými vzorkami niesli známky zafarbenia. Pri digitálnej tlači nebola ani jedna z bielych vzoriek zafarbená

Pri testovaní oderu, podobne ako pri praní lepšie dopadli vzorky vytvorené digitálnou tlačou aj napriek tomu, že by vzorky modrotlačou mali byť oveľa odolnejšie ako už napovedajú vlastnosti indiga. Môžeme predpokladať, že po niekoľkom násobnom praní by sa miera oderu mala zlepšiť, pretože by sa malo vyplaviť prebytočné farbivo (aj keď pranie je súčasťou výrobného procesu).

Modrotlačové vzorky po vystavení žiareniu po dobe 72 nevykazovali žiadne, alebo takmer žiadne zmeny farebnosti. Naopak vzorka zhotovená digitálnou tlačou, úplne vybledla. Pri tomto teste sa ukazuje vysoká odolnosť indiga voči žiareniu.

Ďalším testom sa zisťovala miera odolnosti vzoriek pri použitia vyšších teplôt pri žehlení. Testovala sa miera prenesenia farbiva na bielu látku a na papier. Vykonaný bol suchý a test, pri ktorom všetky vzorky ukázali, že sú výborne odolné v rozmedzí teplôt 120°C až 180°C. Pri teplote 180°C bol vykonaný aj mokry test, ktorý dopadol rovnako ako predchádzajúce testy. To znamená, že ani jedna zo vzoriek pri testovaní nepreniesla čo i len malé množstvo farby na bielu látku alebo papier.

Testovaním váhy a hrúbky sa zistil mierny nárast hodnôt pri modrotlačových vzorkách. Vzhľadom na to že pri procese farbenia textílie musela byť nasatá farbiaci roztok nie je toto zistenie veľmi prekvapujúce. Avšak miera navýšenia týchto hodnôt je veľmi malá, takže

v konečnom výsledku nemá veľký vplyv na farbenú textíliu. Vzorky vyhotovené digitálnou tlačou zase vykazujú menšie alebo veľmi podobné výsledky. Čo je pravdepodobne zapríčinené impregnačným roztokom, ktorý sa nanášal na textílie pred samotnou tlačou.

Súčasťou diplomovej práce je aj CD, na ktorom sú spracované všetky vzorky, ktoré boli doložené k diplomovej práci aj vo fyzickej podobe v osobitných doskách.

Zoznam obrázkov

Obrázok 1. Ukážka drevenej formy.	18
Obrázok 2. Ukážka kovovej, kombinovanej formy, a kovovej formy, ktorá má plochy medzi plieškami vyplnené smolnou hmotou.	19
Obrázok 3. Roztok rezervy v Petrino miske.	20
Obrázok 4. Rastlina indigovníka farbiarskeho (<i>Indigofera tinctoria</i>).	22
Obrázok 5. Ukážka farbiva indiga vo forme prášku a vo forme drobných guliek.	23
Obrázok 6. Digitálna tlačiareň Textile Jet Tx2-160. [20]	28
Obrázok 7. Prístroj Gyrowash, na ktorom sa testované vzorky prali. [20]	31
Obrázok 8. Šedá škála (šedo-čierna).	31
Obrázok 9. Prístroj na testovanie oderu.	32
Obrázok 10. Šedá škála (šedo-biela).	32
Obrázok 11. Xenotest Alpha, na ktorom sa simulovala svetlostílosť vzoriek.	33
Obrázok 12. Modrá škála.	33
Obrázok 13. Negatívny a pozitívny testovací obrazec.	36
Obrázok 14. Obrazec tlačný na digitálnom tlačovom stroji.	37
Obrázok 15. Rezerva nanosená na sitovine.	39
Obrázok 16. Forma vytvorená na nanášanie rezervy pečiatkovaním.	40
Obrázok 17. Konštrukcia zo stavebnice Merkur, ktorá bola použitá pri rotačnom nanášaní rezervy.	41
Obrázok 18. Rezerva nanosená na fotopolymérnej flexotlačovej forme.	43
Obrázok 19. Ukážka odtieňov látok po jednotlivých farbeniach.	45
Obrázok 20. Testovacie obrazce vytvorené flexotlačou.	47
Obrázok 21. Testovacie obrazce vytvorené flexotlačou.	48
Obrázok 22. Testovací obrazec nanosený sieťotlačou o hustote 34 nití na cm.	49
Obrázok 23. Testovací obrazec nanosený sieťotlačou o hustote 43 nití na cm.	50
Obrázok 24. Testovací obrazec nanosený sieťotlačou o hustote 55 nití na cm..	50
Obrázok 25. Testovací obrazec nanosený sieťotlačou o hustote 120 nití na cm.	51
Obrázok 26. Pozitívny testovací obrazec, vytvorený na digitálnej tlačiarňi.	52
Obrázok 27. Negatívny testovací obrazec, zhotovený na oboch zmesových látkach.	52
Obrázok 28. Negatívny testovací obrazec, zhotovený na zvyšných textíliách.	53
Obrázok 29. Testovací obrazec nanosený rezervou upravenou PAL SDS.	54

Obrázok 30. Testovací obrazec nanosený neupravenou rezervou vľavo a rezervou upravenou čistiacim prostriedkom Jarou.

55

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1. Označenie použitých textílií.	37
Tabuľka 2. Hodnoty odchýlok po jednotlivých farbeniach.	46
Tabuľka 3. Hodnoty mernej svetlosti, odchýlok originálnej modrotlačovej škály a simulovanej digitálnej tlače vypočítané medzi jednotlivými farbeniami	57
Tabuľka 4. L* a* b* hodnoty finálneho odtieňa modrotlačových a digitálnych vzoriek.	58
Tabuľka 5. Odchýlky vytvorené kombináciou jednotlivých látok.	58
Tabuľka 6. Merná svetlosť a farebné odchýlky pri praní, pre modrotlač a digitálnu tlač.	60
Tabuľka 7. Hodnotenie vzoriek praním pomocou šedých škál.	62
Tabuľka 8. Hodnotenie oderu podľa šedej škály	64
Tabuľka 9. Hodnotenie svetlostálosti vzoriek, podľa modrej škály.	65
Tabuľka 10. Hodnoty váhy a rozdielov farbených a potlačených voči bielym vzorkám (hodnoty uvedené v g/m ²)	66
Tabuľka 11. Hodnoty hrúbky a rozdielov farbených a potlačených vzoriek voči nefarbeným a nepotlačeným vzorkám (hodnoty uvedené v mm)	67

Zoznam skratiek

ÚLUV - Ústredie ľudovej umeleckej výrovy

ECE -

PES - polyester

CMYK - tlačové farby, cyan - azúrová, magenta - purpurová, yellow - žltá a black - čierna

DOD - drop on demand

RIP - raster image procesor

PAL - Povrchovo aktívne látky

SDS - sodiumdodecilsulfát

NaOH - hydroxid sodný

H₂SO₄ - kyselina sírová

pomer 80/20 - pomer zloženia textílie, 80 % bavlna 20 % polyester

pomer 95/5 - pomer zloženia textílie, 95 % bavlna 5 % elastan

Použitá literatúra

- [1] *Tradiční barvení látek pomocí přírodních materiálů*. 2016., [online, cit. 5. 5. 2018]. Dostupné z: <http://www.spektrumzdravi.cz/remesla/tradicni-barveni-latek-pomoci-prirodnich-materialu>
- [2] VYDRA, Jozef. *Ľudová modrotlač na Slovensku*. vydanie prvé. Bratislava, Tvar, 1954
- [3] DANGLOVÁ, Oľga. *Modrotlač na Slovensku*. vydanie prvé. Bratislava, ÚĽUV, 2014, ISBN 9788089639120
- [4] German Comision for UNESCO. *Indigo blue-dyeing*. 2016. [online, cit. 8. 5. 2018] Dostupné z: <https://www.unesco.de/en/kultur/immaterielles-kulturerbe/german-inventory/inscription/indigo-blue-dyeing.html>
- [5] SIEBEROVÁ, Ivana. *Textilní rukodělné techniky na klatovsku ve druhé polovině 20. a na počátku 21. Století*. Klatovy, 2006. Diplomová práce. Karlová univerzita v Prahe. Vedúci práce: PhDr. Jaroslava Krupová
- [6] BRASSINGTON, Linda a spol., *Farbené do modra modrotlač v tradícii a móde*. Košice. ÚĽUV. 2014. ISBN 9788089639137
- [7] FERKLOVÁ, Daša. *Modrotlač*. Bratislava. ÚĽUV. 2009. ISBN 9788088852650
- [8] SANDBERG, Gosta. *Indigo textiles technique and history*, vydanie prvé. London, A&C Black, 1989. ISBN 0937274402
- [9] Národní ústav lidové kultúry. *Technológie výroby modrotisku*. 2014. [online, cit. 22. 3. 2018] Dostupné z: <http://www.nulk.cz/2017/02/07/technologie-vyroby-modrotisku/>
- [10] LEGRAND, Catherine. *Indigo The Colour that Changed the World*, vydanie prvé, London, Thames and Hudson Ltd, 2013, ISBN 9780500516607
- [11] Tričká.sk. *Digitálna tlač, Priama digitálna tlač na tričká a textil*. [online, cit. 6. 5. 2018] Dostupné z: <http://www.tricka.sk/tlac-digital>
- [12] Shirtinator.sk. *Potlač textilu - porovnanie tlačiarenských technik*. [online, cit. 4. 5. 2018], Dostupné z: <https://www.shirtinator.sk/vytvor-tricko/potlac-na-tricka/>

- [13] WELLS, Kate. *Fabric dyeing & printing*. prvé vydanie. London. Interweave Press. 1997, ISBN 1883010357.
- [14] HUNGER, Klaus. *Industrial Dyes, Chemistry, Properties, Applications*. vydanie prvé. Freiburg. John Wiley & Sons, 2003, ISBN 9783527304264
- [15] BALFOUR-PAUL, Jenny. *Indigo*. vydanie prvé. London. Archetype Publications, 2006, ISBN 1904982158
- [16] HANEČKOVÁ, Monika. Remeslo Umenie Dizajn. *Ošetrovanie modrotlačových textílií*. 3/2014, str. 57-58
- [17] Strážnický modrotisk. [online, cit. 28. 4. 2018] Dostupné z: <http://www.straznicky-modrotisk.cz>
- [18] HUNTER, A., RENFREW, A., *Reactive Dyes for Textile Fibres: The Chemistry of Activated [pi]-bonds as Reactive Groups and Miscellaneous Topics*. Society of Dyers and Colourists 1999, ISBN 9780901956750
- [19] FORTE-TAVČER, Petra. Tehnologija tiskanja tekstilij. Ljubljana. Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2010, ISBN 9789616045827
- [20] Department of Textiles, Graphic Arts and Design. prístrojové vybavenie katedry. Dostupné z: <https://www.ntf.uni-lj.si/ntf/en/research/ric-ul-ntf/equipment/department-of-textiles-oto-toi-igt/>
- [21] ISO 105-C10:2006 (E), Textiles - Tests for colour fastness - part C10: Colour fastness to washing with soap or soap and soda
- [22] ISO 105-X12:1993 (E), Textiles - Tests for colour fastness - part X12: Colour fastness to rubbing
- [23] ISO 105- B02:1994 (E), Textiles -- Tests for colour fastness - Part B02: Colour fastness to artificial light: Xenon arc fading lamp test
- [24] Kaplanová M. a kolektív: *Moderní polygrafie.*, Vydanie tretie., Svaz polygrafických podnikatelů, Praha, 2012
- [25] Ing. Tomáš Syrový Ph.D. Osobný rozhovor s učiteľom Univerzity Pardubice, Pardubice 2018-04-24

[26] Dodecysíran sodný. [online, cit. 5. 5. 2018] posledná aktualizácia 25. 2. 2018 Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Dodecyls%C3%ADran_sodn%C3%BD

ÚDAJE PRE KNIHOVNÍCKU DATABÁZU

Názov práce	Modrotlač
Autor práce	Bc. Veronika Kravcová
Odbor	Polygrafia (diplomová práca)
Rok obhajoby	2018
Vedúci práce	Ing. Jiří Hejduk, Ph.D
Anotácia	Popísanie a vyhotovenie modrotlačových vzoriek. Nanášanie rezervy sieťotlačou a flexotlačou. Vytvorenie simulácie modrotlače na digitálnom tlačovom stroji. Testovanie vyhotovených vzoriek a vyhodnotenie získaných poznatkov.
Kľúčové slová	modrotlač, flexotlač, sieťotlač, simulácia digitálnou tlačou