

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko–technologická

Srovnání sublimačního a transferového potisku textilu

Bc. Michaela Česáková

Diplomová práce

2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michaela Česáková**  
Osobní číslo: **C16587**  
Studijní program: **N3441 Polygrafie**  
Studijní obor: **Polygrafie**  
Název tématu: **Transferový a sublimační tisk pro potisk textilu**  
Zadávající 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 transferového a sublimačního tisku
2. Navrhněte postupy pro testování jednotlivých technik, vypracujte testovací obrazec
3. V experimentální části zhotovte vzorky jednotlivými technikami, proveďte přenos na textil a tyto textilní vzorky dále zkoumejte
4. Získané výsledky vyhodnoťte a přehledně 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

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 11. 05. 2018

Bc. Michaela Česáková

#### Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce Ing. Jiřímu Hejdukovi, Ph.D. a paní prof. Dr. Petře Evě Forte Tavčer za jejich odborné vedení a cenné rady při psaní diplomové práce. Také bych ráda poděkovala firmám Trikostisk s. r. o. (Brno), Sedmik s. r. o. (Střítež u Jihlavy) a Quo s. r. o (Benešov), které mi poskytly materiály pro zhotovení této diplomové práce. Děkuju též celé své rodině, která mně podporovala během celé doby studia...

## ANOTACE

Práce je věnována potisku textilu přímým a nepřímým způsobem. Zaměřena je zejména na porovnání sublimačního a transferového potisku zhotovených na třech druzích tkaniny – 100% bavlněná tkanina, směs tkaniny 65 % bavlna a 35 % polyester a 100 % polyesterová tkanina. Zhotovené vzorky přímým a nepřímým tiskovým způsobem jsou následně podrobovány testům na odolnost při otěru, světlostálosti, praní a teplotstálosti.

.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Tkanina, přímý a nepřímý potisk textilu, sublimační potisk, transferový tisk, teplotstálost, odolnost otěru, praní, světlostálost

## TITLE

Comparison of sublimation and transfer printing

## ANNOTATION

The thesis focuses on the direct and indirect textile printing methods. The main area of focus is the comparison of sublimating and transferring printing technology on three types of fabric – 100% cotton, 65% cotton and 35% polyester blend and 100% polyester. The samples made by direct and indirect printing methods were tested for abrasion resistance, colour stability, washing and thermal stability.

## KEYWORDS

Fabric, direct and indirect print by fabric, sublimation print, transfer print, thermostability, rubbing, washing, light-fastness

# Obsah

Seznam obrázků.....	10
Seznam tabulek.....	12
Seznam zkratk.....	15
Úvod.....	16
1. Textil.....	17
1.1 Úpravy textilu.....	18
1.1.1 Bavlna.....	18
1.1.2 Polyester.....	20
1.2 Přílnavost barvy k textilu.....	23
2. Potisk textilu.....	24
3. Přímý potisk.....	25
3.1 Digitální technika.....	25
3.1.1 Způsoby tisku používané při potisku digitální technikou.....	26
3.1.2 Předtisková příprava.....	28
3.1.3 Tisk.....	29
3.2 Sítotisková technika.....	30
3.2.1 Předtisková příprava.....	31
3.2.2 Tisk.....	31
4. Nepřímý potisk.....	33
4.1 Sublimační potisk.....	36
4.1.1 Sublimační tisk zhotovený prostřednictvím sítotiskové techniky.....	38
4.1.2 Sublimační tisk zhotovený prostřednictvím digitální techniky.....	40
4.1.3 Vlastnosti.....	43
4.2 Transferový potisk.....	47
4.2.1 Transferový potisk zhotovený sítotiskovou technikou.....	48
4.2.2 Transferový potisk zhotovený prostřednictvím fólie.....	50

4.2.3	Vlastnosti .....	52
5.	Praktická část .....	57
5.1	Příprava vzorků .....	57
5.1.1	Tkanina .....	57
5.1.2	Tiskový motiv .....	58
5.1.3	Přímý potisk textilu.....	59
5.1.4	Nepřímý způsob potisku textilu – sublimační tisk.....	61
5.1.5	Nepřímý způsob potisku textilu – transferový tisk.....	61
5.2	Zkoušky tisku .....	63
5.2.1	Odolnost při otěru .....	63
5.2.2	Světlostálost .....	65
5.2.3	Praní .....	66
5.2.4	Odolnost teplotě .....	68
5.3	Vyhodnocení jednotlivých zkoušek tisku .....	68
5.3.1	Způsoby vyhodnocování.....	68
5.3.2	Odolnost při otěru .....	71
5.3.3	Světlostálost .....	74
5.3.4	Praní .....	80
5.3.5	Odolnost teplotě .....	84
5.4	Srovnání jednotlivých technik potisku .....	85
5.4.1	Velikost a čitelnost písma .....	86
5.4.2	Síla linek .....	88
5.4.3	Pérovkový obraz .....	90
5.4.4	Síťový obraz .....	90
5.4.5	Síla nanesené vrstvy.....	91
5.4.6	Hmotnost nanesené vrstvy .....	91
5.4.7	Propustnost vzduchu .....	92

Závěr .....	94
Seznam použitých informačních zdrojů .....	97
Přílohy.....	103

## Seznam obrázků

Obrázek 1 $\beta$ -glykopyranóza .....	19
Obrázek 2 Základní strukturní jednotka celulózy .....	19
Obrázek 3 Struktura polyesteru .....	21
Obrázek 4 Princip digitální techniky – kontinuální ink-jet.....	26
Obrázek 5 Princip digitální techniky – drop-on-demand.....	27
Obrázek 6 Princip digitální techniky – piezoelektrický způsob .....	27
Obrázek 7 Ukázka digitálního tisku.....	29
Obrázek 8 Potisk textilu sítotiskovou technikou s použitými barvami puff.....	30
Obrázek 9 Schéma lisu založeného na principu plocha proti ploše.....	35
Obrázek 10 Ukázka rotačního lisu.....	35
Obrázek 11 Požadovaná barevnost výsledného tisku sublimačními barvami při tisku sítotiskovou technikou s označením jednotlivých barev podle vzorníku Pantone .....	39
Obrázek 12 Natištěné odstíny barev potřebné pro dosažení požadovaného odstínu barev před přenesením motivu.....	39
Obrázek 13 Natištěné odstíny barev potřebné pro dosažení požadovaného odstínu barev po přenosu motivu na textil v lisu s otištěnou strukturou hokejového dresu.....	40
Obrázek 14 Detail barvy PANTONE Process Blue C na přenosovém papíře.....	40
Obrázek 15 Požadovaný tiskový motiv .....	41
Obrázek 16 Vytištěný požadovaný tiskový motiv na přenosovém papíru před přenosem.....	42
Obrázek 17 Tiskový motiv po přenosu na 100 % PES.....	42
Obrázek 18 Vytištěný požadovaný tiskový motiv na přenosovém papíru po přenosu.....	43
Obrázek 19 Detail textílie po provedeném sublimačním přenosu .....	43
Obrázek 20 Transferový tisk zhotovený plastizolovými barvami s naprášeným lepidlem po průchodu horkovzdušným tunelem na přenosovém papíře .....	49
Obrázek 21 Natištěný motiv přenesený na tkanině ze 100% bavlny.....	49
Obrázek 22 Detail vytištěného motivu s jasně viditelnou vrstvou tištěné barvy a struktury tkaniny .....	49
Obrázek 23 Transferový papír potištěný plastizolovými barvami po provedeném přenosu ....	50
Obrázek 24 Ukázka potisku textilu zhotoveného celobarevnou fólií .....	51
Obrázek 25 Ukázka potisku textilu zhotoveného potištěnou fólií.....	52
Obrázek 26 Testovací obrazec pro posouzení možností jednotlivých tiskových technik .....	58

Obrázek 27 Testovací obrazce vytvořené pro zkoumání odolnosti vůči praní.....	59
Obrázek 28 Electronic Crockmeter M238BB.....	64
Obrázek 29 Martindale Wear & Abrasion Tester M235 .....	64
Obrázek 30 Testovací zařízení Gyrowash 815 .....	67
Obrázek 31 Otáčecí hřídel testovacího zařízení Gyrowash 815 s umístěnými nerezovými nádobami s testovanými vzorky.....	67
Obrázek 32 Šedá škála používaná při vyhodnocování testované tkaniny .....	70
Obrázek 33 Šedá škála používaná pro vyhodnocení míry zbarvení přiložených tkanin využitých při testování.....	70

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Způsoby poškození vláken a jejich projevy.....	21
Tabulka 2 Souhrn společných charakteristických vlastností sublimačního potisku textilu přes transferový papír natištěný sítotiskovou a digitální technikou z pohledu použitého materiálu .....	44
Tabulka 3 Souhrn společných charakteristických vlastností sublimačního potisku textilu přes transferový papír natištěný sítotiskovou a digitální technikou z polygrafického pohledu.....	45
Tabulka 4 Souhrn doplňujících charakteristických vlastností sublimačního potisku textilu přes transferový papír natištěný sítotiskovou a digitální technikou z polygrafického pohledu.....	45
Tabulka 5 Souhrn společných charakteristických vlastností sublimačního potisku textilu přes transferový papír natištěný sítotiskovou a digitální technikou z pohledu koncového uživatele .....	46
Tabulka 6 Souhrn charakteristických vlastností (výhod a nevýhod) transferového potisku textilu zhotoveného přes transferový papír natištěný sítotiskovou technologií z pohledu použitého materiálu .....	52
Tabulka 7 Souhrn charakteristických vlastností (výhod a nevýhod) transferového potisku textilu zhotoveného pomocí speciálních fólií z pohledu použitého materiálu.....	53
Tabulka 8 Souhrn charakteristických vlastností (výhod a nevýhod) transferového potisku textilu zhotoveného přes transferový papír natištěný sítotiskovou technologií z polygrafického pohledu.....	54
Tabulka 9 Souhrn charakteristických vlastností (výhod a nevýhod) transferového potisku textilu zhotoveného pomocí speciálních fólií z polygrafického pohledu .....	54
Tabulka 10 Souhrn společných charakteristických vlastností transferového potisku textilu zhotoveného sítotiskovou technikou z pohledu koncového uživatele .....	55
Tabulka 11 Souhrn společných charakteristických vlastností transferového potisku textilu zhotoveného speciálními fóliemi z pohledu koncového uživatele .....	56
Tabulka 12 Charakteristika jednotlivých použitých tkanin .....	58
Tabulka 13 Přehled jednotlivých barviv použitých při výrobě referenčních modrých tkanin do hodnotící škály .....	65

Tabulka 14 Možností nastavitelných technických parametrů přístrojového zařízení Xenotest Alpha .....	66
Tabulka 15 Doplnkové tkaniny pro testování odolnosti vzorků vůči praní určené normou.....	66
Tabulka 16 Podmínky testování určené normou .....	68
Tabulka 17 Hodnoty barevné odchylky a jejich význam .....	69
Tabulka 18 Výsledky vyhodnocení testované tkaniny potištěné jednou z testovaných technik.....	71
Tabulka 19 Výsledky vyhodnocení oděrové tkaniny sloužící pro vyhodnocení testu odolnosti oděru.....	72
Tabulka 20 Nastavené hodnoty na testovacím zařízení Xenotest Alpha .....	74
Tabulka 21 Výsledky spektrometrického měření hodnotící modré škály po provedeném testu světlostálosti .....	75
Tabulka 22 Výsledky vizuálního hodnocení testovaných vzorků na test světlostálosti .....	75
Tabulka 23 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných přímou digitální technikou .....	76
Tabulka 24 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných přímou sítotiskovou technikou.....	76
Tabulka 25 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných nepřímou sublimační technikou .....	77
Tabulka 26 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných nepřímou sítotiskovou technikou .....	77
Tabulka 27 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných nepřímou technikou zhotovenou prostřednictvím celobarevné fólie.....	77
Tabulka 28 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných nepřímou technikou zhotovenou prostřednictvím potištěné fólie.....	78
Tabulka 29 Srovnání hodnot instrumentálně naměřeného a vizuálního vyhodnocování testu světlostálosti .....	78
Tabulka 30 Výsledky hodnocení instrumentálně zjištěných hodnot testu světlostálosti podle stupnice získané instrumentálním měřením modré škály .....	79
Tabulka 31 Porovnání hodnot testu světlostálosti vizuálně a instrumentálně vyhodnocených	79
Tabulka 32 Výsledky testovaných vzorků na odolnost proti praní zhotovených přímou digitální a sítotiskovou technikou potisku.....	81

Tabulka 33 Výsledky testovaných vzorků na odolnost proti praní zhotovených nepřímou sublimační a transferovou technikou potisku zhotovenou prostřednictvím sítotiskové techniky .....	82
Tabulka 34 Výsledky testovaných vzorků na odolnost proti praní zhotovených nepřímou transferovou technikou potisku zhotovenou prostřednictvím celobarevné a potištěné fólie.....	82
Tabulka 35 Srovnání čitelnosti písma reprodukovatelných jednotlivými tiskovými technikami.....	87
Tabulka 36 Výsledná reprodukce síly linek zhotovených jednotlivými tiskovými technikami.....	88
Tabulka 37 Síla nanesené barvotvorné vrstvy jednotlivými tiskovými technikami.....	91
Tabulka 38 Udané a naměřené hmotnosti potiskovaných tkanin .....	92
Tabulka 39 Naměřené hodnoty hmotnosti vzorků potištěných jednotlivými tiskovými technikami.....	92
Tabulka 40 Naměřené hodnoty propustnosti vzduchu potiskovaných tkanin .....	92
Tabulka 41 Naměřené hodnoty propustnosti vzduchu vzorků potištěných jednotlivými tiskovými technikami .....	93

## Seznam zkratek

CO	bavlna ~ z angl. <i>cotton</i>
PES	polyester ~ z angl. <i>polyestere</i>
OZP	opticky zjasňující prostředky
dpi	body na palec ~ z angl. <i>dots per inch</i> (1 palec = 2,54 cm)
PA	polyamid ~ z angl. <i>polyamide</i>
PAN	polyakrylonitril ~ z nagl. <i>polyacrylonitrile</i>
PE	polyethylen ~ z angl. <i>polyethylene</i>
CA	acetát ~ z angl. <i>celulose acetate</i>
WO	vlna ~ z angl. <i>wool</i>
CV	viskóza ~ z angl. <i>viscose</i>
SI	přírodní hedvábí ~ z nagl. <i>natural silk</i>

## Úvod

Tato práce pojednává o srovnání transferového a sublimačního potisku textilu různými konvenčními způsoby tisku. Sublimační a transferový potisk textilu jsou rozdílné techniky potisku textilu, přičemž obě techniky jsou založené na nepřímém potisku textilu. Sublimační a transferový potisk textilu se od sebe liší zejména použitými barvami, způsobem uchycení barvy na vláknech textilie a použitým materiálem na textili. Jedním z cílů této práce bylo ujednocení, jaké možnosti tyto nepřímé technologie potisku textilu nabízí a jakými vlastnostmi se vyznačují.

V práci jsou popsány některé, již zmíněné, konvenční techniky – digitální tisk a sítotisk, kterými je také textilní materiál potištěn. Rozebírány jsou zde i jejich principy a zhotovení tiskové šablony. Část práce je také věnována textilu jako materiálu. Přesněji je věnována dvěma druhům tkanin a to bavlně a polyesteru. Na tyto tkaniny je v praktické části prováděn tisk zmíněnými tiskovými technikami. Pro obě uvedené tkaniny jsou v práci popisovány jejich vlastnosti, používaná terminologie, způsoby zušlechťení, úpravy před potiskem nebo jejich možná degradace (příčiny a následky).

Praktická část práce je zaměřena na testování vzorků zhotovených jednotlivými tiskovými technikami. Testování vzorků je zaměřeno na pohled konečného uživatele a podle toho byly vybrány i testy, kterým byly vzorky podrobeny. Zkoumány byly vlastnosti jednotlivých tiskových technik na odolnost vůči oděru, odolnost vůči praní, na světlostálost a teplostálost. Součástí práce je také vyhodnocení a posouzení možností tisku zhodnoceného podle vytvořeného testovacího obrazce obsahujícího text, různé síly linek (a jejich proložení), síťový a pérovkový obraz.

# 1. Textil

Textil je výrobek z přírodních nebo syntetických vláken, které jsou různou formou protkané do sebe. Z takto upravených, spřádených vláken, je zhotovována látka, která je následně používána v různých průmyslových odvětvích – módním, automobilovém, leteckém,...

Vlákna, ze kterých je látka zhotovována, mohou být přírodního nebo syntetického původu. Přírodní vlákna jsou získávána z rostlin (len, bavlna, konopí,...) nebo ze srsti živočichů (ovce, velbloudi,...). Syntetická vlákna jsou získávána uměle z přírodních polymerů nebo syntetických polymerů. Pro účel diplomové práce budou dále rozebírány pouze textilní materiály, které budou testovány v praktické části práce – jedná se o bavlnu a polyester (také označovaný zkratkou PES). Tyto textilní materiály byly vybrány v závislosti na tiskových technikách, které jsou používány pro zkoumané metody potisku, tedy pro sublimační a transferový potisk textilu.

V souvislosti s textilem a tiskem je důležitá úprava textilu před samotným tiskem i po jejich potisku. Před tiskem jsou prováděny úpravy textilu pro odstranění zbytků nečistot a jejich vhodnou povrchovou úpravu. Pro některé tiskové techniky potisku textilu je nutné znát i strukturu vlákna, na které má být barva uchycena i jak materiál reaguje na činidla (používaná pro úpravu textilu), bělení či optické zjasňování (které je důležité pro věrnější vyobrazení tištěných barev na materiál z hlediska barevných odchylek od původní předlohy). Dalším důležitým faktorem, na který je kladen důraz jsou fyzikální a chemické vlastnosti vláken textilu, které mají rozdílné vlastnosti v závislosti na jejich chemickém složení a způsobu jejich výroby.

## 1.1 Úpravy textilu

Proto, aby mohl být textil použit pro potisk barvami a získat tak další přidanou hodnotu, musí být z výroby nejdříve upraven. Úpravy se provádí u přírodních vláken pro odstranění živočišných zbytků, jako jsou zbytky tuku (které obsahuje srst, ze které je tkanina vyrobena) a olejů (které se používají na promazávání strojů, ve kterých se tkanina spřádá). Přebytek těchto látek ovlivňuje chemickou strukturu vláken i jejich adhezi, která je pro přijetí barvy na jejím povrchu pro barvení velmi důležitá. Při výběru mezi přírodním a syntetickým materiálem je zapotřebí zohlednit jejich vlastnosti a účel použití.

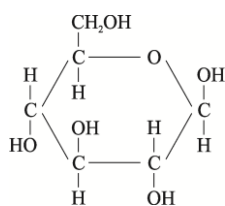
Přírodní materiály jsou příjemnější na omak, mají vyšší savost a nižší schopnost vázání mastných nečistot, které se snadněji odstraňují než z vláken syntetických.

Naproti tomu jsou syntetická vlákna přizpůsobivější a lépe si drží svůj tvar. Syntetická vlákna jsou také více nemačková a mají vyšší odolnost při otěru. Jejich velkou nevýhodou je vyšší teplotní citlivost než u přírodních materiálů. U syntetických vláken musí být dáván větší pozor na zvýšenou teplotu, se kterou přijde materiál do styku zejména při praní nebo žehlení výrobku. Při použití nevhodné teploty má materiál tendenci se smršťovat a vykazovat nežádoucí vlastnosti nevhodné pro potisk nebo další zpracování.

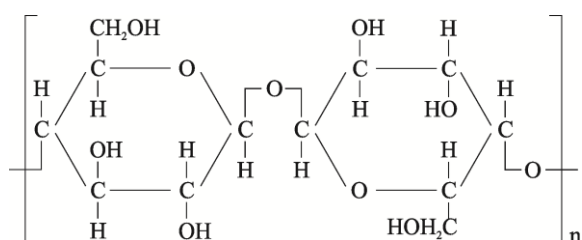
### 1.1.1 Bavlna

#### *Struktura*

Bavlna (označovaná také pod zkratkou CO z angl. cotton) je přírodní látka, která se skládá z celulósových buněk. Základní stavební jednotkou je  $\beta$ -glykopyranóza (zobrazena na Obrázku 1 [1, 2]), která je spojena do polymeru 1,4-glykosidickými vazbami. Spojením několika tisíc takovýchto buněk vzniká makromolekula celulózy (zobrazena na Obrázku 2 [1, 2]), která je umístěná v bavlně. Chemické složení bavlny není možné vždy zcela jednoznačně určit. Jeho složení je totiž závislé na druhu bavlny, na zralosti (rostliny, ze které je bavlna vyrobena), půdních a na povětrnostních podmínkách (ve kterých byla rostlina vypěstována). [1]



Obrázek 1  $\beta$ -glykopyranóza



Obrázek 2 Základní strukturní jednotka celulózy

### *Fyzikální a chemické vlastnosti bavlny*

Bavlna je materiál, který je z chemického a fyzikálního hlediska velmi ovlivnitelný alkoholovou skupinou  $-OH$ , kterou obsahuje. Mezi těmito alkoholovými skupinami  $-OH$  vznikají vodíkové můstky, které způsobují tuhost makromolekul. Vodíkové můstky dále zapříčiňují nerozpustnost celulózy ve vodě a běžných rozpouštědlech.

Alkoholové skupiny  $-OH$ , které netvoří vodíkové můstky a jsou tudíž volné, na sebe vážou vodu. Tyto volné  $-OH$  skupiny jsou hydrofilního charakteru. Vzhledem k jejich charakteru a množství volných skupin, je jejich schopnost vázat vodu ve větší míře omezená. Při navázání vody tedy nedojde k rozpuštění celulózy, ale pouze k jejímu nabobtnání. [1]

### *Vliv čínidel*

Celulóza se skládá z krystalické a amorfni oblasti. Krystalická část je pravidelně uspořádaná v mřížkách. Naproti tomu amorfni část celulózy je neuspořádaná část. Neuspořádaná část, obsažená v látce je obecně reaktivnější než pravidelně uspořádaná. Celulóza je jako látka obsahující pouze 30 % amorfni oblasti málo reaktivní látkou [1].

V potaz musí být brány reakce, které ovlivňují molekulární řetězec látky – např. vlivem reakcí významně změni délku řetězce. Změna délky řetězce přispívá ke snížení pevnosti celulóзовých vláken, což je nežádoucí jev. Také bobtnání vláken je způsobeno přerušením vodíkových můstků v systému, které vede ke změně tvarových a mechanických vlastností. [2]

Reakce vedoucí k nežádoucímu ovlivnění celulóзовých vláken, včetně chemikálií, které je ovlivňují, jsou popsány v Chemicko–textilních rozborech od autorů Wienera, Průšové a Kryštůfka vydané v roce 2008.

### *Bělení*

Bělení je chemický proces, při kterém se upravuje textilní látka na požadovaný odstín. Jedná se především o odstranění nečistot nebo kompletní změnu odstínu textilu po jeho zhotovení.

Požadovaného odstínu je možno dosáhnout technikou bělení, které je dosaženo oxidací nebo redukcí látky v textilu. V případě bavlny se k bělení oxidací používá chemická sloučenina chlornan sodný NaClO (který dosahuje velkého stupně bělosti) nebo peroxid vodíku H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (který je k látce šetrnější). Bělení tkaniny oxidačním způsobem dosahuje, na rozdíl od redukčního způsobu, stálejších výsledků. Při bělení tkaniny redukčním způsobem zůstávají ve vlákních části nečistoty, které jsou vlivem procesu bělení také zredukovány, avšak postupem času tyto nečistoty opět oxidují a způsobují žloutnutí materiálu a změnu barevného odstínu tkaniny. Přesný popis bělení, včetně popsání děje chemickými rovnicemi je popsán v literatuře Zušlechťování textilií vydané roku 2008. [1]

### *Optické zjasňování*

Optické zjasňování je prováděno pomocí opticky zjasňujících prostředků, dále jen OZP. Princip OZP látek je založen na molekulách absorbujících okem neviditelnou oblast UV záření. Tyto látky převádí UV záření do oblasti viditelného záření – na světlo. Takto upravený materiál, je na pohled pro konečného uživatele líbivější a zářivější než materiál bez OZP prostředků – tedy neupravovaný materiál. Schopnost OZP látek přetvářet záření z UV oblasti do oblasti viditelného světla je způsobeno konjugovanými vazbami, které obsahují. [1]

## **1.1.2 Polyester**

### *Struktura*

Polyester je syntetická látka, k jejíž výrobě se nepoužívají přírodní makromolekulární látky. Syntetická látka je vyráběná z jednoduchých nízkomolekulárních látek, které jsou vhodnou chemickou reakcí spojovány v dlouhý řetězec molekul lineárního tvaru.

Polyester (dále také označován pod zkratkou PES), vzniká polykondenzací kyseliny tereftalové a ethylenglykolu [1, 3]. Popis výroby polyesteru je podrobněji rozepsán v literatuře Předúprava textilií II od Ing. Machaňové, pro ukázkou je zde pouze uvedena struktura polyesteru, která je znázorněna na Obrázku 3 [3].



Obrázek 3 Struktura polyesteru

Při manipulaci se syntetickými látkami musí být brány v potaz vlivy, které by mohly vlákna nežádoucím způsobem poškodit. V Tabulce 1 jsou vypsány způsoby, kterými může dojít k poškození vláken a projevy, kterými se vyznačuje poškození vláken [2].

Tabulka 1 Způsoby poškození vláken a jejich projevy

Způsoby poškození vláken	použití některých kyselin a zásad
	nevhodné použití oxidačních nebo redukčních látek
	použití nevhodných rozpouštědel
	působení vysokých teplot
Projevy poškození vláken	vliv záření
	pokles mechanických vlastností
	změna absorpčních vlastností
	změna vlastností při zpracování

### *Fyzikální a chemické vlastnosti*

Výroba polyesteru je rozdělena do dvou fází výroby [1]. První fáze zahrnuje přípravu vysokomolekulární látky a ve druhé fázi dochází ke zvláknování látky. Typickým stádiem výroby vláken PES je tzv. dloužení. Při tomto procesu jsou vlákna polyesteru uměle prodlužována za zvýšené nebo snížené teploty na jejich několikanásobnou délku. Jednotlivá vlákna jsou také upravována na molekulové úrovni. Jednotlivé neuspořádané molekuly se srovnávají ve směru vláken a tím dochází k jejich jednotné orientaci. Přiblížením makromolekul vzájemně vůči sobě, se zvyšuje krystalinita vláken, což zapříčiňuje, že vlákna jsou pevnější a mají uzavřenější vnitřní strukturu. Uzavřenější a vnitřní struktura se projevuje vyšší pevností a nižší tažností vláken materiálu. Při prodlužování vzniká ve vláknech materiálu vnitřní pnutí, čímž se vlákno nenachází ve zcela stabilním stavu. Účinek vnitřního pnutí

se projevuje za určitých podmínek, jako je například při praní při vyšší než doporučené teplotě nebo při žehlení materiálu, při kterém dochází k prudkému zahřátí materiálu. Účinek vnitřního pnutí se projeví sražením materiálu a uvolněním přebytečného pnutí. Jinak řečeno, makromolekuly při zvýšené teplotě zaujmou nejvýhodnější vzájemnou polohu.

Syntetická vlákna mají vysokou pevnost. Dále je pro ně charakteristická dobrá odolnost při otěru a vyznačují se pružností, díky které jsou výrobky z této látky nemačkové. Vzhledem k tomu, že se jedná o syntetickou látku, nemusí být tento materiál příjemný na omak. Problémem je i malá savost materiálu, která je taktéž zapříčiněna strukturou materiálu ze syntetického vlákna. Problém savosti materiálu se nechá odstranit, alespoň částečně, přimícháním jiného přírodního materiálu k syntetickému materiálu (např. příměs syntetických polyesterových vláken s vlákny bavlny). [1]

Dle zdroje [3] je polyester citlivý vůči alkáliím v teplém prostředí. Vlivem nežádoucích podmínek může dojít k nabobtnání látky a následnému obtížnému přijetí barviva na látku. Polyester může nabobtnat jen z 0,3–0,4 %, což je sice malé procento, ale i tak by mohlo ovlivnit přijetí barvy na vlákno textilu. Materiál jako takový, odolává i vysokým teplotám okolo 150°C. Jeho teplota měknutí je 230–240°C a proto tato teplota nesmí být překročena, aby materiál nebyl nenávratně poškozen.

### *Bělení a optické zjasňování*

Syntetická vlákna jsou již od zhotovení dostatečně bílá, proto se nadále nemusí barvit a používat bělicích prostředků [1]. Bělicích prostředků se používá pouze v případě, kdy se na materiál bude následně ještě tisknout motiv, proto je nutné upravit vlákna, aby vytvářela dostatečně bílý podklad pro aplikovanou barvu. Bělost je v tomto případě velmi důležitá, aby tištěná barva byla na textilu dostatečně viditelná. Dalším důvodem, proč by měla být vlákna bělená, může být i fakt, že vlákna jsou zbarvená od jejich výroby nebo by mohla zežloutnout během jejich následného zpracování [1].

K bělení se využívá dithioničitan sodný  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  a chloritan sodný  $\text{NaClO}_2$ , který se může použít v neomezeném množství. Po procesu bělení je nutný následný oplach a antichlorování vláken. Neodstraněné použité chemické látky by později způsobily změnu odstínu vláken a žloutnutí vláken – vyrobené tkaniny. Barevná změna by se projevila především při tepelném zpracování materiálu. Popis procesu bělení včetně popsání jednotlivých kroků je uvedeno v literatuře Zušlechťování textilií z roku 2008. [1]

## 1.2 Přílnavost barvy k textilu

Jak již bylo zmíněno, v této práci jsou rozebírány dva typy vláken, ze kterých je zhotovována textilie – přírodní a syntetická. Tyto dva typy tkaniny jsou v textilním průmyslu běžně využívány, proto jsou pro ně zkoumány jejich vlastnosti ovlivňující přílnavost barvy na jejich povrchu a faktory s problémy týkajícími se jejich výroby [4].

Přílnavost barvy textilií je ovlivněna několika protichůdnými faktory. Mezi tyto faktory patří pomocné prostředky (které se používají při zpracování vláken textilie), přírodní nečistoty obsažené ve vláknech (např. tuk z ovčí vlny) nebo nečistoty, které materiál získá během jeho zpracování při výrobě textilie jako takové ve výrobním zařízení. Tyto nečistoty mohou být způsobeny např. nechtěným nanesením promazávacího oleje ze stroje na textilií nebo zachycením částicových nečistot textilií.

Při vyrábění textilie vznikají zejména dva hlavní problémy, se kterými se vědci a technologové potýkají. První problém se týká změny rozměru materiálu. Specialisté se snaží o navržení materiálu tak, aby byl materiál pružný a nebyl deformován při relativně malém namáhání nebo zátěži. V ideálním stavu, by měl být tento proces pro materiál, který se po námaze navrátí opět do své původní podoby. Druhým problémem je hydrofilita vláken a absorpce vzdušné vody z atmosféry nebo při ponoření do vody.

V tomto ohledu může docházet k prodlužování nebo smršťování vláken, což jsou nežádoucí efekty a při potisku textilie by mohly zásadně ovlivnit výsledný tisk a to tak, že během vícebarevného potisku textilu by mohlo dojít ke zmíněným efektům a nedošlo by k dokonalému soutisku barev a tím pádem k výrobě zmetku.

Všechny tyto uvedené faktory [4] ovlivňují tkaninu i při zpracování konečným uživatelem, který tkaninu vystavuje vodě při praní, teplu v sušičce i páře při žehlení.

## 2. Potisk textilu

Potisk textilu patří mezi zajímavé a bezpochyby potřebné technologie, kterou se polygrafické odvětví průmyslu zabývá. Jelikož se textilní materiál vyskytuje nejen v módním průmyslovém odvětví, ale i v odvětví automobilovém, elektrotechnickém, dekorativním, sportovním, obuvnickém, apod., musí být počítáno s tím, že i v těchto odvětvích bude textilie potištěna a bude na ni kladen důraz co největší odolnosti motivu soudržnosti vrstvy potisku i soudržnosti potisku vůči textili.

Při této rozličnosti potiskovaných materiálů (co do variant použitých tkanin, různého zpracování, možnosti umístění tištěného motivu apod.) je zapotřebí vědět, jak a zda je textili (nebo hotový výrobek) možné zušlechtit potiskem. Pro potisk textilu je zapotřebí vědět jaká textilie bude potiskována a jaké možnosti (techniky) jsou pro její potisk na trhu dostupné.

Textil jako takový lze potisknout hned několika tiskovými technikami. Prvním faktorem, kterým se musí tiskař zabývat při potisku textilu, je fakt, zda se textil (myšleno a dále uvažováno jako hotový výrobek, např. tričko) nechá potisknout přímo nebo se musí použít některý z nepřímých způsobů potisku.

Mezi přímé techniky, jimiž jde textil potisknout, patří digitální technika nebo technika sítotisková. Při těchto způsobech potisku dochází k přímému přenosu barvy na textil bez použití dalšího materiálu.

Při použití dalšího média, které slouží jako nosič barvy před samotnou aplikací na textil, je tento způsob potisku označován jako nepřímý potisk. Nepřímý způsob potisku může být zhotoven buď aplikací barvy na speciální přenosový papír [5-16] nebo může být zhotoven výřezem do speciální fólie [6, 17-25].

### 3. Přímý potisk

Pro přímý potisk textilu je používáno digitální techniky na odpovídajících tiskových strojích nebo sítotiskové techniky. Techniky obou těchto způsobů jsou popsány v kapitolách níže uvedených (3.1 Digitální technika a 3.2 Sítotisková technika).

Výhodou přímého potisku textilu je její rychlost. Čímž je myšleno, že po přenesení barvy na textil a jejím zasušení, je textil hotov a připraven pro další úpravu bez nutnosti dalších úprav či jiných úkonů prodlužujících dobu dodání výrobku zákazníkovi.

#### 3.1 Digitální technika

Digitální technika je způsob tisku, který na rozdíl od ostatních tiskových technik nemá fyzicky zhotovenou tiskovou formu. Její princip je založen na vytvoření tiskového motivu prostřednictvím dat zaslaných přes počítač. Základní výhodou této techniky je tisk požadovaného motivu v malém nákladu, doslova po kusech za přijatelnou cenu. Další výhodou je fakt, že tato technika nabízí možnost tisku individuálních tištěných motivů na každém kusu tištěné zakázky.

Tisk touto technikou umožňuje potisk i vyvýšených míst na textilu, je tak tedy možné potisknout i hotový textilní výrobek. Umístění tištěného motivu je možné provést i přes záhyby u mikiny, přes zapínání u kalhot nebo zhotovit potisk jako lemování kapsy na textilu.

Při tisku touto technikou může nastat problém s textilem, jako s textilním materiálem. Textilní materiál kromě vláken (přírodních či syntetických) obsahuje řadu dalších materiálů, jako jsou např. barviva nebo plnidla, která se při výrobě vláken, poté tkaniny, používají. Poměr těchto doplňujících materiálů může být rozdílný i v případě stejného výrobku, ale jiné velikosti (např. tričko velikosti S a tričko velikosti L nemusí mít stejné složení vláken tkaniny a tedy se od sebe liší – mají rozdílné chování, odlišnou přijímatelnost barvy, odlišnou reakci na některé chemikálie používané při tisku). [26]

Rozdílné složení textilu vede k různým vlastnostem výrobku a je potom důležité mít možnost vyzkoušet si tisk na několika kusech tištěného textilu napříč velikostmi, aby byla zjištěna ideální doba schnutí barvy na textilií s použitím ideálního množství podkladové kapaliny. Podkladová kapalina je speciální kapalina, která se nanáší v tiskovém stroji na textilií v místě,

kteřá mají být potištěna, aby tam vyplnila prázdna místa mezi oky tkaniny a tištěná barva, tak mohla ulpět na povrchu textilu. [26]

Při tisku touto technikou je barva natištěna na povrchu jednotlivých vláken. Při mechanickém namáhání tkaniny se obraz zdeformuje stejně jako vlákna. Po návratu tkaniny do původního stavu se obraz vrátí bez vnějšího poškození.

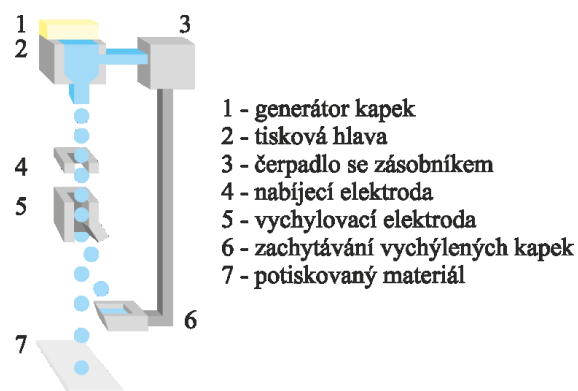
### 3.1.1 Způsoby tisku používané při potisku digitální technikou

Při přímém potisku textilu digitální technikou je využíváno ink-jetového principu tisku [26, 27]. Při tomto tiskovém procesu je tisková hlava (popřípadě více tiskových hlav) stroje umístěna nad potištěným materiálem. Tisková hlava je zakončena tryskou, do které je přiváděn tiskový inkoust. Z této je inkoust vystřikován na tištěný materiál.

#### *Countinuous ink-jet*

Tato tisková technika je založena na nepřetržitém proudu generovaných kapek inkoustu, které jsou vystřelovány mezi dvě elektrody na potiskovaný materiál. Generované kapky mezi elektrodami buď proletí a zachytí se na potiskovaném materiálu nebo jsou vychýleny ze směru letu, zachyceny a následně opět přivedeny do zásobníku barvy. [28]

Grafické znázornění principu tisku touto technikou je znázorněn na Obrázku 4.



Obrázek 4 Princip digitální techniky – kontinuální ink-jet

### *Drop-on-demand*

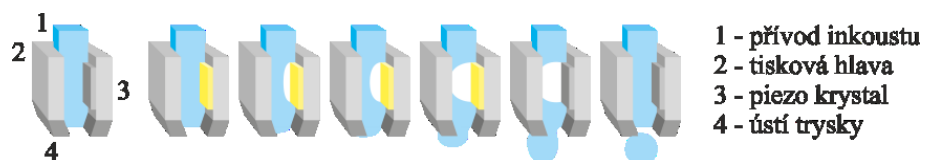
V této tiskové modifikaci digitálního tisku je tisková hlava umístěna nad potiskovaným materiálem stejně jako u kontinuálního ink-jetu. Rozdíl oproti předchozímu principu tisku je ten, že kapky inkoustu nejsou generovány nepřetržitě, ale na základě vyslaných impulzů (schéma na Obrázku 5). Podle způsobu impulzu, na základě kterého jsou kapky generovány, jsou rozlišovány tři modifikace digitální techniky drop-on-demand – kapky na vyžádání a to:

- piezoelektrický způsob,
- termální princip,
- elektrostatický princip. [28]



Obrázek 5 Princip digitální techniky – drop-on-demand

Piezo-elektrický způsob tisku je založen na principu generování kapek inkoustu pomocí piezo-krystalu. Princip této techniky je založen na jeho rozměrové nestálosti vlivem elektrického náboje, při kterém dochází k jeho nabití. Změna velikosti krystalu způsobí tlakovou změnu na kanál trysky, která je vyplněná barvou a způsobí vypuzení kapky inkoustu z trysky. Princip této tiskové techniky je uveden na Obrázku 6.



Obrázek 6 Princip digitální techniky – piezoelektrický způsob

Termální princip digitálního tisku je založen na odpaření malého objemu inkoustu ze zásobníku inkoustu u tiskové hlavy. V zásobníku dochází k prudkému zahřátí topného tělíska, následnému odpaření inkoustu a vytlačení kapky z trysky. Potřebným faktorem při tomto digitálním způsobu potisku je tlak par odpařeného inkoustu.

Poslední modifikací této tiskové techniky je elektrostatický princip. Princip je založen na vypuzení inkoustové kapky vlivem elektrostatického působení pole mezi tiskovou hlavou a potištěným materiálem. Inkoust je při tomto způsobu vytahován z tiskové trysky v podobě tenkého vlákna. Velikost vlákna inkoustu je ovlivněna dobou působení elektrického pole.

### **3.1.2 Předtisková příprava**

Data, která mají být touto tiskovou technikou tištěna, nepotřebují žádnou speciální přípravu. Do tiskárny mohou být data zaslána přímo z počítačového programu. Pro tisk touto technikou jsou doporučeny obrazové předlohy, které by byly jinak velmi složitě zhotovitelné tiskem barev na sebe a jejím přesným spasováním. Tato technika je vhodná i pro tisk detailů.

Tisk digitální technikou není limitován barevností použitého textilu. Při potisku na bílý textil je obraz tištěn přímo inkousty na materiál. Tisk zhotovovaný na barevný textil je nejprve vytvořen předtištěním bílé podkladové barvy ve tvaru a intenzitě tištěného motivu a následným tiskem barev na tento bílý podkladový obraz. Bílý inkoust je tak používán pro doplnění barevnosti obrazu, aby dosáhl požadované barevnosti předlohy. V případě přímého tisku inkousty by byla barevnost změněna podle barevnosti použité textilie. Podkladový bílý inkoust nahrazuje vlastní barvu materiálu, aby bylo dosaženo požadované barevnosti tištěného motivu. Na Obrázku 7 je uveden (zleva) potisk tkaniny bílým inkoustem a zhotovený tisk s podkladovým inkoustem popisovanou technikou.



Obrázek 7 Ukázka digitálního tisku; a – motiv tištěný pouze bílým podkladovým inkoustem, b – finální podoba tištěného motivu s bílou podkladovou vrstvou

### 3.1.3 Tisk

Potisk textilu digitální technikou probíhá v několika málo krocích. Prvním krokem je založení textilu do tiskového stroje. Podle typu tiskového zařízení může být tisk proveden na textilním materiálu přímo z role nebo na již hotovém výrobku. Před tiskem je provedena úprava textilu, aby textilní materiál lépe přijímal tiskovou barvu.

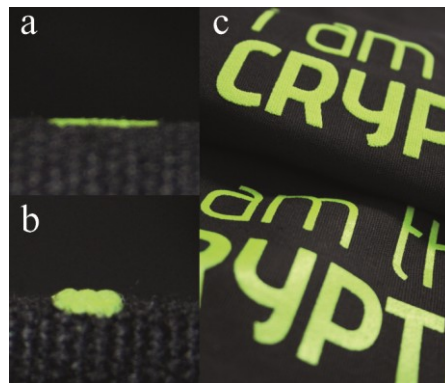
Textilní materiál může být upraven impregnováním speciálním roztokem, po jehož zaschnutí může být zhotoven tisk. Dalším způsobem úpravy textilního materiálu může být pouhé nanesení podtiskové kapaliny v tiskovém stroji, které slouží k vyplnění volných ok ve tkanině. Na takto upravenou textili je natištěn bílý podkladový inkoust (pokud je zapotřebí) a následně je proveden tisk na textili jako takový. Bílý podkladový inkoust může být použit v několika vrstvách, které se odvíjí od barevnosti textilního materiálu (čím je textil tmavší, tím více podkladového bílého inkoustu je pro zachování barevnosti zapotřebí). [5]

Sušení probíhá buď v sušícím boxu nebo v sušícím tunelu. Doba trvání sušení je závislá na množství použité podkladové kapaliny, použité textili, rychlosti pohybu pásu sušícího tunelu, na nastavené teplotě a množství naneseného inkoustu. Nastavení teploty musí být kladen dostatečný důraz, aby jejím vlivem nedocházelo k mechanickým změnám materiálu (zkracování nebo prodlužování vláken vlivem teploty), k přepálení materiálu (materiál by mohl změnit svůj odstín) nebo dokonce k jeho vznícení.

### 3.2 Sítotisková technika

Sítotisková technika je průtisková technika tisku, která je pro potisk textilu velmi využívána. Tato technika je také využívána pro potisk textilních materiálů, skla, keramiky, elektroniky nebo materiálů v potravinářském průmyslu [29]. Kvalita sítotisku závisí na použitém rozlišení síťové šablony a na typu použitého síta, přes které bude tištěný motiv přenášen. Díky rozličnosti těchto faktorů, umožňuje sítotisková technika tisk motivů jemnějšího i hrubšího rozlišení. Taktéž umožňuje i nános rozdílného množství barvy, která je ovlivněna tloušťkou použité síťoviny.

Tisk touto technikou se díky své náročné předtiskové přípravě nehodí pro tisk jednotlivých kusů, finančně by potisk výrobku byl příliš drahý. Z tohoto důvodu je potisk vhodný pro střední nebo velký náklad. Jeho velkou výhodou je možnost potisku textilu, který bude více namáhán nebo u něhož je vyžadováno vytvoření speciálního efektu. Mezi efekty zhotovitelné sítotiskovou technikou patří např. efekt puff (speciální barva, která po průchodu sušícím tunelem nabude na objemu), který je zobrazen na Obrázku 8 nebo tisk barvami se speciálními glytrovými efekty [5].



Obrázek 8 Potisk textilu sítotiskovou technikou s použitými barvami puff; a – barva před horkovzdušnou úpravou, b – barva po horkovzdušné úpravě, c – natištěný motiv z vrchu

Ač je sítotisková technika v mnoha ohledech lepší než digitální, potisk touto technikou je na rozdíl od té digitální možný pouze na rovné povrchy – dáno technologií tisku.

Textil, který se touto technikou nechá potisknout, může být libovolného složení či barevnosti. Barva nanesená na textil ulpí na povrchu vláken a vytváří tam souvislou vrstvu. Podle tloušťky nánosu barvy, může být barevnost obrazu ovlivněna. Tím je myšleno, že při

nedostatečném nánosu bílé barvy na barevný textil, nemusí mít nános bílou barvu. V tomto případě je vhodnější nanést barvu ještě jednou.

Při tomto tisku je barva nanesena na povrchu textilie (popřípadě je umístěna i mezi oky tkaniny) a vytváří souvislou vrstvu, která při velkém namáhání popraská. Po návratu tkaniny do původního stavu se obraz na vláknech vrátí do původní podoby. Na takto deformovaném obraze však mohou zůstat viditelné praskliny.

### **3.2.1 Předtisková příprava**

Tisková šablona pro tisk sítotiskovou technikou je vytvářena nakopírováním tiskového motivu na ovrstvené síto světlocitlivou emulzí (postup popsán v kapitole 3.2.2. Tisk). Pro vytvoření tiskového motivu na sítovině je zapotřebí vytvoření tiskového motivu na šablonovém filmu tvořeného z polyesterové podložky, na němž je nanesena koloidní vrstva tvořící motiv [28]. Na rozdíl od digitální techniky, je zapotřebí, aby pro plně vybarvený tiskový motiv bylo zhotoveno více šablonových filmů (i samotných tiskových šablon), aby bylo možné vytisknout plnobarevný tiskový obraz. Pro každou tiskovou barvu, kterou má obraz obsahovat, je vytvořena nová tisková šablona, která je zhotovována v čitelné podobě.

Pro sítotiskovou technikou není zapotřebí vytváření tiskové šablony s tak vysokým rozlišením jako pro digitální tisk. Při potisku digitální technikou je optimální rozlišení 300 dpi [26], kdežto pro sítotiskovou techniku postačuje tisková šablona se 70 dpi [5].

### **3.2.2 Tisk**

Před tiskem jako takovým, je zapotřebí nejprve připravit sítotiskovou šablonu, která je zhotovována nakopírováním tiskové předlohy na síto, přes které bude následně barva protlačována na potiskovaný materiál – textil.

Sítotiskový rám s napnutou sítovinou je nejprve odmaštěn speciálním roztokem a následně je opatřen nánosem světlocitlivé emulze. Emulze má za úlohu zaplnit prázdná místa, přes která nemá být prováděn tisk. Po zaschnutí je přiložena filmová šablona, která je umístěna z vrchní části síta a to koloidní vrstvou blíže k sítu. Takto připravené síto s filmem je vloženo do vakuového kopírovacího rámu, kde je osvětleno UV zdrojem záření vlnové délky 350–420 nm. Po dokonalém osvětlení filmové předlohy na sítu, je síto vymyto a zbaveno

neosvícených míst, která byla chráněna filmovou předlohou a tedy vytvořila průchozí místa na sítu pro barvu. Omyté síto je po vysušení a zbavení veškeré vody připravené pro tisk.

Tisk probíhá nanesením tiskové barvy na síto a pomocí třerky je protlačena skrz průchozí místa na sítovině směrem na potiskovaný materiál. Pro získání plnobarevného obrazu je tento postup zopakován i pro další tiskové barvy.

Tiskový rám s napnutou sítovinou je možné použít pro nakopírování dalšího motivu. Po tisku předchozího motivu je síto odvrstveno pomocí odvrstvovacího roztoku a odmaštěno. Na odvrstvené a odmaštěné síto je možné znovu aplikovat ovrstvovací roztok a opět nakopírovat další tiskový motiv.

## 4. Nepřímý potisk

Nepřímý potisk je poměrně rozšířenou formou potisku textilu, u něhož by normální potisk nebyl možný (např. sítotiskem). Obraz vytvořený nepřímým způsobem potisku dosahuje stejných kvalit jako potisk přímým způsobem. Jeho příprava je delší o mezikrok, kterým je přenos barvy na jiné tiskové médium, z něhož je následně barva přenesena na textilní materiál.

Techniky nepřímého potisku textilu by se všechny daly označit za transferový potisk, jelikož u všech dochází k mezikroku mezi vytvořením šablony a samotnou aplikací na textil. Jejich rozdíl spočívá v uchycení a vytvoření motivu na textilu. Rozdílný způsob jejich ulpění je rozebrán v kapitole 4.1 Sublimační potisk a 4.2 Transferový potisk. Shodným krokem, který je jak pro sublimační, tak pro transferový potisk textilu, je ten, že po vytvoření tiskového motivu, je tento motiv aplikován na textilní materiál pomocí tepla a tlaku v lisu, kde dojde k ulpění motivu na textilu a tím je dokončen celý proces nepřímého potisku textilu.

### *Přenosové médium – transferový papír*

Tímto přenosovým médiem, o kterém je zde pojednáváno, je přenosový (transferový) papír. Přenosový papír je papír se speciální úpravou. K této úpravě se používá příměs syntetických látek, která umožňuje nanesení barvy na povrch papíru a její následný přenos [5-7] – např. může být opatřen silikonovou vrstvou [30] nebo může být využito, co by přenosového média, přenosové fólie [31] (dále zahrnuta pod termínem přenosový papír, jelikož je jejich funkce pro přenos obrazu stejná).

Speciálně upravený papír je zároveň upravený pro použití při vysoké teplotě, která je potřebná pro přenos barvy z papíru na požadovaný materiál. Přenosové papíry jsou vyráběny nejen pro textilní materiály, ale i pro sklo, keramiku [32, 33] nebo také kov a dřevo [33].

Z hlediska využití toho správného přenosového papíru, je velmi důležité vědět, jakou tiskovou technikou bude papír potištěn – resp. jakými tiskovými barvami. Vzhledem k faktu, že některé papíry jsou určeny pro potisk sítotiskovou technikou [31, 34] (pro jejichž potisk je využíváno plastizolových barev) a jiné mohou být vytvořeny pro potisk digitální technikou ink-jetu [30, 35, 36] (pro jejichž potisk je využíváno disperzních inkoustů), je nutné použít papír s takovou příměsí, která během přenosu barvy z papíru na substrát nebude reagovat. Zejména při sublimačním tisku nesmí přenosový papír obsahovat redukční činidla nebo jiné chemické zbytky, které by během procesu mohly jakkoli ovlivnit barvu během přenosu [37].

Přenosové papíry by během přenosu měly vykazovat rychlý a účinný přenos natištěného motivu. Pro dobrou stabilitu obrazu by také neměl obraz penetrovat do struktury papíru, kde by mohl ztratit svou ostrost. Dalším nepříznivým faktorem, ke kterému by mohlo dojít při penetraci barvy do papíru, by mohla být následná změna rozměrových vlastností při použití barev na bázi vody. V tomto případě je papír vystavován nejen účinkům barev, ale i prudké změně teploty, která by mohla vést k jeho rozměrové změně – i v tomto ohledu musí papír vykazovat dobrou stabilitu. [37]

Distribuovány jsou přenosové papíry nejen pro různé techniky použití, ale i podle použité plošné hmotnosti [38] nebo podle počtu kusů v balení [39] či teplotě sejmutí papíru ze substrátu po provedení přenosu. Teplotou je myšleno, zda je papír po tisku sejmut bezprostředně poté, tedy ještě za tepla [40] nebo zda je sejmut až po vychladnutí materiálů (papíru i substrátu) [5].

Některé transferové papíry jsou speciálně vyvinuty pro potisk tmavého potiskovaného materiálu, v tomto případě je papír oddělen ještě před samotným přenosem, přičemž tisk je umístěn na nosné fólii, která je do na potiskovaný materiál přitavena [5, 41].

Při nevhodném způsobu sejmutí papíru z potiskovaného materiálu může dojít k nedokonalému přenosu obrazu. Obraz se může potřhat, rozdělit a některé z částí mohou ulpět na potiskovaném materiálu a některé mohou zůstat na přenosovém papíře nebo může dojít k tomu, že přenosový papír poté není možné z materiálu vůbec sejmut.

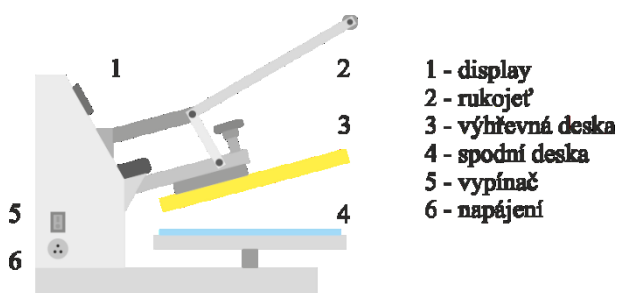
#### *Zařízení pro přenos motivu na textil – tepelný lis*

Přenos tiskové barvy z přenosového papíru na potiskovaný materiál je prováděn při vysoké teplotě a tlaku. Těchto podmínek je možné dosáhnout ve speciálním zařízení, které se nazývá tepelný lis (také možné najít pod názvem transferový lis nebo termolis).

Tepelné lisy jsou konstrukčně přizpůsobeny výrobku, který do nich bude vkládán. Konstrukčně je možné rozdělit je na dva typy – a to na lisy pracující na principu tlaku plocha proti ploše nebo dvou speciálně tvarovaných „kopyt“ [44]. Lisy založené na principu plocha proti ploše jsou určeny pro ploché výrobky [44, 45] (kterými se nechá potisknout např. papír, kov nebo textil v podobě trička, vlajky nebo zatím dále nezpracované látky), v druhém případě – lisy zkonstruované ze speciálních „kopyt“ – jsou určeny pro jiné než ploché předměty [44, 46] (např. pro potisk keramických hrnečků, textilu jako hotového výrobku v podobě čepice).

Na trhu jsou dostupné i lisy, které umožňují vložení plochých i prostorových výrobků, do lisu. Tyto lisy jsou multifunkční a výrobky je možné do nich umístit výměnou jednotlivých komponentů strojového zařízení. [47, 48] Pro materiály, jako jsou například tkaniny v roli (ze kterých teprve budou zhotovovány přířezy) jsou dostupné na trhu i lisy, které jsou zkonstruovány ze dvou protilehlých válců, mezi kterými bude protažen textilní materiál a přenosový papír [7, 49].

Konstrukcí jsou lisy pro ploché a prostorové výrobky odlišné, ale v hlavním principu jsou stejné, proto je v práci rozebírán pouze jeden typ lisu a to lis pro ploché předměty, jinak označován jako plocha proti ploše. Lis je založen na principu dvou desek, přičemž jedna deska je vyhřívaná a dodává tak materiálu, který je do lisu vložen, teplotu, na kterou je přístroj nastaven a druhá deska je přítlačná. Ta je fixována na místě a při přiložení vytápěné desky dojde k potřebnému tlaku na výrobek, který je požadován. Schéma lisu, který je založen na principu plocha proti ploše, je zobrazeno na Obrázku 9. Ukázka rotačního lisu je zobrazena na Obrázku 10 [49].



Obrázek 9 Schéma lisu založeného na principu plocha proti ploše



Obrázek 10 Ukázka rotačního lisu

Krom rozdílné konstrukce lisů, mohou být lisy rozlišeny podle umožnění nastavení času, po kterou budou vystaveny předměty vysoké teplotě a tlaku. Časy se mohou pohybovat např. okolo 10 minut [45, 46] nebo 16 minut [47]. Některá zařízení mají i možnost nastavení času na 99 min a 59 vteřin [50].

Dále mohou být rozlišeny podle maximálního nastavení teploty, která může být 220°C [47, 50-53] ale i 250°C [46]. Některá z kritérií výběru mohou být např. přehřívání stroje [50, 52], jejich spotřeba, výkon nebo možnost snížení teploty lisu, při jeho nepoužívání a jeho samovolnému vypnutí [54].

Při výběru lisu musí být bráno v potaz, jakého charakteru bude výrobek, který bude do lisu vkládán. Zda se bude jednat pouze o potisk plochého výrobku (tkanina, plocha trička apod.) nebo zda se na výrobku objevují vyvýšená místa (např. zip umístěný uprostřed mikiny). Pro tento případ jsou dostupné lisy, které jsou vybaveny deskami opatřenými membránou (pružným materiálem, který umožní založení reliéfního potiskovaného materiálu do lisu, tak aby jej celý vystavil stejnému tlaku, aniž by došlo k poškození materiálu či zařízení). Lisy tak umožňují potisk předmětů se štítky, zipy nebo jinak vyvýšenými místy. [54]

## 4.1 Sublimační potisk

Sublimační technologie je technika nepřímého potisku textilu, která se vyznačuje výbornou stálostí barevnosti materiálu, pestrými barvami, jemností kontur a dalších vynikajících vlastností. Potisk touto technikou je zhotoven přes přenosový papír, kam je natištěn požadovaný motiv a následně je přenesen v lisu za vysoké teploty a tlaku na potiskovaný substrát – v tomto případě textil.

Tato technika je označována jako sublimační tisk, ale k nalezení je také pod anglickým názvem dye diffusion (rozptyl barviva) [55].

Označení techniky, jako rozptyl barviva, je příhodnější, jelikož během tisku dochází k přenosu disperzního barviva prostřednictvím vodní páry, kterou inkoust obsahuje. Do tepelného lisu je vložen přenosový papír s natištěným motivem a potiskovaný materiál. V lisu dojde k prudkému zahřátí obou materiálů a sublimaci vody směrem k potiskovanému substrátu. Inkoust, který je pro tento tisk použit, obsahuje velikost pigmentů tak velkou, že jsou pigmenty schopny migrace z přenosového papíru na potiskovaný materiál prostřednictvím vodní páry. [55,56]

Pro tuto tiskovou techniku jsou nejvhodnější syntetická vlákna, která obsahují jemná mikrovlákná. Mikrovlákná se vlivem vysoké teploty, které jsou vystaveny během tisku, roztáhnou a jsou schopna pojmout pigmenty [58]. Takto tedy může být inkoust přenesen a po ochlazení zafixován do vláken tkaniny [56-58].

Výhodou takto „zasublimované“ barvy do materiálu je její neznatelnost na omak a vzdušnost potisknutého materiálu. [8, 9, 11, 17, 19, 22, 30, 31, 58-64]

Motiv, který má být při tisku přenesen, musí být aplikován na bílý podkladový materiál – technika neumožňuje tisk bílé podkladové barvy [5, 64]. Bílá barva, kterou motiv obsahuje, je po nanesení tisku na materiál adaptována z barvy potištěného materiálu. Znamená to tedy, že bílá místa tiskového motivu jsou adaptována z podkladové tkaniny. Barevnost obrazu vytvořeného např. na zeleně zbarvené tkanině by byl zhotoven ve stejně zeleném odstínu, což by bylo absolutně nepřijatelné.

Podklady pro tisk (tiskovou šablonu) je zapotřebí zhotovovat zrcadlově převráceně a tedy nečitelně. Nečitelná předloha je zhotovována z toho důvodu, že tisk je přenášen na potiskovaný substrát prostřednictvím přenosového papíru. Kdyby byl tisk na přenosový papír zhotoven čitelně, na tiskový formát by byl přenesen nečitelně a tudíž špatně. V případě obrázku by to eventuelně bylo přehlédnutelné, ale zákazník by jistě požadoval slevu z tisku ne-li předělání celé zakázky. V případě tisku textu by byla špatná celá zakázka a tiskárna by tak utrpěla ztrátu nejen na vynaložených prostředcích, které investovala, ale navíc by musela zaplatit ještě materiál, který ji byl pro tisk poskytnut.

Tisk samotný je zhotovován speciálními barvami umožňujícími rozptýl barviv na potiskovaný substrát z přenosového papíru natištěného digitální [5, 7] nebo sítotiskovou technikou [5].

Následný přenos vytištěné šablony na přenosovém papíru je zhotoven v tepelném lisu. Potřebná doba a teplota přenosu barvy na potiskovaný substrát je odvozena od potiskovaného substrátu a použité tiskové barvy. Parametry pro barvy jsou udávány od výrobce v technických listech přiložených u barvy. V případě potiskovaného substrátu je zapotřebí vědět jakou maximální teplotu materiál snese, aniž by se jakkoli poškodil nebo změnil své vlastnosti nežádoucím způsobem. Dále je možné vycházet ze zkušeností tiskaře nebo ze zhotoveného testovacího obrazce.

Podle nalezených informací by k přenosu sublimační barvy z přenosového papíru na textilní materiál měla postačovat teplota pohybující se mezi 175–230°C [5, 65, 66] při době působení

10–160 sekund [5]. Tyto parametry se mohou lišit na základě zkušeností pracovníka nebo na základě použitého materiálu.

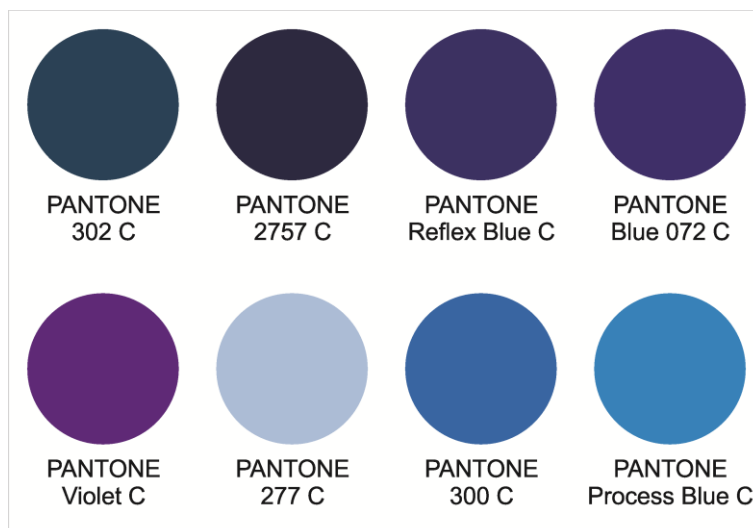
#### **4.1.1 Sublimační tisk zhotovený prostřednictvím sítotiskové techniky**

Sublimační barvy natištěné na přenosovém papíře mají odlišnou barevnost než po přenosu na tiskový substrát. V tomto případě je velmi těžké určit, zda barvy odpovídají barevnosti, kterou by měly mít i po přenosu. Požadovanou barevnost je možné určit teprve až po přenosu. Barevná odchylka, která nastává, je velmi výrazná a závisí na použité barvě i na materiálu, na který má být přenesen. [5, 7, 10, 12, 59, 62, 64, 66, 67]

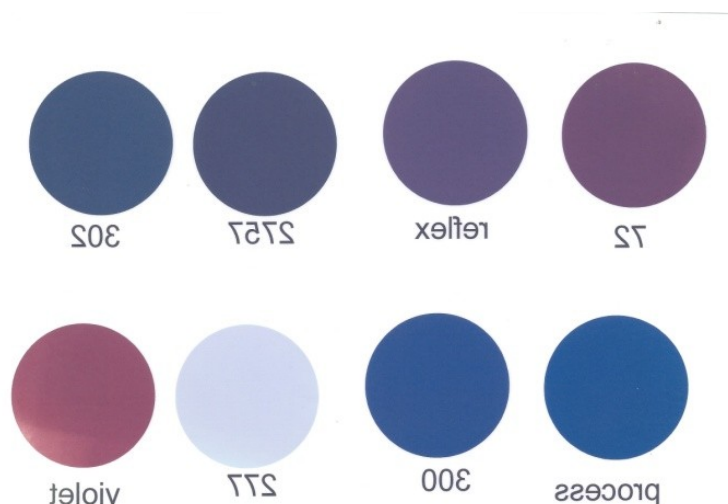
Vliv použitého materiálu může nastat i z neidentifikovaného stopového množství jiné látky, než která je uvedena od výrobce. Firmy, které textil zhotovují, sice složení udávají, ale nikdy nejsou schopni zhotovit tkaninu 100% identicky, i když její výroba je zhotovena podle stejné receptury. Před tiskem, jako takovým, by měla být zhotovena testovací pole na tkanině, která má být potištěna zvoleným tiskovým motivem. Testovací pole by názorně demonstrovalo změnu barevného odstínu požadovaného a přeneseného. Tento způsob částečně předchází případným problémům u konkrétní zakázky.

Sublimační potisk sítotiskovou technikou je nejen komplikovaný z důvodu barevné odchylky mezi přenesenou barvou a barvou na přenosovém papíru, ale i z důvodu finančně náročnější předtiskové přípravy, zhotovení tiskové formy apod.. Tisk touto technikou není vhodný pro malý náklad.

Na následujících obrázcích je jasně patrná změna odstínu barvy, která byla požadována po tisku (viz Obrázek 11 vytvořený v počítači) a výsledného barevného odstínu, který byl natištěn na přenosovém papíře (Obrázek 12). Tiskový motiv zhotovovaný v počítačové podobě byl pro tyto účely zhotoven zrcadlově převráceně, aby byl při srovnávání s natištěným motivem co nejpřehlednější.

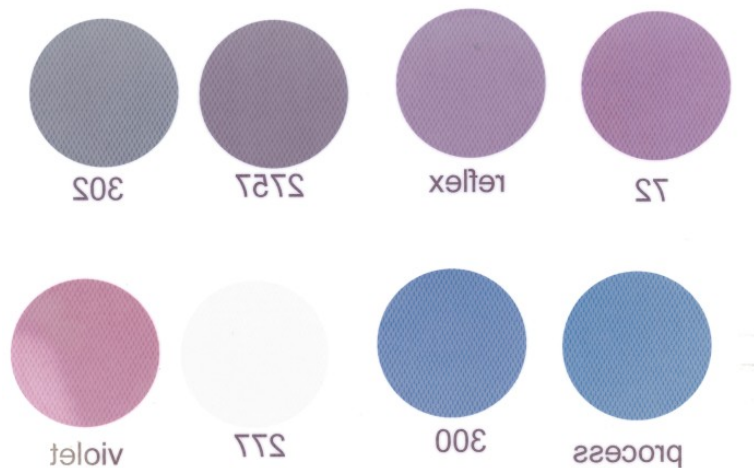


Obrázek 11 Požadovaná barevnost výsledného tisku sublimačními barvami při tisku sítotiskovou technikou s označením jednotlivých barev podle vzorníku Pantone



Obrázek 12 Natištěné odstíny barev potřebné pro dosažení požadovaného odstínu barev před přenesením motivu

Obrázek 13 znázorňuje tentýž tiskový motiv, jako u předchozích obrázků, avšak tento motiv byl přenesen na textílii ze 100% polyesteru používanou pro hokejové dresy. Tento materiál má větší rozteč ok, která je viditelná nejen na textilu jako takovém, ale je viditelná i na přenosovém papíru po přenosu sublimačního inkoustu na textílii.



Obrázek 13 Natištěné odstíny barev potřebné pro dosažení požadovaného odstínu barev po přenosu motivu na textil v lisu s otištěnou strukturou hokejového dresu

V tomto případě bylo do vláken tkaniny přeneseno množství inkoustu, které tkanina mohla pojmout, přebytek inkoustu zůstal na přenosovém papíře [5]. V tomto případě bylo přeneseno maximální množství barvy potřebné pro danou tkaninu a prázdná místa mezi jednotlivými oky tkaniny (prázdné „plochy“ tkaniny, kam se barva nemohla přenést) zůstala na přenosovém papíře, kde vytvořila vzor potiskované tkaniny.

Struktura tkaniny zachycená na přenosovém papíru před přenosem barvy na tkaninu je uveden na Obrázku 14 spolu s detailem přenosu na první typ tkaniny. Oba detaily tisku jsou vybrány z vytištěného vzorníku z barvy PANTONE Process Blue C.



Obrázek 14 Detail barvy PANTONE Process Blue C na přenosovém papíře; a – před přenosem na tkaninu, b – po přenosu na tkaninu

#### 4.1.2 Sublimační tisk zhotovený prostřednictvím digitální techniky

Sublimační barvy používané pro tisk digitální technikou jsou stejně, jako ty sítotiskové nejprve natištěny na přenosový papír. I u potisku touto tiskovou technikou vykazují barvy

velkou barevnou odchylku mezi natištěným motivem na přenosovém papíře a výsledným tiskem. Stejně potíže mohou nastat i u potiskovaného substrátu – textilu. Značná výhoda této techniky oproti technice sítotiskové je možnost tisku od jednoho kusu a tím pádem umožnění tisku individuálního motivu u každého kusu v jedné sérii zvlášť.

Na následujících obrázcích je zobrazen tisk sublimačními inkousty digitální technikou na textilií vyrobené ze 100% polyesteru. Na Obrázku 15 je uvedena digitální předloha požadovaného tiskového motivu. Obrázek 16 představuje ten samý tiskový motiv již natištěný na přenosovém papíru. Následný Obrázek 17 zobrazuje již přenesený tiskový motiv na textilní materiál. Jak je z obou obrázků patrné, mezi oběma obrazy je jasně viditelná barevná odchylka. Obrázek 18 zobrazuje přenosový papír po přenosu barvy na textilní materiál s pozůstatkem barvy, která nebyla přenesena. Poslední z této sady obrázků (Obrázek 19) zobrazuje detail sublimačního potisku na této textilií.



Obrázek 15 Požadovaný tiskový motiv



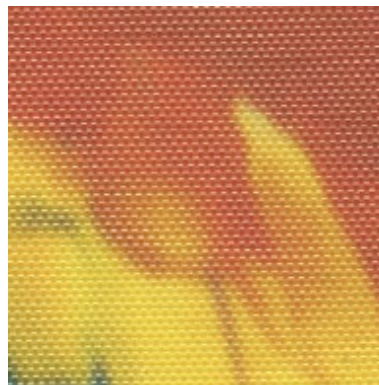
Obrázek 16 Vytiskřený požadovaný tiskový motiv na přenosovém papíru před přenosem



Obrázek 17 Tiskový motiv po přenosu na 100 % PES



Obrázek 18 Vytištěný požadovaný tiskový motiv na přenosovém papíru po přenosu



Obrázek 19 Detail textilie po provedeném sublimačním přenosu

### 4.1.3 Vlastnosti

Mezi charakteristiku tisku zahrnujeme výhody a nevýhody, které tato tisková technika umožňuje. Hodnoceny mohou být různě v závislosti na úhlu pohledu, ze kterého je na potisk reps. i tiskovou techniku pohlíženo. V práci je na tiskovou techniku nepřímého potisku textilu sublimačními barvami pohlíženo ze tří hledisek při rozdělení podle tiskové techniky potisku na transferový papír.

Tyto tři pohledy, kterými je tisk charakterizován, jsou z pohledu:

- použitého materiálu,
- polygrafického hlediska (zahrnující aspekty zkoumané v polygrafii),
- pohledu koncového uživatele.

Jednotlivé pohledy jsou zpracovány do přehledných Tabulek 2-5, aby byla charakteristika tisku srozumitelnější a snazší pro porovnání s jinými tiskovými technikami.

### *Použitý materiál*

V této části jsou rozebírány charakteristické vlastnosti sublimačního potisku, při kterém byl přenosový papír potištěn sítotiskovou i digitální technikou. Obě tyto techniky mají v použitém materiálu shodné vlastnosti, proto jsou shrnuty společně v Tabulce 2.

Tabulka 2 Souhrn společných charakteristických vlastností sublimačního potisku textilu přes transferový papír natištěný sítotiskovou a digitální technikou z pohledu použitého materiálu

Charakteristika použitého materiálu potřebného pro zhotovení potisku nepřímým způsobem sítotiskovou a digitální technikou	
Výhody	Možnost potisku širokého spektra předmětů (textil, sklo, keramika, ...) [59]
	Tisk na různé syntetické látky, které jsou pro textil běžně používány, jako např.: <ul style="list-style-type: none"> <li>– PES [5, 12, 17, 19, 58, 59, 60, 62, 64, 67, 69],</li> <li>– PA [19, 62, 64],</li> <li>– PE [19],</li> <li>– PAN a CA [19, 62, 64].</li> </ul>
	Možnost potisku přírodních materiálů, pokud jsou opatřeny polyesterovou vrstvou. Při potisku směsi textilu přírodních a syntetických látek, pokud obsahují alespoň 65% syntetických vláken. [19]
	Technika umožňuje potisk již hotového textilního výrobku (triko, mikina, batoh, ...), nejen materiálu z role nebo ve stříhu.
Nevýhody	Omezení použití na syntetické materiály, jelikož obsahují mikropóry, do kterých je barva ve stádiu sublimace přenesena. [62]
	Nutnost použití bílého podkladového materiálu, jelikož sublimační tisk neumožňuje tisk bílé podkladové barvy a bílá barva v tištěném motivu je nahrazena barvou tištěného textilního materiálu. [5, 12, 64, 67]
	Potřeba použití textilu odolávajícímu vysokým teplotám bez následné deformace vláken při vložení do tepelného lisu. [17, 19, 59]
	Obtížněji dostupné barvy pro sublimační tisk než barvy sítotiskové pro přímý potisk textilu. Tiskař musí vědět, jaké barvy potřebuje, popřípadě vědět na koho se obrátit s prosbou o pomoc. [5]

### *Polygrafický pohled*

V této části jsou rozebírány charakteristické vlastnosti sublimačního potisku, při kterém byl přenosový papír potištěn sítotiskovou i digitální technikou. Jelikož se některé parametry od sebe odlišují, jsou proto zhotoveny dvě odlišné tabulky (Tabulka 3 a Tabulka 4), přičemž první tabulka zahrnuje společné vlastnosti obou principů tiskových techniky. Druhá tabulka (Tabulka 4) zobrazuje pouze ty informace, které jsou oproti předcházející tabulce v jednotlivých tiskových technikách odlišné.

Tabulka 3 Souhrn společných charakteristických vlastností sublimačního potisku textilu přes transferový papír natištěný sítotiskovou a digitální technikou z polygrafického pohledu

Charakteristika společných vlastností potisku textilu zhotoveného sítotiskovou a digitální technikou	
Výhody	Životnost natištěného motivu na textilu je srovnatelná s životností natištěného motivu technikou přímého potisku sítotiskovou technikou barvami přímo určenými na textil. [67]
	Barvy mají téměř neomezené barevné spektrum. [11, 12, 17]
	Technika poskytuje možnost tisku motivu na transferový papír do zásoby a použít jej pro přenos na textilní materiál v okamžiku kdy si to zákazník vyžádá. [5, 12, 17]
	Barvy jsou ekologicky i zdravotně nezávadné. [11, 19, 58, 63, 67]
	Při potisku materiálu (při přenosu barvy v lisu) zachovává tato technika původní parametry potištěného materiálu. [60]
	Technika výborně prokresluje detaily a zachovává je i na struktuře textilu. [12, 17, 61, 64]
	Technika umožňuje tisk ostrých kontur a hran. [12, 19, 58, 63, 66]
	Použité barvy jsou výrazné a syté. [5, 11, 12, 19, 58, 62, 64]
Tisk umožňuje vytváření spojitých polotónů. [19, 67]	
Nevýhody	Pro tisk je zapotřebí použití bílého podkladového materiálu, jelikož sublimační tisk neumožňuje tisk bílé podkladové barvy a bílá barva v tištěném motivu je nahrazena barvou tištěného textilního materiálu. [6, 12, 64, 67, 70]

Tabulka 4 Souhrn doplňujících charakteristických vlastností sublimačního potisku textilu přes transferový papír natištěný sítotiskovou a digitální technikou z polygrafického pohledu – část 1

Charakteristika doplňujících vlastností potisku textilu zhotoveného sítotiskovou a digitální technikou	
Výhody – digitální technika	Tisková technika nevyžaduje žádnou zvláštní předtiskovou přípravu. Tištěný motiv je zhotoven v počítačovém programu a zrcadlově převrácené podobě je zaslán k tisku.
	Tisk je možný již od jednoho kusu tištěného motivu. Je proto vhodný pro malé série a umožňuje i různé motivy potisku v rámci jedné zakázky. [17, 64]
	Použité sublimační barvy jsou téměř identické na natištěném transferovém papíru i na konečném produktu. Tisk těmito barvami nevyžaduje žádné další testování barevné shody mezi požadovaným motivem a motivem natištěným – barevnost je pro zákazníka identická. [5]

Tabulka 4 Souhrn doplňujících charakteristických vlastností sublimačního potisku textilu přes transferový papír natištěný sítotiskovou a digitální technikou z polygrafického pohledu – část 2

Charakteristika doplňujících vlastností potisku textilu zhotoveného sítotiskovou a digitální technikou	
Nevýhody – sítotisková technika	Předtisková příprava při tisku na přenosový papír sítotiskovou technikou vyžaduje složitou přípravu stejnou, jako pro přímý potisk sítotiskem.
	Vzhledem k náročné tiskové přípravě je tato technika vhodná pro potisk zakázky středního nákladu – od padesáti kusů. [5]
	Použité sublimační barvy nezaručují 100% identitu barev natištěných na transferovém papíru a konečném produktu. Při sublimaci barvy totiž mění barva svůj odstín a z toho důvodu musí být se změnou odstínu počítáno a barva musí být namíchána v jiném odstínu a vyzkoušena na materiálu, na který má být aplikován. [17, 59]

### Koncový uživatel

Pohled koncového uživatele nebo zákazníka zadávajícího zakázku do výroby je z hlediska prodeje produktu asi tím nejdůležitějším pohledem. Koncového uživatele nezajímá, jaké barvy byly použity, zajímá ho stálost potisku na materiálu, zda může materiál prát, žehlit apod. Tyto parametry jsou taktéž uvedeny v Tabulce 5, ve které jsou uvedeny obě techniky, jelikož obsahují shodné parametry.

Tabulka 5 Souhrn společných charakteristických vlastností sublimačního potisku textilu přes transferový papír natištěný sítotiskovou a digitální technikou z pohledu koncového uživatele

Charakteristika společných vlastností potisku textilu zhotovených sítotiskovou a digitální technikou důležitých z pohledu koncového uživatele	
Výhody	Potisk je odolný vůči ořezu, což znamená, že se barva během nošení nepřenesne na jiný materiál a ani se nesesdře ze svého nosného materiálu. [10, 19, 58, 59, 62, 63, 64]
	Potisk je odolný vůči vysokým teplotám, což znamená, že jej lze sušit v sušičce bez obav, že zabarví i ostatní textil uvnitř sušičky. [17, 59]
	Potisk je odolný vůči chemickým látkám, což znamená, že jej lze prát bez strachu z chemické reakce mezi potiskem a pracím práškem nebo aviváží. [19, 58, 63]
	Natištěný motiv není zachycen na povrchu vláken, ale je zafixován uvnitř vláken. Natištěný motiv je tedy na omak neznatelný, protože na povrchu netvoří žádnou souvislou vrstvu. [5, 8, 9, 11, 17, 19, 49, 59, 60-62]
	Potisk upravuje funkční vlastnosti textilu, jako je voděodpudivost, voděnepropustnost, nešpinivost nebo nehořlavost materiálu. [63]
	Potisk je na omak měkký a jemný. [64]
Nevýhody	Zákazník si nemůže sám zvolit materiál, který by se mu líbil. Při výběru musí dbát na fakt, že materiál musí být ze syntetických vláken nebo alespoň z jeho směsi kvůli potisku textilu.
	Případné odlišné barevnosti, než kterou si zákazník přál nebo ji očekával, v mnoha případech nelze předejít. [5]
	Zákazník musí dodat textilní materiál s bílým podkladem pro tisk, kvůli barevnosti tištěného motivu.

## 4.2 Transferový potisk

Transferový potisk textilu je stejně jako sublimační potisk nepřímou technikou potisku textilu. Tisk touto technikou, na rozdíl od sublimačního potisku, umožňuje přenos i na zabarvené materiály, jelikož barva není přenášena do struktury materiálu, ale fixována na jeho povrchu. Tisk touto technikou je využíván pro potisk již hotových výrobků, u kterých klasický potisk není možný. K vytvoření tiskového motivu je využíváno speciálních barev nebo fólií. Díky tomu je možné vytvořit obrazy se speciálními efekty (např. meta-lickými nebo perleťovými).

Princip ulpění barvy na materiálu spočívá v přenosu barvy úzce spjatého fyzikálně-chemického procesu přemístění barvy mezi přenosovým papírem, na kterém je natištěn motiv, a potiskovanou tkaninou. K přenosu dochází za předpokladu, že v daném okamžiku, při kterém je umístěna tkanina i přenosový papír s motivem, v tepelném lisu, kde dojde k zahřátí barvy na její teplotu tání, je přitažlivá síla mezi barvou a tkaninou větší než mezi barvou a přenosovým papírem. V tomto okamžiku dochází k měkčení vláken tkaniny a tisková barva je zároveň, při použití vysokého tlaku a teploty, přitahována větší silou ke tkanině než k přenosovému papíru a dochází tedy k jakému si zatečení barvy do tkaniny (nikoli jejich vláken). Tištěný motiv je ovlivňován i svou vlastní soudržnou silou uvnitř tiskové barvy, která musí být dostatečně velká na to, aby se motiv přenesl, ale v takové podobě, v jaké byl natištěn. [37]

Potisk touto technikou se provádí na bavlnu, co by textilní materiál z přírodních vláken [8, 15, 21, 22]. Jako textilní materiál lze použít i směs přírodních vláken s vlákny syntetickými (např. polyamidem, nylonem [21, 22] nebo lycrou, elastinem a polystyrenem [8]). Nutnou podmínkou pro kombinaci těchto dvou typů vláken je fakt, že směs musí odolávat vysokým teplotám, aby materiál nebyl při přenosu barvy v lisu poškozen. [20]

Tiskový motiv je zhotovován dvojitým způsobem, nanesením barvy sítotiskovou technikou nebo vyřezáním motivu pomocí plotru ze speciální fólie. Takto zhotovený tiskový motiv vykazuje výborné krycí vlastnosti a další vlastnosti, které jsou popsány v tabulkách níže.

Při zhotovování motivu sítotiskovou technikou, je zhotovován motiv na přenosový papír zrcadlově převráceně, stejně jako u sublimační techniky. Vytváření obrazu je zhotovováno využitím plastizolových barev [5]. Distribucí těchto barev se zabývá např. firma AEROTERM, a.s., která nabízí na svých internetových stránkách plastizolové barvy s názvem Excalibur i barvy pro vytváření speciálních efektů, včetně aditiv, přenosových papírů i lepidel pomocí níž jsou barvy na textilu fixovány.

Při zhotovování motivu prostřednictvím vyřezávané fólie, záleží na typu fólie, kterou je motiv zhotovován. První typ fólie je založen na zhotovování motivu vyřezáním zrcadlově převráceného obrazu z fólie, která je již zabarvena. Tyto fólie mají omezené spektrum barevnosti a plnobarevný obraz je tedy možno seskládat jen přesným napasováním zhotovených přířezů z jednotlivých fólií vybrané barvy. Druhý typ fólie umožňuje vytváření plnobarevného obrazu s neomezenou barevností, jelikož je motiv zhotovován potištěním bílé fólie a následně je z této fólie vyřezán. Motiv je zhotovován zrcadlově čitelně. Vzhledem k tomu, že tyto speciální fólie jsou umístěny na polyesterové podložce, vyřezaný tiskový motiv je na nich zachován a přebytek fólie je následně ručně odebrán. [6]

Oba tyto způsoby, transferový tisk pomocí sítotiskové techniky nebo prostřednictvím fólie, je následně přenesen na potiskovaný textil v lisu. Pro fixaci tiskového motivu, transferovou technikou potisku textilu postačuje teplota 170–180°C po dobu 15–20 sekund. [5, 6]

Výhodou zhotovení tisku tímto způsobem je, že potisk není limitován podkladovou barvou textilu, na kterou je tiskový motiv aplikován. Barva je nanášena na povrch textilu a umožňuje i nanesení bílé barvy jako barvy podkladové pod tiskový motiv, což sublimační technika potisku neumožňuje (sublimační technika bere, jako podkladovou barvu, barvu použitého textilního materiálu).

#### **4.2.1 Transferový potisk zhotovený sítotiskovou technikou**

Tisk zhotovovaný touto tiskovou technikou je založený na nanesení barvy na přenosový papír, jejím následným zaprášením lepidlem, aktivací lepidla v horkovzdušném zařízení a následným přenosem na potiskovaný substrát v tepelném lisu [5]. Barvy neprochází žádnou chemickou změnou a zachovávají si svůj barevný odstín.

Zhotovení tiskové šablony je stejné jako při zhotovování šablony u klasické sítotiskové techniky, ovšem s tím rozdílem, že sítotisková šablona je po natištění na tiskový substrát čitelná. Při transferovém tisku je tisk zhotovován nečitelně na přenosový papír. Následně je na barvu naprášeno lepidlo v práškovém stavu a takto připravené se vystaví teplu, při kterém dojde k aktivaci lepidla. Po aktivaci lepidla je tisk na přenosovém papíru připraven k aplikaci na potiskovaný substrát. [5]

K aplikaci dochází v tepelném lisu, do kterého je založen potiskovaný materiál a přenosový papír s natisknutým motivem. Účinkem vystavení vysoké teploty v lisu, která působí

na lepidlo, je ten, že je lepidlo roztaveno a zaneseno do struktury potiskovaného materiálu, kde působí jako nosič pro tiskovou barvu.

Pro ukázkou motivu, který je natištěný na transferový papír, je zde uveden Obrázek 20. Na tomto obraze je znázorněn již natištěný motiv české stavební firmy OHL ŽS, a.s., který je natištěn zrcadlově převráceně, tedy správně pro následný čitelný přenos. Následný Obrázek 21 zobrazuje tentýž tiskový motiv avšak již aplikovaný na textilním materiálu – 100% bavlna. Z obrázků je jasně patrné, že vlivem přenosu barvy z přenosového papíru na textilní materiál, nedochází ke změně barevnosti tištěného motivu. Obrázek 22 zobrazuje detail potisku touto technikou. Na obrázku je viditelné to, jak je barva uchycena na povrchu materiálu v podobě celistvé vrstvy. Posledním obrázkem je Obrázek 23, který znázorňuje přenosový papír po přenosu barvy na textilní materiál se zbytkem nepřenesené barvy na textil, která zůstala na papíře zachycena. V závislosti na použitém přenosovém papíru je buď přenesena úplně celá vrstva barvy bez jakýchkoli zbytků nebo jí je zachyceno stopové množství.



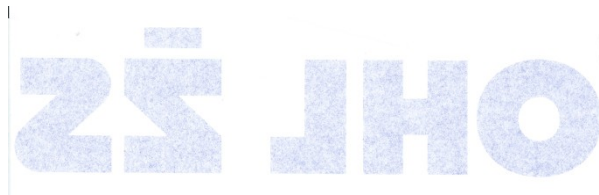
Obrázek 20 Transferový tisk zhotovený plastizolovými barvami s naprášeným lepidlem po průchodu horkovzdušným tunelem na přenosovém papíře



Obrázek 21 Natištěný motiv přenesený na tkanině ze 100% bavlny



Obrázek 22 Detail vytištěného motivu s jasně viditelnou vrstvou tištěné barvy a struktury tkaniny



Obrázek 23 Transferový papír potištěný plastizolovými barvami po provedeném přenosu

#### 4.2.2 Transferový potisk zhotovený prostřednictvím fólie

Celistvou vrstvou barvy, která je uchycena na povrchu textilie, kde vytváří tiskový motiv, je možné zhotovit aplikací speciální fólie na textilní materiál v tepelném lisu. Fólie mohou být dvojího typu, buď celobarevná (v jednom konkrétním odstínu) nebo bílá (na tu bude následně natištěn tiskový motiv). [6]

##### *Celobarevná fólie*

Celobarevná fólie je jednobarevná fólie v určitém odstínu daném již od výroby. Tiskový motiv je do této fólie vyřezán na plotru a přebytečná místa (místa s fólií, která nejsou po daný tiskový motiv žádoucí) jsou následně vybráním z nosné podložky odstraněna. Po odstranění přebytečné fólie, netvořící tiskový motiv, zůstává pouze fólie tvořící tiskový motiv umístěná na tiskové podložce.

Aplikace probíhá v tepelném lisu, kam je fólie umístěna nosnou podložkou směrem od textilu. V lisu jsou tedy jednotlivé materiály naskládány následovně – potiskovaný substrát, fólie s vyřezaným motivem a nosná fólie (na které je zachycen vyřezaný motiv před přenosem). Vlivem vysoké teploty v lisu dojde k aktivaci lepidla na spodní straně fólie, která tak ukotví fólii k povrchu textilního materiálu. [6]

Aplikace tiskového motivu je touto cestou velmi jednoduchá a rychle zhotovitelná. Velkou výhodou je i možnost zhotovení individuálního motivu u každého kusu v zakázce nebo jejich aplikace na barevný textil. Nevýhodou je omezená škála těchto barevných fólií bez možnosti vytváření barevných přechodů [6]. Vícebarevný tisk je možný zhotovit přesným napasováním několika odlišných jednobarevných fólií na sebe.

Ukázka tisku vyhotoveného touto tiskovou technikou je uveden na Obrázku 24.



Obrázek 24 Ukázka potisku textilu zhotoveného celobarevnou fólií

### *Fólie potištěná digitální technikou*

Potištěné fólie jsou speciální fólie, které mají bílou barvu. Na tuto fólii je natištěn tiskový motiv digitální technikou a následně je tiskový motiv z fólie na plotru vyřezán. Přebytečná místa jsou, jako u jednobarevné fólie, vybrána.

Mechanismus této tiskové fólie je lehce odlišný než u celobarevné fólie. Celobarevná fólie obsahuje vrstvu, která bude fixována na textilu ze spodní strany a nosná fólie je na povrchu barevné vrstvy. Tento mechanismus by při potisku fólie nebyl možný, proto je vrstva, která bude fixována k textilu blíže k nosné podložce. Následně je na vrchní vrstvu bílé fólie natištěn motiv a vyřezán. Aplikace folie je zhotovována tak, že je přes tiskový motiv (natištěný, vyřezaný a vybráný od přebytečných míst) přelepen druhou fólií, která je opatřena lepidlem. Tiskový motiv je na ní na potřebnou dobu, než je motiv přenesen na textil, zafixován a potom je i s touto fólií a textilií vložen do lisu, kde je motiv fixován. Po přenosu na druhou fólii je tedy tiskový motiv chráněn fólií a vrstva přes, kterou je fólie fixována na textilu, je odhalena pro přenos na textil. [6]

Zhotovení potisku touto metodou je stejně jednoduché, jako u celobarevné fólie. Zdržujícím faktorem je pouze potisk fólie při zhotovování tiskového motivu a také přenos motivu na druhou fólii. Ovšem bezesporu největší výhodou je možnost plnobarevného tisku motivu a možnost vytváření plynulého přechodu barev tiskového motivu.

Ukázka tisku touto technikou je uvedena na Obrázku 25.



Obrázek 25 Ukázka potisku textilu zhotoveného potištěnou fólií; a – ukázka fólie před tiskem, b – ukázka fólie přenesené na tkaninu

### 4.2.3 Vlastnosti

Stejně jako u sublimačního potisku textilu, lze i transferový způsob nepřímého potisku rozdělit do několika charakteristických skupin a zhodnotit je podle rozdílných parametrů. I tato technika bude níže charakterizována a shrnuta podle tří rozdílných pohledů do několika tabulek (Tabulka 6-11).

#### *Použitý materiál*

Pro každý kvalitně zhotovený tisk je potřebné znát materiál, na který bude tisk aplikován. Z tohoto důvodu jsou zde rozepsány jednotlivé materiály podle uvedených tiskových technik. V Tabulkách 6 a 7 jsou potom uvedeny výhody a nevýhody těchto technik rozdělené podle jejich způsobu zhotovení.

Tabulka 6 Souhrn charakteristických vlastností (výhod a nevýhod) transferového potisku textilu zhotoveného přes transferový papír natištěný sítotiskovou technologií z pohledu použitého materiálu – část 1

Sítotisková technika	
Výhody	Zhotovený tisk je možný použít pro následnou aplikaci na široké spektrum potiskovaných předmětů z řady textilních materiálů, skla, keramiky, ... [15]
	Tisk transferovým způsobem potisku je možný na různé textilní materiály. [14, 15, 24, 21, 39-41]
	Barvy mají vysoce krycí vlastnosti a jako podkladový materiál (tištěný textil) je možné použít textil s jakoukoli barevností. [39, 44]
	Technika umožňuje potisk již hotového výrobku (triko, mikina, batoh, ...), ne jen materiálu z role ve střihu.
	Pro zhotovení tištěného motivu se využívá plastizolových barev, které mají širokou paletu barev. [6, 43]
	Tisk touto metodou nabízí možnost tisku plastizolovými barvami s použitím speciálních pigmentů – s glitry, metalickými nebo fluorescenčními efekty apod. [39, 43]

Tabulka 6 Souhrn charakteristických vlastností (výhod a nevýhod) transferového potisku textilu zhotoveného přes transferový papír natištěný sítotiskovou technikou z pohledu použitého materiálu – část 2

Sítotisková technologie	
Nevýhody	Použitý materiál musí odolávat vysoké teplotě, které bude vystavován v tepelném lisu. [42]
	Pro zasušení barev a zaktivování lepidla, které následně slouží k zachycení barvy na textilním materiálu, vyžaduje před samotnou aplikací motivu předsušení přenosového papíru s motivem v horkovzdušném tunelu. [6]
	Pro tisk touto technikou je vyžadováno použití dalších přídavných materiálů, jako např. práškového lepidla. [6, 43]

Tabulka 7 Souhrn charakteristických vlastností (výhod a nevýhod) transferového potisku textilu zhotoveného pomocí speciálních fólií z pohledu použitého materiálu

Fólie (jednobarevné i potištěné)	
Výhody	Možnost potisku na bavlněné materiály nebo na směsi látek obsahujících alespoň 80% bavlny. [6]
	Tisk transferovým způsobem potisku je možný na bavlněné textilní materiály. [14, 39-41]
	Mezi směsi, které je možné použít pro potisk textilu, patří např.: <ul style="list-style-type: none"> <li>– polyester [14, 39, 41],</li> <li>– nylon [39, 41],</li> <li>– polyamid [41],</li> <li>– elastan nebo lycra [14].</li> </ul>
	Jako barvotvorného materiálu, který tvoří tiskový motiv, se využívá speciální fólie. [32, 38, 41, 42, 46, 47, 59]
	Fólie mají vysoce krycí vlastnosti. Pro jejich podkladový materiál (potiskovaný textil) je možné použít tkaninu s jakoukoli barevností. [39, 44]
	Technologie umožňuje potisk již hotového výrobku (triko, mikina, batoh, ...), ne jen materiálu z role ve stříhu.
	Fólie, které se pro tuto technikou potisku využívají, mohou být i upraveny pro tisk speciálních efektů (zlatý nebo stříbrný efekt). [6]
Nevýhody	Použitý materiál musí odolávat vysoké teplotě, které bude vystavován v tepelném lisu. [42]
	Jednobarevné fólie, které se při tomto způsobu využívají, mají jen omezené množství barev. [32, 47]
	Pro zhotovení tiskového motivu je potřeba mít mezi vybavením tiskárny nejen tepelný lis, ale i plotrové vyřezávací zařízení.

### *Polygrafický pohled*

Tato podkapitola je věnována charakteristickým vlastnostem transferového potisku výše popsaných technik. Jednotlivé znaky charakteristiky jsou popsány v Tabulkách 8 a 9 podle jednotlivých způsobů zhotovení.

Tabulka 8 Souhrn charakteristických vlastností (výhod a nevýhod) transferového potisku textilu zhotoveného přes transferový papír natištěného sítotiskovou technologií z polygrafického pohledu

Sítotisková technika	
Výhody	Tiskový motiv je možný aplikovat na špatně přístupná místa. [14]
	Možnost tisku vícebarevného motivu při použití více tiskových barev. [17, 29, 46, 54]
	Tisk umožňuje zhotovení reliéfu. [41]
	Tisk umožňuje zhotovení tiskového motivu speciálními barvami, které umožňují vytváření reflexních prvků na předmětech. [6, 43]
	Možnost zhotovení tisků do zásoby a použití v případě potřeby. [17, 39, 44, 50, 56]
	Tisk vykazuje vysoké krycí vlastnosti. [39, 44]
	Možnost potisku na zabarvené textilie – barva vykazuje vysoké krycí vlastnosti.
	Barvy jsou ekologicky i zdravotně nezávadné. [56]
	Barvy vykazují dobrou odolnost vůči chemikáliím. [41]
	Přenesený motiv má dobrou ostrost hran. [5]
Nevýhody	Technika vyžaduje složitou předtiskovou přípravu pro zhotovení tiskové formy.
	Tisk je vhodný pro střední nebo velký náklad z důvodu náročné předtiskové přípravy. [6]
	Tisk se po čase vlivem mechanického namáhání v pračce znehodnotí. [45]
	Tisk není možné přenášet na softshell, fleecový materiál ani na materiál impregnovaný. [32, 38]

Tabulka 9 Souhrn charakteristických vlastností (výhod a nevýhod) transferového potisku textilu zhotoveného pomocí speciálních fólií z polygrafického pohledu – část 1

Fólie (jednobarevné i potištěné)	
Výhody	Motiv je možné aplikovat na špatně přístupná místa. [14]
	Vytvoření vícebarevného motivu je možné seskládáním na potiskovaný materiál jednotlivými výřezy fólií ve zvolené barevné kombinaci.
	Možnost zhotovení tiskového motivu již od jednoho kusu. [32, 42]
	Fólie vykazují vysoké krycí vlastnosti. [39, 44]
	Tisk je možný zhotovit do zásoby nebo zachovat jen jejich počítačovou platformu a motiv zhotovit v případě potřeby.
	Možnost aplikace na zabarvený textilní materiál – folie vykazují vysoké krycí schopnosti.
	Folie jsou ekologicky i zdravotně nezávadné. [25]
	Možnost zhotovení individuálního motivu u každého kusu v jedné zakázce.
	Fólie vykazují dobrou stálost barev. [32, 39, 46-48]
	Potisk se po aplikaci v tepelném lisu dále nemusí fixovat. [48]
	Tiskové fólie vykazují lepší krycí vlastnosti než klasické sítotiskové barvy. [6]
	Zhotovení motivu touto technologií je vhodnější pro motivy obsahující plné plochy. [42]

Tabulka 9 Souhrn charakteristických vlastností (výhod a nevýhod) transferového potisku textilu zhotoveného pomocí speciálních fólií z polygrafického pohledu – část 2

Fólie (jednobarevné i potištěné)	
Nevýhody	Tisk se po čase vlivem mechanického namáhání v pračce znehodnotí. [45]
	Tisk není možné přenášet na softshell, fleecový materiál ani na materiál impregnovaný [32, 38] (u softchelového materiálu proráží spodní barva textilie skrz fólii; na fleecovém materiálu se fólie zachytí na povrchu tkaniny a má sklony k potrhání tiskového motivu [6])
	Jednobarevné fólie umožňují zhotovení motivu pouze ve vektorové podobě – motiv musí být zhotovený v počítačové podobě ve formě křivek v počítačovém programu např. Adobe Ilustrátor (s koncovkou souboru *.ai) nebo Corel Draw (s koncovkou souboru *.cdr). [38, 42]
	Potištěné fólie musí při přípravě obsahovat dvě sady dat – první s vlastním motivem (ta bude na fólii natištěna), druhá sada musí obsahovat cestu připravenou pro ořez (podle této cesty, křivky, bude tiskový motiv na plotru vyřezán z fólie).

### *Koncový uživatel*

Jednou z nejdůležitějších charakteristik, kterou lze potisk textilu charakterizovat, je z pohledu koncového uživatele. Tento pohled je důležitým z toho důvodu, že podle vzhledu potisku, jeho výdrže a snadné údržby se zákazník rozhoduje, zda produkt koupí nebo ne. Proto jsou vlastnosti transferového potisku textilu jednotlivými způsoby zhotovení uvedeny v souhrnných Tabulkách 10 a 11, kde jsou uvedeny charakteristiky tisku jako výhody a nevýhody metod nepřímého potisku textilu transferovou metodou potisku.

Tabulka 10 Souhrn společných charakteristických vlastností transferového potisku textilu zhotoveného sítotiskovou technikou z pohledu koncového uživatele

Sítotisková technika	
Výhody	Natištěný motiv je příjemný na dotek. [44, 45]
	.Motiv je stálobarevný. [25, 70]
	Zákazník si smí zvolit barvu potiskovaného materiálu
	Možnost tisku detailů. [5, 12, 16]
Nevýhody	Tisk se po čase vlivem mechanického namáhání v pračce znehodnotí. [45]
	Barva je fixována na povrchu vláken a při mechanické deformaci se tiskový motiv potrhá. Při návratu tkaniny do původního stavu se navrátí i fólie na ní uchycená, ale zůstanou na ni viditelné známky po potrhání motivu. [5]
	Při vytvoření velké plochy motivu, vytváří tento motiv dojem „placky“. [5]
	Natištěný motiv není vzdušný. [5]

Tabulka 11 Souhrn společných charakteristických vlastností transferového potisku textilu zhotoveného speciálními fóliemi z pohledu koncového uživatele

Fólie (jednobarvné i potištěné)	
Výhody	Motiv působí na omak velmi jemným dojmem příjemným na dotek. [44, 45]
	Možnost zhotovení individuálního potisku u každého kusu v jedné zakázce.
	Motiv je stálobarevný. [25, 70]
Nevýhody	Nemožnost zvolení si jakéhokoli textilního materiálu (limitován složením).
	Při vytvoření velké plochy motivu, vytváří tento motiv dojem „placky“. [6]
	Vlivem času se barva, co by fólie, tzv. "unaví" a začne se trhat při deformaci textilního materiálu, na kterou je motiv natištěn. [6]
	Tisk není možné žehlit – obraz by se mohl otisknout. [6, 17]
	Motiv zhotovený pomocí fólie není vzdušný. [6]

## 5. Praktická část

Praktická část je věnována testování výše uvedeným tkaninám, které byly potištěny přímým a nepřímým způsobem potisku. Potištěné tkaniny byly podrobeny testu odolnosti otěru, světlostálosti, praní a teplotálosti.

### 5.1 Příprava vzorků

Vhodná příprava materiálu a potřebných podmínek pro tisk, je pro kvalitně zhotovený výrobek, velmi důležitá. Od volby použitého materiálu se odvíjí celková kvalita tisku. Při potisku textilu počíná kvalita zhotovovaného výrobku volbou použité tkaniny a jejími finálními úpravami končí. Vzorky pro tuto práci byly připravovány na tři typy tkaniny – bavlnu, polyester a směs bavlny a polyesteru v poměru 65:35 % (v textu dále označovanou i pod zkratkou SMĚS).

#### 5.1.1 Tkanina

Výběr těchto tří tkaniny byl zvolen na základě vhodných tkanin pro jednotlivé tiskové techniky. Pro transferovou techniku potisku byla uvedena a vybrána jako nejvhodnější tkanina bavlna a pro sublimační techniku tkanina ze 100% polyesteru. Pro zajímavost srovnání byly obě tiskové techniky aplikovány i na směsnou tkaninu a testovány za stejných podmínek stejně jako tkanina doporučená.

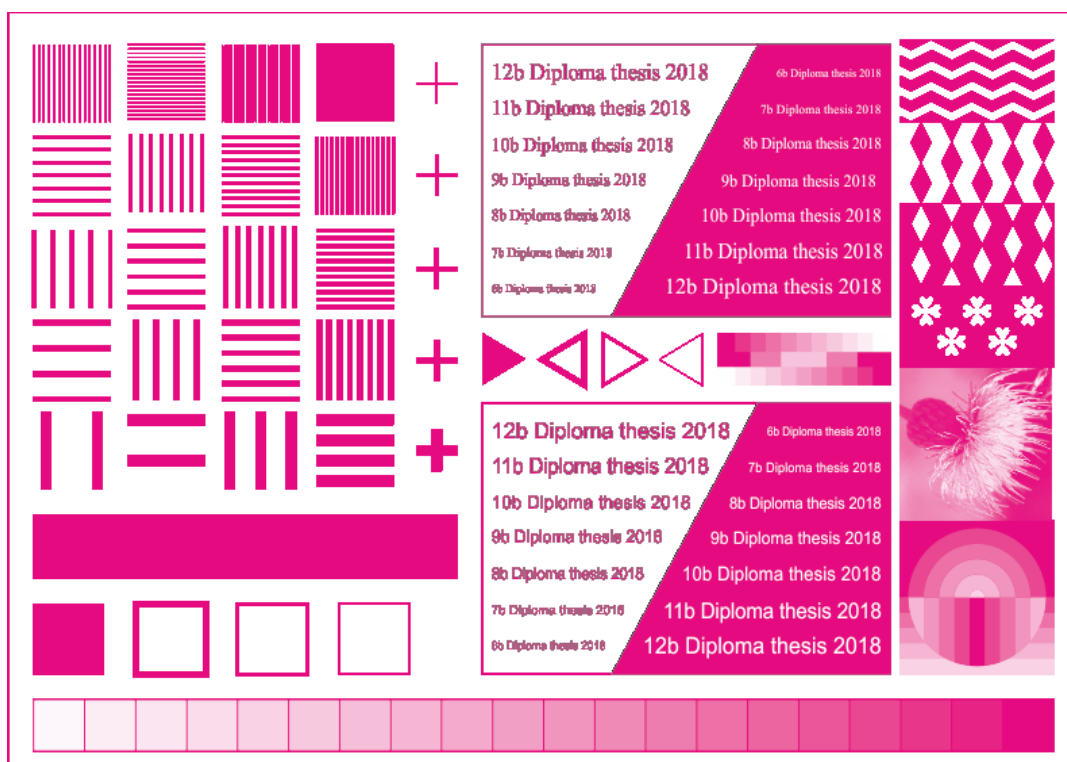
Tkaniny zhotovené ze 100% bavlny a ze 100% polyesteru byly pořízeny od dodavatele KOH-I-NOOR, a.s. Látka obsahující směs 65 % bavlny a 35 % polyesteru byla pořízena od dodavatele LÁTKY MRÁZ s.r.o. Podrobnější informace o jednotlivých tkaninách jsou uvedeny v Tabulce 12, kde jsou kromě některých údajů uváděných výrobcem, doplněny i informace o tkanině experimentálně změřené.

Tabulka 12 Charakteristika jednotlivých použitých tkanin

Materiál tkaniny	Zkratka	Šíře role [cm]	Plošná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]		Tloušťka tkaniny [mm]
			Udávaná	Změřená	
Bavlna	CO	142	140	144	0,26
Polyester	PES	150	85	51	0,09
Směs bavlny a polyesteru	SMĚS	150	103	100	0,19

### 5.1.2 Tiskový motiv

Vzorky určené pro testování jednotlivých technik potisku, byly vytvořeny v rozdílných variantách v závislosti na jejich způsobu testování a pouze v purpurové barvě. Vzorky byly testovány na odolnost při otěru, světlostálost, praní a teplotstálost. Aby mohly být vzorky adekvátně změřeny a vyhodnoceny, byl připraven i speciální obrazec, uvedený na obrázku 26, na kterém byly vytvořeny obrazce s různou jemností linek, různým rozestupem linek, síťový obraz, pérovkový obraz a textové pole s patkovým i bezpatkovým písmem. Na základě těchto obrazců byly vyhodnocovány možnosti jednotlivých technik potisku textilu a srovnávány mezi s sebou v závislosti na použité tiskové technice a použité tkanině.



Obrázek 26 Testovací obrazec pro posouzení možností jednotlivých tiskových technik

Kromě pole připraveného pro srovnávání tloušťky čar, odstínů a možnosti vytvoření obrazu, byla vytvořena pole i pro testování zmíněnými testy. Tato pole byla seskládána ze speciálně vytvořeného obrazce o rozměru 30 mm × 90 mm, viz Obrázek 27, určeného pro testování praním, na kterém bylo zkoumáno, jestli má tisk tendenci se z tkaniny seprat a zda je náchylný k seprání ve větších plochách nebo v detailech.



Obrázek 27 Testovací obrazce vytvořené pro zkoumání odolnosti vůči praní; a – obrazec pro tiskové techniky podporující polotóny, b – obrazce umožňující pouze tisk plných ploch

Další testovacím obrazcem byla plná plocha obdélníku o rozměru 50 mm × 90 mm, která byla využita na testování praní podle standardu (více v kap. 5.2.3 Praní). Dále byly tyto obdélníkové vzorky využity pro hodnocení otěru podle standardu (více v kap. 5.2.1 Odolnost při otěru) a pro testy světlostálosti, kde nebyly použity vzorky v plné ploše tisky, pouze jejich přířezy. Posledním testovaným obrazcem byly plné plochy čtverců o rozměru 20 × 20 mm. Tyto čtverce byly testovány pro teplostálost (více v kap. 5.2.4 Odolnost teplotě).

### 5.1.3 Přímý potisk textilu

Jelikož nemá digitální technika ani sítotisková technika žádné omezení na použitou tkaninu pro tisk, byly potištěny všechny tři druhy vybraných tkanin. Pouze pro směsný textilní materiál byly vzorky tištěny v menším rozsahu než pro ostatní dvě tkaniny. Testy prováděné pro směsný materiál byly zhotovovány pouze pro porovnání jednotlivých možností uvedených tiskových technik.

#### *Prostřednictvím digitální techniky*

Vzorky zhotovované digitální technikou byly tištěny v ink-jetovém digitálním tiskovém zařízení značky Kornit Storm II od firmy Kornit digital Ltd. K tisku byly použité vodouředitelné inkousty Kornit V223.

Pro zhotovení tisku byla nejdříve do tiskového stroje založena tkanina. Ta byla založena do jednoho ze speciálních ramen tiskového stroje, které umožňuje upnutí tkaniny mimo strojové zařízení a jeho následné zasunutí dovnitř, kde dojde k umístění tkaniny pod tiskové hlavy a následný tisk.

Před samotným tiskem byla v tiskovém zařízení na tkaninu aplikována předtisková kapalina obsahující 5% kyseliny octové. Tato podkladová kapalina vyplnila prázdná místa mezi oky tkaniny a sloužila tak k lepší podpoře tiskového inkoustu během tisku. Inkoust tak nezatékala do prázdného prostoru mezi oky tkaniny a vytvářela ostřejší obraz, který se během procesu sušení v horkovzdušném zařízení utvrdil na povrchu tkaniny.

Zhotovení potisku probíhalo u všech tří tkanin stejně. Tisk probíhal založením tkaniny do tiskového stroje, následně na něj byla aplikována podkladová kapalina, proběhl tisk a v konečné fázi byla tkanina s potiskem zasušena v horkovzdušném tunelu při teplotě 150°C po dobu 3 min. Jediný rozdíl, který během tohoto procesu nastal, byl ten, že pro polyesterovou tkaninu bylo použito podstatně menší množství podkladové kapaliny a to z důvodu její malé plošné hmotnosti a hrozbě, že by podkladová kapalina rozměrově převyšovala textilní materiál a tisk by byl proveden spíše na kapalinu než na tkaninu. Po zafixování inkoustu na tkanině, byla tkanina připravena k dalšímu použití.

#### *Prostřednictvím sítotiskové techniky*

Pro tisk sítotiskovou technikou byly použity plastizolové barvy PLASTIZOL MIX – OPAKE MIX od firmy VISMA, s. r. o.. Tisk byl prováděn ručním způsobem ve firmě Trikotisk s.r.o. v Brně přes síto s hustotou síta 120 vláken na centimetr. Při potisku bavlněného materiálu bylo použito pouze čisté plastizolové barvy. Pro potisk materiálu PES a směsi byla použita plastizolová barva s tužidlem H2, od firmy SERVIS CENTRUM a.s. se sídlem v Brně, v poměru 10:1. Tužidlo bylo do barvy přidáváno pro snížení teploty tuhnutí barvy a při sušení barvy na textilním materiálu nebyla tkanina vystavována příliš vysoké teplotě, která by ji mohla poškodit.

Sušení plastizolové barvy probíhalo v horkovzdušném tunelu, ve kterém byla potištěná bavlněná tkanina vystavena teplotě 175°C po dobu 2 minut. Vzorky vytištěné na tkaninu z polyesterového vlákna a směsi, byly vystaveny teplotě 130°C, také po dobu 2 minut. Snížená teplota u těchto tkanin byla zvolena právě kvůli jejich možné degradaci a nežá-

doucímú efektu smrštění či zežloutnutí tkaniny vlivem jejího přepálení v souvislosti s vysokou teplotou uvnitř sušícího zařízení.

Nanesená barva na tkanině po zasušení v horkovzdušném tunelu byla takto připravena pro její další zpracování – testování.

#### **5.1.4 Nepřímý způsob potisku textilu – sublimační tisk**

Potisk touto technikou vyžaduje materiál ze syntetických vláken. Proto byly vzorky pro tuto tiskovou techniku zhotovovány na 100% PES. Pro srovnání byly vzorky vyhotoveny i na směsnou tkaninu. Vzhledem k tomu, že i ostatní materiály byly zkoušeny a testovány pro všechny tři typy tkaniny, byl tisk touto technikou zhotoven i na 100% bavlnu (ačkoli je tato tkanina pro tento tisk absolutně nevhodná, protože neobsahuje mikropóry, do kterých by se pigmenty inkoustu mohly přenést).

Pro tisk byly použity vodouředitelné sublimační inkousty s nano částicemi J-ECO SUBLY NANO NS-60 od firmy J-TECK USA, Inc. Tisk byl proveden na digitálním tiskovém zařízení Mimaki JF-1631 na přenosový papír JETCOL HTR3500 s plošnou hmotností 105 g/m<sup>2</sup>. Tisk byl zhotoven ve firmě Sedmik s.r.o. s rozlišením tisku 350 dpi.

Po provedeném tisku nebyla potřeba další fixace inkoustu na přenosovém papíře. Přenos vzorků probíhal v tepelném lisu při teplotě 175°C po dobu 98 sekund (maximální možnou dobu, na kterou mohl být nastaven stroj).

Po přenosu inkoustu do vláken materiálu z přenosového papíru již nebyla tkanina nijak upravována a byla tedy připravena pro další testování.

#### **5.1.5 Nepřímý způsob potisku textilu – transferový tisk**

Transferový potisk tkaniny byl zhotovován třemi způsoby – zhotovení sítotiskovou technikou, celobarevnou fólií a potištěnou fólií. Pro tisk touto technikou je doporučována bavlněná tkanina nebo směs tkaniny, která obsahuje alespoň 80 % bavlny. Pro účely testování byly potištěny všechny tři vybrané tkaniny zvolenými technikami.

### *Prostřednictvím sítotiskové techniky*

Tiskový motiv pro potisk tkaniny touto technikou byl zhotoven na přenosový papír plastizolovými barvami PLASTIZOL MIX – OPAKE MIX od firmy VISMA, s.r.o. Motiv byl natištěn prostřednictvím sítotiskové techniky za stejných podmínek, jako přímý sítotisk avšak s rozdílem, že tisk nebyl prováděn přímo na tkaninu, ale byl prováděn na přenosový papír. Na natištěný tiskový motiv bylo naprášeno lepidlo UNEX PES T4 – TERMOPLASTIC COPOLYESTER POWDER od firmy DAKOTA COATINGS N.V. Přebytečné práškové lepidlo bylo z natištěné plastizolové barvy a nepotištěných prázdných míst na přenosovém papíře sklepano a mohlo být použito pro další tiskový motiv.

Naprášené lepidlo bylo v horkovzdušném tunelu za současného sušení plastizolové barvy aktivováno. K aktivaci lepidla došlo při teplotě 125°C po dobu 180 sekund. Následný přenos barvy z přenosového papíru na potiskovanou tkaninu byl prováděn v tepelném lisu, ve kterém byly materiály ponechány po dobu 25 sekund při teplotě 180°C.

Po přenosu tiskového motivu na tkaninu, byl tisk připraven na další použití.

### *Prostřednictvím celobarevné transferové fólie*

Celobarevná fólie má daný odstín už od výroby. Pro účely testování byla zvolena fólie PROFILEX Nylon odstínu CH 451 – fuchsie od firmy ALPHASET spol. s.r.o. Připravený tiskový motiv byl do této fólie pouze zrcadlově vyřezán. Přebytečná místa, netvořící tiskový motiv, byla sejmutím z nosné podložky odstraněna.

Aplikace celobarevné fólie na tkaninu byla provedena přiložením lepidivé vrstvy fólie na povrch tkaniny. K aktivaci lepidivé vrstvy na textilní materiál došlo při teplotě 150°C, které byla fólie s tkaninou vystavena v tepelném lisu po dobu 20 sekund. Po přenosu fólie na tkaninu byl zhotoven tiskový motiv. Pro možnost dalšího zpracování zbývalo pouze sejmut z vrchu potisku nosnou podložku, na které byla před přenosem umístěna celobarevná fólie.

### *Prostřednictvím potištěné transferové fólie*

Vzorky zhotovené prostřednictvím této fólie byly vytvořeny na bílou matnou fólii TURBO PRINT 4036 MATT od firmy POLI-TAPE GROUP – TAPE, spol. s.r.o. Tiskový motiv byl na tuto fólii natištěn rozpouštědlovými barvami na digitální tiskárně Mimaki JV33-160. Tiskový motiv byl následně obřezán na plotrovém vyřezávacím zařízení. Přebytek fólie,

kteřá netvořila tiskový motiv, byla sejmutím odstraněna. Vzhledem k uspořádaní vrstev této tiskové fólie je pro přenos zapotřebí odkryt vrstvu lepidla, kterou fólie obsahuje a která je z důvodu tisku na fólii umístěna mezi potiskovanou vrstvou fólie a nosnou podložkou, na které je fólie umístěna.

Pro přenos potištěné fólie byla využita přenosová fólie s větší adhezí DIGITAPE402 od firmy ALPHASET spol. s.r.o., která byla přiložena na potištěnou fólii. Vlivem větší přilnavosti přenosové fólie k potištěné fólii než k nosné podložce, byla potištěná fólie zachycena na této fólii a sejmutím odstraněna nosná podložka. Aplikace tiskového motivu na tkaninu byla následně stejná jako aplikace celobarevné fólie – vložením do tepelného lisu při teplotě 150°C na dobu 20 sekund.

Stejně jako u předchozího způsobu zhotovení potisku tkaniny, je i po tomto přenosu sejmuta vrstva fólie, která sloužila pro přenos potištěné fólie na tkaninu. Následně byl tisk připraven pro další zpracování.

## **5.2 Zkoušky tisku**

Pro objektivní posouzení jednotlivých tiskových technik výše uvedených a jejich zhodnocení, byly vybrány některé testy, na základě kterých je možnost vyhodnocení parametrů k jejich posouzení a porovnání. Testy byly vybírány na základě potřeb a požadavků koncového spotřebitele – tedy pro zhodnocení odolnosti otěru potisku, teplotalosti, světlostalosti, praní a vizuálního posouzení jednotlivých vzorků.

### **5.2.1 Odolnost při otěru**

Tento test byl vybrán z toho důvodu, aby bylo možné posoudit, jak je která tisková technika potisku textilu odolná při otěru. Tedy zda dochází k přenosu barvy z potištěné tkaniny na tkaninu těsně přilehlou, která přichází do kontaktu s potištěnou tkaninou během tření.

Pro vyhodnocení odolnosti při otěru bylo využito normy ISO 105-X12:1993 [71], která stanovuje oter vzorků velikosti 100 × 40 mm. Během otěru dochází k vytrhávání vláken a zachytávání na povrchu oterové tkaniny při síle 9N. Jako oterové tkaniny je využíváno 100 % bavlny.

Otěr je prováděn za sucha nebo za mokra. Při suchém otěru je použita suchá tkanina, při otěru za mokra je tkanina navlhčena vodou. K otěru dochází mezi mokrou otěrovou tkaninou a potištěnou tkaninou. Testování bylo prováděno na 10 otěrových kroků na přístroji Electronic Crockmeter M238BB (přístrojové zařízení je uveden na Obrázku 28).



Obrázek 28 Electronic Crockmeter M238BB

Dalšímu testování byly vzorky podrobeny v zařízení Martindale Wear & Abrasion Tester M235 (přístroj v chodu je uveden na Obrázku 29). Zde byly vystaveny oděru při zátěži 9 kPa při 50, 250, 500 a 1 000 otěrových krocích.



Obrázek 29 Martindale Wear & Abrasion Tester M235

## 5.2.2 Světlostálost

Test světlostálosti byl vybrán z důvodu zjištění, jak je která tisková barva odolná vůči působení světla. Testy světlostálosti mohou být prováděny dvěma způsoby – první způsob je ponechání vzorku vlivu působení denního světla, druhým způsobem je možnost urychleného stárnutí vzorku za působení xenonové výbojky. K měření a vyhodnocování je využívána norma ISO 105-B02:1994.

Testované vzorky byly umístěny do testovacího zařízení Xenotest Alpha. Zde byly umístěny ve speciálních stojanech, kde byly vystavovány působení záření výbojky. Současně byly vystavovány i se vzorky modře obarvené vlny, které jsou barveny speciálními barvivy, uvedené v Tabulce 13, přičemž jsou jednotlivé vlny rozdílně náchylné na působení světla. Tyto vlny, které jsou označeny pod čísly 1 až 8, jsou tím odolnější vůči působení světla, čím vyšším číslem jsou pojmenovány. V Americe jsou, na rozdíl od Evropy, používány vlny s názvem L2 až L9, jejich specifikace je uvedena v normě. Modře zbarvené vlny se po ukončení testu používají, jako hodnotící škála pro získání výsledků. Testované vzorky se hodnotí podle míry změny barevnosti jejich vlastních a modré vlny. Podle čísla pořadí vlny s nejvíce podobnou odchylkou testovaného vzorku, je vzorek ohodnocen.

Během testování se rovná 1 testovací hodina 24 reálným hodinám. Další bližší specifikace probíhajícího testu, které testovací zařízení umožňovalo, jsou uvedeny v Tabulce 14. Vyhodnocování testu probíhá podle šedé škály, stejné jako při vyhodnocování odolnosti při otěru (uvedené výše).

Tabulka 13 Přehled jednotlivých barviv použitých při výrobě referenčních modrých tkanin do hodnotící škály

Reference	Barvivo
1	CI Acid Blue 104
2	CI Acid Blue 109
3	CI Acid Blue 83
4	CI Acid Blue 121
5	CI Acid Blue 47
6	CI Acid Blue 23
7	CI Solubilized Vat Blue 5
8	CI Solubilized Vat Blue 8

Tabulka 14 Možností nastavitelných technických parametrů přístrojového zařízení Xenotest Alpha

Technické parametry	Hodnoty
Teplota zkušební komory	30-70 °C
Relativní vlhkost	10-95 %
Ozařování	45-95 W/m <sup>2</sup>

### 5.2.3 Praní

Pro stanovení odolnosti použitých barev při barvení textilu, které byly testovány je používáno normy ISO 105-C10:2006 [72]. Tato norma uvádí několik možností způsobu přípravy vzorků, mycího přípravku, doby praní a následného vyhodnocení.

Testované vzorky měly mít podle normy rozměr 100 × 40 mm, vzhledem k připravovaným vzorkům, které byly natištěny, měly skutečné vzorky rozměr 80 × 50 mm. Obsah vzorků zůstal zachován. Podle normy byly jednotlivé testované vzorky (potištěné tkaniny různými tiskovými technikami) vloženy mezi dvě další tkaniny. První tkanina je stejný materiál, na který byl prováděn tisk. Druhá tkanina byla určena normou, podle Tabulky 15 (vypsány jsou pouze tkaniny, které byly pro práci důležité). Při určování druhé tkaniny bylo nutné vědět, při jaké teplotě budou vzorky testovány.

Tabulka 15 Doplnkové tkaniny pro testování odolnosti vzorků vůči praní určené normou

Potištěná tkanina	Doplňující tkanina	
	Testování při teplotě 40 a 50°C	Testování při teplotě 60 a 95°C
Bavlna	Vlna	Viskóza
Polyester	Vlna nebo bavlna	Bavlna

Pro přípravu pracího roztoku je důležitá plánovaná teplota praní. Podle teploty praní je roztok tvořen mýdlem (jehož složení je uvedeno v normě) nebo mýdlem a sodou. Prací roztok byl pro testování vzorků připraven následovnými kroky:

- nejdříve byla stanovena váha všech praných vzorků v jedné sérii (jednotlivé praní při 40, 60 a 90 °C);
- následně bylo podle stanovené váhy vzorků přidáno potřebné množství mýdlového roztoku, které bylo přidáváno v poměru 50 ml roztoku na 1 g vzorků;
- množství mýdla bylo vypočítáno v poměru 5 g mýdla na 1 l roztoku;

- (pokud byly vzorky prány nad 60 °C teploty praní, poté k nim byla přidávána i soda, která byla přidávána v poměru 2 g sody na 1 l roztoku);
- následně byl mýdlový roztok rozdělen v poměru k váze jednotlivých vzorků a rozlit do nádob z nerezové oceli, ve které byly vzorky prány.

Praní vzorků probíhalo v automatickém pracím zařízení Gyrowash 815 (Obrázek 30), které bylo složeno z vany s vyhřívanou kapalinou na určitou teplotu a otočné hřídele, na kterou se umísťují nerezové nádoby se vzorky (Obrázek 31). Testování následně probíhá určitou dobu (potřebné údaje jsou též uvedeny v Tabulce 16) při 40 ( $\pm$  2) otáčkách za minutu. Po praní je vzorek důkladně propláchnut a vysušen.

Testování vzorků na odolnosti při praní probíhalo celkem pětkrát. Následné vyhodnocení vzorků probíhalo pomocí šedé škály a instrumentálně.



Obrázek 30 Testovací zařízení Gyrowash 815



Obrázek 31 Otáčecí hřídel testovacího zařízení Gyrowash 815 s umístěnými nerezovými nádobami s testovanými vzorky

Tabulka 16 Podmínky testování určené normou

Teplota praní [°C]	Čas [min]	Přídavek uhličitanu sodného
40	30	Ne
60	30	Ano
95	30	Ano

#### 5.2.4 Odolnost teplotě

Zkoušky teplotstálosti nebyly testovány na základě žádné normy. Mezi zkoušky byl tento test zařazen z důvodu jeho důležitosti vůči koncovému uživateli a to kvůli tomu, že uživatel by měl vědět, zda zakoupený textil bude moci žehlit nebo ne, popřípadě, které teplotě bude materiál schopný odolat.

Z toho důvodu byly jednotlivé tiskové techniky, respektive vzorky vytištěné prostřednictvím jednotlivých technik, podrobeny zkouškám teplotstálosti. Při testu byl proti vzorku přiložen jeden ze čtyř materiálů – 100% bavlna, 100% PES, pečicí papír a kancelářský papír (80 g/m<sup>2</sup>). Teplotstálost byla zkoumána při teplotách v rozsahu 100 až 200°C v intervalu 20°C. Vyhodnocení bylo prováděno vizuálně.

### 5.3 Vyhodnocení jednotlivých zkoušek tisku

První podkapitola je věnována způsobům vyhodnocování testovaných vzorků a potřebným údajům, podle kterých byly vzorky měřeny. Následující části jsou věnovány jednotlivým testům, jejich specifikacím a způsobu, kterým jsou testy vyhodnocovány.

#### 5.3.1 Způsoby vyhodnocování

Způsoby vyhodnocování byly provedeny trojím způsobem (ne všechny vzorky byly vyhodnocovány všemi třemi způsoby). První způsob vyhodnocování byl spektrofotometrický, druhý způsob bylo vyhodnocování podle šedé nebo modré škály (běžně využívané v textilním průmyslu) a třetím způsobem bylo vizuální vyhodnocování.

Spektrometrické vyhodnocování (dále používáno jako instrumentální) bylo prováděno přes přístrojové zařízení Datacolor Spectrum Flash® SF600 PLUS-CT. Vzorky byly měřeny při standardním osvětlení D65, 10° standardním pozorovateli a 8° geometrii osvětlení

měřeno přímým odrazem ze vzorku, tzv. specular included. Přes softwarové zařízení Datacolor Datamaster byly zaznamenávány hodnoty CIEL\*a\*b\*, které byly následně vyhodnocovány prostřednictvím softwaru MS Excel. V softwaru MS Excel byly výsledky počítány podle uvedených rovnic (1-4), přes které byly počítány odchylky E, C, L a H. Tyto odchylky byly využity pro posouzení změny barevnosti ( $\Delta E_{ab}$ ), čistoty barvy – chromy ( $\Delta C$ ), měrné světlosti ( $\Delta L$ ) a odstínu ( $\Delta H$ ).

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_s^* - L_t^*)^2 + (a_s^* - a_t^*)^2 + (b_s^* - b_t^*)^2} \quad (1)$$

zde jsou  $L_s^*$ ,  $a_s^*$ ,  $b_s^*$  hodnoty standardních vzorků a  $L_t^*$ ,  $a_t^*$ ,  $b_t^*$  jsou hodnoty vzorků po provedeném testování.

$$\Delta C = C_s^* - C_t^* \quad (2)$$

zde je  $C_s^*$ , hodnota standardního vzorku a  $C_t^*$  je hodnota vzorku po provedeném testování.

$$\Delta L = |L_s^* - L_t^*| \quad (3)$$

zde je  $L_s^*$ , hodnota standardního vzorku a  $L_t^*$  je hodnota vzorku po provedeném testování.

$$\Delta H = \sqrt{\Delta E^2 - \Delta L^2 - \Delta C^2} \quad (4)$$

Vyhodnocování odchylky  $\Delta E$  bylo provedeno podle Tabulky 17, která udává míru změny barevnosti vzorku vyjádřenou v číselných hodnotách. Na základě těchto parametrů je snadno vyhodnotitelné, zda je barevná odchylka před testováním a po testování zanedbatelná nebo jasně patrná a nepřijatelná.

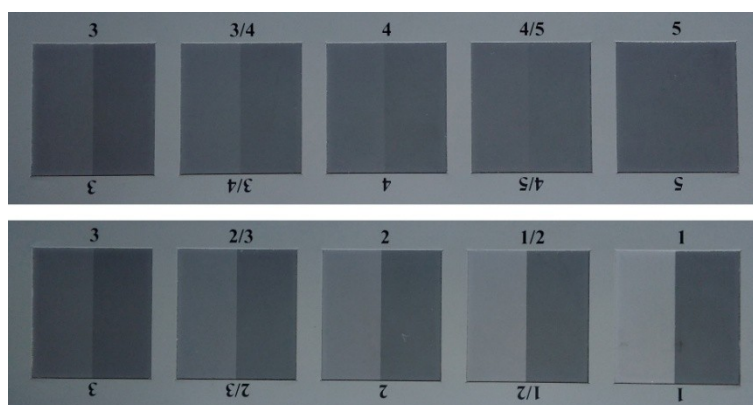
Tabulka 17 Hodnoty barevné odchylky a jejich význam – část 1

Hodnota $\Delta E$	Význam
0-1	Neviditelný rozdíl
1-2	Velmi malý rozdíl, viditelný pro trénované oko
2-3,5	Střední rozdíl, viditelný i pro netréované oko

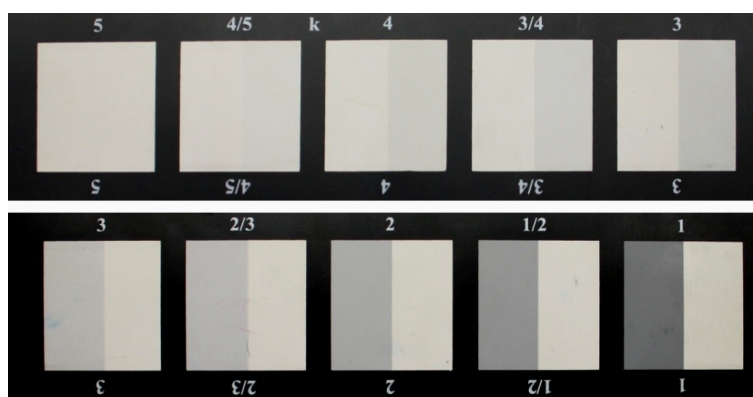
Tabulka 17 Hodnoty barevné odchylky a jejich význam – část 2

Hodnota $\Delta E$	Význam
3,5-5	Zřejmý rozdíl
>6	Jasně patrný rozdíl

Druhým způsobem hodnocení bylo vyhodnocování podle šedé škály (Obrázek 32 a 33). Vyhodnocování touto metodou zahrnuje srovnávání vzorků před testováním a po jeho testování, přičemž jsou k sobě oba tyto typy vzorků přiloženy do bezprostřední blízkosti. K takto připraveným vzorkům je přiložena škála a vizuálním posouzením se hodnotí míra odchylky mezi přiloženými vzorky. Podle typu hodnoceného vzorku je použitý i typ šedé škály. První typ šedé škály (Obrázek 32) je využíván pro hodnocení změny barevnosti testovaného vzorku (ať už nabarveného barvivy nebo potištěného). Druhý typ šedé škály (Obrázek 33) je používán pro zhodnocení tkanin, které byly při testování použity (při praní – tkaniny, které byly prány se vzorkem; při otěru – míra zabarvení otěrové tkaniny).



Obrázek 32 Šedá škála používaná při vyhodnocování testované tkaniny



Obrázek 33 Šedá škála používaná pro vyhodnocení míry zabarvení přiložených tkanin využitých při testování

Obě škály obsahují 9 stupňů pro hodnocení rozdílů vzorků před a po testování (tyto hodnoty jsou – 5, 4/5, 4, 3/4, 3, 2/3, 2, 1/2 a 1). Stupeň hodnocení 5 byl použit pro tkaninu, která odolává testování a nevykazuje žádné známky opotřebení nebo deformace. Stupeň hodnocení 1 byl použit pro tkaninu, která provedeným testům neodolává.

Vyhodnocování vzorků podle modré škály je obdobné jako hodnocením prostřednictvím šedé škály. Rozdíl je v použité škále a stupních hodnocení. Zatímco hodnocení prostřednictvím šedé škály udává 9 stupňů zhodnocení, modrá škála udává těchto stupňů 8. Šedá škála je využívána při hodnocení vzorků pro odolnost při praní nebo při otěru. Modrá škála byla využívána při vyhodnocování světlostálosti.

Výsledky jsou vyhodnocovány v práci prostřednictvím škál, jelikož tisk zhodnocený instrumentální metodou se může na první pohled jevit jako značně odlišný a při hodnocení touto metodou nejsou známky odlišnosti patrné.

### 5.3.2 Odolnost při otěru

Testy odolnosti otěru byly prováděny v souladu s normou ISO 105-X12:1993. Standardní vzorky byly zhotovovány v deseti otěrových krocích. Výsledky těchto testů byly vyhodnoceny prostřednictvím šedé a bílé škály a byly zaznamenány v Tabulce 18 a Tabulce 19. Tabulka 18 obsahuje výsledky testů, které byly vyhodnocovány na natištěné tkanině a vyhodnocovány šedou škálou. Tabulka 19 obsahuje výsledky testů, které byly vyhodnocovány na otěrové tkanině a vyhodnocována bílou škálou.

Testování vzorků na standard bylo provedeno pro všechny tři typy zvolené textilie potištěné všemi tiskovými technikami v práci rozebíraných.

Tabulka 18 Výsledky vyhodnocení testované tkaniny potištěné jednou z testovaných technik – část 1

Tkanina	Potištěná tkanina					
	suchý otěr			mokrá otěr		
	CO	Směs	PES	CO	Směs	PES
Přímý tisk						
Digitální tisk	5	5	4	5	4/5	4
Sítotisk	5	5	5	5	4/5	5

Tabulka 18 Výsledky vyhodnocení testované tkaniny potištěné jednou z testovaných technik – část 2

Tkanina		Potištěná tkanina					
		suchý otěr			mokrá otěr		
		CO	Směs	PES	CO	Směs	PES
Nepřímý tisk							
Transferový tisk	Sítotisk	5	5	5	5	5	5
	Celobarevná fólie	5	5	5	5	5	5
	Potištěná fólie	5	5	5	5	5	5

Tabulka 19 Výsledky vyhodnocení oděrové tkaniny sloužící pro vyhodnocení testu odolnosti oděru

Tkanina		Otěrová tkanina					
		suchý otěr			mokrá otěr		
		CO	Směs	PES	CO	Směs	PES
Přímý tisk							
Digitální tisk		4	3	4	4/5	5	4/5
Sítotisk		4/5	4/5	3/4	4/5	4/5	5
Nepřímý tisk							
Sublimační tisk		4	4/5	5	4	4	5
Transferový tisk	Sítotisk	5	5	5	5	5	5
	Celobarevná fólie	5	5	5	5	5	5
	Potištěná fólie	4/5	5	4/5	4/5	5	4/5

Vzhledem k faktu, že hodnota 5 je v hodnocení na škále jako nejvíce odolná, lze říci, že proti standardnímu suchému otěru jsou potištěné tkaniny odolné. Při provádění mokrého otěru vykazovala známky otěru směsová tkanina, která byla vyhodnocena stupněm 4/5. Při tomto stupni byla tkanina lehce poznamenána vyhlazenou stopou po otěrové tkanině. Digitální tisk zhotovený na textilní materiál ze 100% polyesteru zanechával po testu nejvýraznější stopy. V tomto případě, je kvalita provedeného tisku nejspíše ovlivněna volbou textilního materiálu, který měl příliš nízkou plošnou hmotnost a špatně přijímal tiskovou barvu (zbylé dvě tkaniny potištěné stejným způsobem vykazovaly mnohem lepší vlastnosti).

Otěrové tkaniny, které byly k tomuto testu použity, vykazovaly větší známky opotřebení než tkaniny, které byly použity pro potisk. Nejlepší známky odolnosti oděru vykazoval transferový tisk zhotovený sítotiskovou technikou a celobarevnou fólií. Tyto vzorky

nevykazovaly vůbec žádné stopy barvotvorné složky na otěrové tkanině. Hůře odolávaly vzorky zhotovené prostřednictvím potištěné fólie. Výborné vlastnosti vykazovaly i vzorky zhotovené sublimační technikou na polyesteru. Ostatní materiály zhotovené touto technikou vykazovaly známky podstatně horší, avšak vzhledem k charakteristice použité tiskové techniky, byly tyto výsledky očekávány.

Testy zhotovované na zařízení Martindale Wear & Abrasion Tester M235 byly prováděny na dvou typech tkaniny – bavlna a polyester. Vzorky byly testovány po 50, 250, 500 a 1 000 otěrových krocích za sucha. Tyto vzorky byly měřeny instrumentálně – změřením jejich hodnot přístrojem Datacolor Spectrum Flash® SF600 PLUS-CT a následné výpočty byly vyhodnocovány prostřednictvím softwaru MS Excel.

Podle výsledků měření a vyhodnocení jednotlivých odchylek tohoto testu vykazuje největší odchylku  $\Delta E$  sublimační tisk zhotovený na bavlně, tento výsledek je očekáván, jelikož byl tisk zhotoven na nevhodnou tkaninu. Vzorky tištěné digitální technikou vykazovaly jasně viditelné známky změny odstínu i chromy. Podle instrumentálně naměřených výsledků nejlépe odolává otěru nepřímý potisk tkaniny potištěnou fólií zhotovené na bavlně. O trochu méně odolává potisk tkaniny stejnou metodou na polyesterové tkanině.

Dle vizuálního hodnocení známek otěru na tkaninách potištěných uvedenými technikami, odolává oděru nejlépe potisk polyesterové tkaniny zhotovené sublimační technikou. Tisk nevykazuje žádné známky opotřebení a na tkanině nejsou vůbec patrné známky jakéhokoli opotřebení – ani známky po tom, že by na tkanině byly prováděny nějaké testy.

Tisky provedené ostatními technikami vykazovaly známky opotřebení v podobě tmavšího zbarvení potištěného místa, na kterém docházelo ke styku s otěrovou tkaninou umístěnou v otěrovém zařízení. Zbarvení těchto míst jsou přisuzována otěrové tkanině použité v otěrovém zařízení, jelikož potištěná místa jinak nevykazovala žádné známky otěrového opotřebení (vytrhaná vlákna z tkanin nebo světlejší místa, která vznikají po přenosu barvotvorné složky z potištěné plochy).

Změny barevnosti vzorků, které byly měřeny instrumentálně, sice vykazují změnu barevnosti, která na vzorcích nastala, avšak i přes fakt, že tisková místa byla nežádoucím způsobem zbarvena, nevykazují fakt, že tisk by byl vlivem tohoto testu poškozen. Známky opotřebení vlivem tohoto testu vykazovala jen bavlna potištěná přímou digitální technikou při 1 000 otěrových krocích, při které došlo k vytrhávání vláken tkaniny.

Pro objektivnější zhodnocení testu odolnosti otěru jsou pro zhodnocení vhodnější výsledky testů podle normy ISO 105-X12:1993. Při těchto testech bylo více patrné, která tisková technika je více odolná vůči oděru a v jaké míře je přenášena barvotvorná vrstva z natištěné tkaniny na ošetrovou tkaninu. Dle těchto testů lze říci, že nejlepší odolnost v oděru má transferový tisk zhotovený sítotiskovou technikou a transferový tisk zhotovený celobarevnou fólií, jelikož na testovaném vzorku ani ošetrové tkanině nebyly zaznamenány jakékoli známky po provedeném testu.

### 5.3.3 Světlostálost

Testy na světlostálost byly prováděny v přístrojovém zařízení Xenotest Alpha podle normy ISO 105-B02:1994 [73]. Test probíhal po dobu 72 hodin, přičemž jedna hodina testu simulovala 24 hodin v reálu. Celkový test tedy simuloval 1 728 reálných hodin osvitů.

Test dále probíhal za podmínek uvedených v Tabulce 20.

Tabulka 20 Nastavené hodnoty na testovacím zařízení Xenotest Alpha

Technické parametry	Hodnoty
Teplota zkušební komory	35 °C
Relativní vlhkost	70 %
Ozařování	42 W/m <sup>2</sup>

Do stojanů byly vloženy vzorky tkanin, které byly potištěny jednotlivými tiskovými technikami. Na jednom stojanu byly všechny tři potiskované tkaniny, které byly potištěny jednou z technik.

Výsledky testování byly vyhodnocovány podle modré škály. Jejich hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 21. Z výsledků této tabulky je jasně patrné, jak se měnil odstín jednotlivých tkanin, které jsou pro hodnotící škálu používány. V tabulce jsou zaznamenány i hodnoty, na kterých je jasně patrné, jak jsou postupně náchylné jednotlivé tkaniny na osvit. V posledním sloupci této tabulky jsou ukázány i změny barevnosti jednotlivých modře obarvených tkanin.

Tabulka 21 Výsledky spektrometrického měření hodnotící modré škály po provedeném testu světlostálosti

Označení	Použité barvivo	Stav testu	Naměřené hodnoty			Hodnoty odchylek			
			L	a	b	$\Delta E$	$\Delta C$	$\Delta H$	$\Delta L$
1	CI Acid Blue 104	před osvitem	42,3	-6,3	-28,9				
		po osvitu	46,9	-10,2	-15,1	15	11	9	5
2	CI Acid Blue 109	před osvitem	44,8	-5,8	-36,9				
		po osvitu	46,6	-6,9	-28,9	8	8	3	2
3	CI Acid Blue 83	před osvitem	40,9	4,7	-44,7				
		po osvitu	41,9	1,9	-38,3	7	7	2	1
4	CI Acid Blue 121	před osvitem	33,8	-6,7	-28,2				
		po osvitu	33,7	-6,1	-27	1	1	0	0
5	CI Acid Blue 47	před osvitem	33,6	2,9	-33,7				
		po osvitu	33,7	2,5	-32,7	1	1	0	0
6	CI Acid Blue 23	před osvitem	38,3	-15,3	-23,5				
		po osvitu	38,2	-14,9	-23	1	1	0	0
7	CI Solubilized Vat Blue 5	před osvitem	37,6	-4,6	-22,1				
		po osvitu	38,3	-4,9	-21,2	1	1	0	1
8	CI Solubilized Vat Blue 8	před osvitem	35,5	-9,2	-17,7				
		po osvitu	35,0	-9,3	-17,9	1	0	0	1

Podle toho, jak která tkanina odolávala světlu, byly vyhodnoceny i testované vzorky jednotlivých potištěných tkanin. Podle stupně degradace vzorku a modré tkaniny byly jednotlivé vzorky vyhodnoceny. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v Tabulce 22 – hodnocení bylo provedeno vizuálním posouzením. Součástí této tabulky je i ukázka změny barevnosti tkaniny před a po provedení testu.

Tabulka 22 Výsledky vizuálního hodnocení testovaných vzorků na test světlostálosti

Přímý tisk			Nepřímý tisk					
Digitální tisk	CO	4	Sublimační tisk	CO	1	Celobarevná fólie	CO	3
	Směs	4		Směs	3		Směs	3
	PES	8		PES	4		PES	3
Sítotisk	CO	8	Transferový tisk - sítotisk	CO	8	Potištěná fólie	CO	8
	Směs	8		Směs	8		Směs	8
	PES	8		PES	8		PES	8

Hodnocení testu prostřednictvím této metody je založeno na tom principu, že čím vyšším číslem je vzorek ohodnocen, tím lepším výsledkem se vzorek vyznačuje. Nejhorším výsledkem se vyznačoval sublimační tisk provedený na bavlně. Tento výsledek byl očekávaný, jelikož se pro tisk tato tkanina nehodí. Překvapivé hodnocení stupněm 4 bylo uděleno sublimačnímu tisku zhotoveného na doporučené tkanině, to je na 100 % PES. Na této tkanině byly zaznamenány velmi slabé známky po testování, které odpovídaly čtvrtému hodnotícímu stupni na modré škále.

Výsledky testů byly změřeny a vyhodnoceny i instrumentálně. Výsledky instrumentálního měření tohoto testu jsou zaznamenány v Tabulkách 23-28.

Tabulka 23 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných přímou digitální technikou

Přímý digitální tisk		L	a	b	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$
Bavlna	před testem	49,8	57,9	-18,1				
	po testu	48,8	56,3	-11,8	7	1	3	6
Polyester	před testem	46,9	60,1	-16,8				
	po testu	46,9	58,8	-13,4	4	0	2	3
Směs	před testem	48,2	58,9	-18,2				
	po testu	48	57,4	-14,4	4	0	2	3

Tabulka 24 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných přímou sítotiskovou technikou

Přímý sítotisk		L	a	b	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$
Bavlna	před testem	43,0	52,8	-3,4				
	po testu	42,8	51,9	-1,2	2	0	1	2
Polyester	před testem	42,9	54,7	-1,9				
	po testu	42,6	53,4	0,5	3	0	1	2
Směs	před testem	40,7	48,4	-0,8				
	po testu	40,2	47,6	3,3	4	1	1	4

Tabulka 25 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných nepřímou sublimační technikou

Nepřímý sublimační tisk		L	a	b	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$
Bavlna	před testem	59,4	42,8	-13,1				
	po testu	65,4	30,3	-4,0	17	6	14	6
Polyester	před testem	46,9	66,3	11,8				
	po testu	45,9	64,5	11	2	1	2	0
Směs	před testem	52,5	56,1	1,6				
	po testu	52,3	51,9	4,5	5	0	4	3

Tabulka 26 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných nepřímou síťotiskovou technikou

Nepřímý transferový tisk zhotovený síťotiskovou technikou		L	a	b	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$
Bavlna	před testem	51,3	56,8	-16,2				
	po testu	50,4	56,2	-14,7	2	1	1	1
Polyester	před testem	51,3	55,7	-16,1				
	po testu	51,4	54,4	-13,8	3	0	2	2
Směs	před testem	51,4	55,1	-17,6				
	po testu	51,8	54	-15,5	2	0	2	2

Tabulka 27 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných nepřímou technikou zhotovenou prostřednictvím celobarevné fólie

Nepřímý transferový tisk zhotovený celobarevnou fólií		L	a	b	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$
Bavlna	před testem	49,6	48,9	-9,9				
	po testu	49,5	46,5	-5	5	0	3	5
Polyester	před testem	49,7	46,8	-5,4				
	po testu	49,8	49,1	-10,2	5	0	3	4
Směs	před testem	49,6	46,4	-5,1				
	po testu	49,7	48,9	-10,2	6	0	3	5

Tabulka 28 Výsledky hodnocení testu světlostálosti vzorků potištěných nepřímou technikou zhotovenou prostřednictvím potištěné fólie

Nepřímý transferový tisk zhotovený potištěnou fólií		L	a	b	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$
Bavlna	před testem	47,7	51,4	-3,3				
	po testu	46,9	52,2	-4,2	1	1	1	1
Polyester	před testem	47,8	51,1	-3,3				
	po testu	47,2	51,9	-3,8	1	1	1	0
Směs	před testem	47,5	50,7	-3,9				
	po testu	47	51,6	-4,3	1	0	1	0

Výsledky instrumentálního měření vykazují téměř totožné známky hodnocení, jako výsledky zhodnocení prostřednictvím modré škály. Podle těchto výsledků se chroma, měrná světlost a odstín, až na některé výjimky mění pouze zanedbatelně. Pro přibližné srovnání relevantnosti instrumentálního a vizuálního porovnání, byla vyhotovena Tabulka 29, do které byly vneseny hodnoty barevné odchylky, na základě kterých byly potom vzorky vyhodnoceny. Vzorky byly hodnoceny nikoli vizuálním posouzením, ale mírou odchylky, na kterou byly zhodnoceny instrumentálně. Tyto výsledky jsou uvedeny v Tabulce 30.

Tabulka 29 Srovnání hodnot instrumentálně naměřeného a vizuálního vyhodnocování testu světlostálosti

Označení modré tkaniny	Naměřená barevná odchylka	Přirazená barevná odchylka	Stupeň zhodnocení
1	15	>10	jasně patrný rozdíl
2	8	8-10	zřejmý rozdíl
3	7	6-7	střední rozdíl, viditelný i pro netréované oko
4	1	5	malý rozdíl, viditelný pro netréované oko
5	1	4	neviditelný rozdíl
6	1	3	neviditelný rozdíl
7	1	2	neviditelný rozdíl
8	1	1	neviditelný rozdíl

Tabulka 30 Výsledky hodnocení instrumentálně zjištěných hodnot testu světlostálosti podle stupnice získané instrumentálním měřením modré škály

Přímý tisk		Nepřímý tisk			
Tkanina	Instrumentálně odvozené výsledky	Tkanina	Instrumentálně odvozené výsledky	Tkanina	Instrumentálně odvozené výsledky
Digitální tisk		Sublimační tisk		Celobarevná fólie	
CO	3	CO	1	CO	4
Směs	5	Směs	7	Směs	3
PES	5	PES	4	PES	4
Sítotisk		Transferový tisk - sítotisk		Potištěná fólie	
CO	7	CO	7	CO	8
Směs	5	Směs	7	Směs	8
PES	6	PES	6	PES	8

Z této tabulky vyplývá, že výsledky hodnocení podle modré škály a instrumentální, výše uvedené, se od sebe příliš neliší. Rozdíl je patrný ovšem v tom, že při vyhodnocování modrou škálou je stupeň hodnocení některých tkanin zařazen na stupeň 8, jelikož vizuálním porovnáním nebyly zaznamenány žádné změny na tkanině již od čtvrté modré testovací tkaniny. Instrumentálně některé změny byly zaznamenány, proto bylo hodnocení některých vzorků prostřednictvím instrumentálně naměřených hodnot modré škály ve výsledcích upraveno. V Tabulce 31 jsou uvedeny výsledky porovnání testu světlostálosti prostřednictvím modré škály a instrumentálně upravené modré škály.

Tabulka 31 Porovnání hodnot testu světlostálosti vizuálně a instrumentálně vyhodnocených

Přímý tisk			Nepřímý tisk					
Tkanina	MŠ <sup>1</sup>	IMŠ <sup>2</sup>	Tkanina	MŠ <sup>1</sup>	IMŠ <sup>2</sup>	Tkanina	MŠ <sup>1</sup>	IMŠ <sup>2</sup>
Digitální tisk			Sublimační tisk			Celobarevná fólie		
CO	4	3	CO	1	1	CO	3	4
Směs	4	5	Směs	3	7	Směs	3	3
PES	8	5	PES	4	4	PES	3	4
Sítotisk			Transferový tisk - sítotisk			Potištěná fólie		
CO	8	7	CO	8	7	CO	8	8
Směs	8	5	Směs	8	7	Směs	8	8
PES	8	6	PES	8	6	PES	8	8

<sup>1</sup>Hodnoceno modrou škálou

<sup>2</sup>Hodnoceno instrumentálně vyhodnocenou modrou škálou

Je zřejmé, že výsledky se výrazně nemění a testu světlostálosti nejlépe odolává transferový tisk zhotovený prostřednictvím sítotisku i potištěné fólie, a to jak při vizuálním tak při instrumentálním hodnocení. Stejně dobře odolávaly i vzorky potištěné přímým sítotiskem. U těchto tří technik se na všech třech tkaninách neobjevovaly žádné známky testování. O trochu hůře, se jevíly výsledky hodnocení vzorků potištěných přímou digitální technikou, které u bavlněné a směsové tkaniny vykazovaly slabé, takřka nezaznamenané, známky opotřebení. Stejně ohodnocený byl i nepřímý potisk tkaniny zhotovený sublimační technikou zhotovený na směsové a polyesterové tkanině. Ten také vykazoval známky opotřebení. Výsledky korespondovaly i s výsledky stanovenými pro transferový potisk zhotovený celobarevnou fólií. Na těchto vzorcích se objevil jasně znatelný odlišně barevný pruh – známka degradace materiálu. Opět byl nejhůře ohodnocený tisk zhotovený sublimační technikou potisku zhotoveného na bavlněnou tkaninu.

#### **5.3.4 Praní**

Testy odolnosti potištěných vzorků vůči namáhání při praní byly prováděny za použití normy ISO 105-C10:2006. Dle této normy byly vzorky vyhodnocovány prostřednictvím šedých škál pro potištěnou i přilehlou tkaninu nebo instrumentálně.

Celkem bylo provedeno pět praní všech vzorků. Přičemž byly vzorky rozděleny do tří skupin a to pro praní při 40, 60 a 90°C. Tyto teploty byly zvoleny, protože mají od sebe dostatečný tepelný odstup a všechny tyto teploty mohou být nastavitelné na běžně dostupných pracích zařízeních, které může mít doma koncový spotřebitel. Některé z tiskových technik, konkrétně např. celobarevná fólie má od výrobce dáno, že vydrží teplotu praní při 80°C. U některých tiskových technik nebyl tento parametr známý, proto bylo testování zvoleno i pro takto vysokou teplotu praní, aby bylo odzkoušeno, jak je potisk stálý.

Pouze pro teplotu 60°C byly testovány vzorky všech tří tkanin potištěných všemi tiskovými technikami. Tato teplota byla zvolena s ohledem na to, že je to běžně využívaná vyšší teplota praní a pokud odolá potisk při teplotě 60°C, potom je podstatně vyšší pravděpodobnost, že odolá i praní při 40°C než kdyby tomu bylo v opačném případě. Praní tkaniny při 90°C již není tak obvyklé a testy v tomto směru byly provedeny z důvodu zhodnocení, zda tisková technika provedená na daném materiálu odolává nebo ne.

Součástí testování bylo i vizuální zhodnocení vzorků natištěných jednotlivými tiskovými technikami. K tomuto testu bylo využito tiskového motivu uvedeného v kapitole 5.1.2

Tiskový motiv a sloužil především k posouzení, jak tisková technika odolává při praní jemnějších vzorů a plné plochy, jako je tomu u standardu.

Nejdříve jsou uvedeny výsledky hodnocení praní podle šedé a bílé škály (Tabulka 32-34), které jsou vyhodnocovány ve srovnání vzorků před praním a po pátém praní. Pouze vzorky nepřímého potisku zhotovovaného potištěnou fólií byly vyhodnocovány již po druhém praní, jelikož se po tomto praní oddělila tisková fólie z tkaniny a testování tak bylo ukončeno.

Tabulka 32 Výsledky testovaných vzorků na odolnost proti praní zhotovených přímou digitální a sítotiskovou technikou potisku

Přímý tisk															
Tisková technika	Digitální technika									Sítotisková technika					
Teplota [°C]	40			60			90			40		60		90	
Tkanina	CO <sup>1</sup>	PES <sup>1</sup>	CO <sup>2</sup>	PES <sup>3</sup>	Směs <sup>4</sup>	CO <sup>2</sup>	PES <sup>3</sup>	CO <sup>1</sup>	PES <sup>1</sup>	CO <sup>2</sup>	PES <sup>3</sup>	Směs <sup>4</sup>	CO <sup>2</sup>	PES <sup>3</sup>	
Tisk	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	3/4	5	
Stejná tkanina	5	5	5	5	–	5	5	5	5	5	5	–	5	5	
Protilehlá tkanina	5	5	5	5	–	5	4/5	5	5	5	5	–	5	5	
Vícetruhá tkanina	WO	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	CV	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	SI	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	PA	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	CO	–	–	–	–	4/5	–	–	–	–	–	4/5	–	–	
	CA	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	

<sup>1</sup> Protilehlá tkanina je vlna

<sup>2</sup> Protilehlá tkanina je viskóza

<sup>3</sup> Protilehlá tkanina je bavlna

<sup>4</sup> Protilehlá tkanina je vícetruhá tkanina seskládaná ze sedmi druhů tkanin uvedených v tabulce

Tabulka 33 Výsledky testovaných vzorků na odolnost proti praní zhotovených nepřímou sublimační a transferovou technikou potisku zhotovenou prostřednictvím sítotiskové techniky

Nepřímý tisk															
Tisková technika	Sublimační technika						Transferový tisk - sítotisk								
Teplota [°C]	40		60			90		40		60			90		
Tkanina	CO <sup>1</sup>	PES <sup>1</sup>	CO <sup>2</sup>	PES <sup>3</sup>	SM <sup>4</sup>	CO <sup>2</sup>	PES <sup>3</sup>	CO <sup>1</sup>	PES <sup>1</sup>	CO <sup>2</sup>	PES <sup>3</sup>	SM <sup>4</sup>	CO <sup>2</sup>	PES <sup>3</sup>	
Tisk	1	5	1	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	
Stejná tkanina	4	5	4	5	–	4/5	2/3	5	5	5	5	–	5	5	
Protilehlá tkanina	3	5	5	5	–	5	4/5	5	5	5	5	–	5	5	
Vícedruhov <sup>á</sup> tkanina	WO	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	CV	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	SI	–	–	–	–	4/5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	PA	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	CO	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	CA	–	–	–	–	2/3	–	–	–	–	–	5	–	–	

Tabulka 34 Výsledky testovaných vzorků na odolnost proti praní zhotovených nepřímou transferovou technikou potisku zhotovenou prostřednictvím celobarevné a potištěné fólie

Nepřímý tisk															
Tisková technika	Celobarevná fólie						Potištěná fólie								
Teplota [°C]	40		60			90		40		60			90		
Tkanina	CO <sup>1</sup>	PES <sup>1</sup>	CO <sup>2</sup>	PES <sup>3</sup>	SM <sup>4</sup>	CO <sup>2</sup>	PES <sup>3</sup>	CO <sup>1</sup>	PES <sup>1</sup>	CO <sup>2</sup>	PES <sup>3</sup>	SM <sup>4</sup>	CO <sup>2,5</sup>	PES <sup>3,5</sup>	
Tisk	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4/5	
Stejná tkanina	5	5	5	5	–	5	5	5	5	5	5	–	5	5	
Protilehlá tkanina	5	5	5	5	–	5	5	5	5	5	5	–	5	5	
Vícedruhov <sup>á</sup> tkanina	WO	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	CV	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	SI	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	PA	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	
	CO	–	–	–	–	4/5	–	–	–	–	–	4/5	–	–	
	CA	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	

<sup>1</sup> Protilehlá tkanina je vlna

<sup>2</sup> Protilehlá tkanina je viskóza

<sup>3</sup> Protilehlá tkanina je bavlna

<sup>4</sup> Protilehlá tkanina je vícedruhov<sup>á</sup> tkanina seskládaná ze sedmi druhů tkanin uvedených v tabulce

<sup>5</sup> Vzorky jsou vyhodnocovány po druhém praní – po té se oddělila fólie od tkaniny a bylo ukončeno testování

Vyhodnocená data ukazují na to, že při teplotě praní na 40°C odolávají obě použité tkaniny potištěné všemi tiskovými technikami (s opětovnou výjimkou sublimačního tisku na bavlně, na které nemohlo dojít k dokonalému přenosu a fixaci barvotvorné složky do struktury tkaniny a je tedy nejnáchylnější k destrukci; dále docházelo k jeho destrukci ve větší míře až k jeho naprostému seprání, proto o něm dál již nebude pojednáváno).

Při praní materiálu na 60°C bylo dosaženo opětovně výborných výsledků u všech potištěných tkanin všemi tiskovými technikami. Výborné vlastnosti vykazovaly i výsledky přilehlých tkanin, na kterých vykazovala známky přenosu barvotvorné složky pouze bavlna, která byla zbarvena jen velmi mírně. Nejhorší výsledky měla směšová tkanina potištěná sublimační technikou. Tisk nevykazoval žádné známky opotřebení ani po pátém praní. Přilehlá tkanina seskládaná z vícevláknenné směsi vykazovala známky opotřebení změnou barevnosti na hedvábí, kde dosáhla stupně 4/5 (téměř zanedbatelná míra) a na acetátu, kde dosáhla stupně 2/3 (jasně znatelný přenos barvy).

Teplota praní vzorků při 90°C ukázala, že praní některých vzorků při této teplotě je pro tisk likvidační. Toto tvrzení platí pro vzorky zhotovené nepřímým způsobem prostřednictvím potištěné fólie. Tisková fólie se od tkaniny oddělila již po druhém praní a navíc vykazovala barevnou změnu, která by jistě vlivem dalšího praní byla větší (jelikož se prokázala již po druhém praní). Nepřímý potisk zhotovený celobarevnou fólií a sítotiskovou technikou vykazovaly nejlepší známky i po pátém praní při tak vysoké teplotě. Tisk na obou typech použité tkaniny nevykazoval žádné známky opotřebení a na přilehlých tkaninách nebyly zaznamenány žádné známky přenosu barvotvorné složky. Stejnou odolnost vykazovaly i vzorky zhotovené sítotiskovou technikou na polyesteru. Mírné známky opotřebení tisku vykazovaly vzorky tištěné přímým digitálním tiskem a sítotiskem, které vykazovaly barevnou odchylku na tisku, ale žádné známky přenosu barvotvorné složky na přilehlé tkaniny. Dobrých výsledků testovaných tištěných vzorků vykazovaly vzorky zhotovené digitálním tiskem a sublimačním tiskem. V těchto případech nelze hovořit o dokonalé odolnosti vzorků vůči tomuto způsobu testování, jelikož zanechávaly barevné stopy na přilehlých tkaninách.

Dalším typem vyhodnocování tohoto testu probíhalo instrumentálně pomocí spektrofometru. Vzhledem k velkému rozsahu naměřených dat, jsou tabulky s daty zařazeny mezi přílohy, jako Příloha A na CD. Vzorky byly měřeny po každém praní, jak pro potištěnou tkaninu, tak pro přilehlé tkaniny. Výsledky instrumentálního měření byly velmi rozlišné a v mnohých

případech vykazovaly známky barevné odchylky nebo měrné světlosti vyšší po druhém praní než po praní pátém. Přitom podle šedé škály nejevily žádné známky změny odstínu.

Vzhledem k tomu, že vzorky byly měřeny na několika různých místech, s dostatečným časovým odstupem od praní a vždy naprosto suché, nelze tedy říci, že by byly výsledky zkresleny nedostatečným počtem měření, vlivem vyššího odrazu způsobeného obsahem kapaliny ve vzorku nebo nedostatečnou relaxací materiálu po provedeném testu.

Výsledky testů, které měly prokázat, jak jsou jednotlivé tiskové techniky potisku tkaniny stabilní na vybraných tkaninách prokázaly dobrou odolnost proti tomuto testu, až na výjimky, které se projevily zejména při praní při teplotě 90°C. Při takto vysoké teplotě praní, se tyto známky degradace očekávaly. Vzorky jednotlivých tkanin potištěných uvedenými tiskovými technikami před praním a po pátém praní jsou uvedeny v Příloze B.

Výsledky praní při teplotě 40 a 60°C byly velmi uspokojivé. Vzorky neztrácely barevnost v plně potištěné ploše ani v polotónech a celkově nejevily známky degradace (ani na hranách tisku). Praní vzorků při teplotě 90°C bylo pro některé vzorky likvidační. Vysoký stupeň degradace byl prokázán u přímého potisku digitální techniky zhotoveného na polyesterové tkanině. Vzhledem k tomu, že vzorky natištěné stejnou technikou, ale na jiném materiálu, odolávaly i této teplotě, je degradace tisku na polyesteru přisuzováno vlivu použité tkaniny. Taktéž vzorky zhotovované prostřednictvím potištěné fólie byly při této teplotě zlikvidovány. Již po prvním praní se začala fólie lehce odlupovat z tkaniny a po druhém praní se z tkaniny téměř úplně oddělila

### **5.3.5 Odolnost teplotě**

Měření odolnosti jednotlivých výtisků vůči teplotě byly testovány v tepelném lisu při různých teplotách a po různý čas. Proti testovanému vzorku byl přiložen jeden ze čtyř materiálů (kancelářský papír – 80 g/m<sup>2</sup>, pečící papír, bavlna a polyester). Testy byly prováděny v rozsahu teplot 100-200°C v intervalu 20°C. Testování probíhalo po dobu 10, 30 a 60 sekund. Tento čas s tímto rozsahem testované teploty by měl být dostačující pro zhodnocení, zda je možné tiskový motiv žehlit nebo ne. Vyhodnocení výsledků probíhalo vizuálním posouzením a mírou ulpění testovaného vzorku na protilehlém materiálu.

Výsledky testů byly pro většinu tiskových technik více než uspokojivé. I při namáhání potisku při nejvyšší zvolené teplotě, vykazovaly vzorky výbornou odolnost vůči přenosu barvotvorné

složky na přiložený materiál. Největší potíže v tomto směru vykazoval sublimační tisk, který při teplotě 140°C přenášel barvu na protilehlý materiál. Se zvyšující se teplotou a dobou působení teploty, se sublimační inkoust přenášel ve větší míře. Přenos inkoustu se projevoval i z předepsané tkaniny – polyesteru – a přenos inkoustu byl zaznamenán i na pečícím papíře, který u ostatních technik nejevil vůbec žádné známky změny.

Nejlepší známky, co by protilehlý materiál při testování, prokazoval pečící papír, který se k potištěným tkaninám nelepil ani nijak nezachytával. Těsně po vyjmutí vzorků z tepelného lisu byl tento papír lehce k povrchu tisku zachycen, ale sejmout šel tak hladce, že by se dalo říci, že na vrstvě vůbec neulpěl.

Naopak nejhorších výsledků dosahovaly obě použité tkaniny, které byly pro toto testování použity. Na přilehlé tkaniny byl tisk většinou lehce připevněn, ale barva zůstávala na původní tkanině. Do použité teploty 160°C a doby 30 sekund odolávaly vzorky jen s lehčím ulpěním na protilehlé tkanině a vzorky šly od sebe snadno oddělit. Po delší době působení nebo použití vyšší teploty bylo možné vzorky od sebe oddělit, avšak jejich oddělení bylo podstatně těžší.

Případů, kdy nebylo možné oddělit od sebe testovaný vzorek a přilehlý materiál, se v testu objevilo několik. Tyto vzorky byly zpravidla testovány při teplotě 200°C a při době působení 30 a 60 sekund.

Z celkového hodnocení tohoto testu vyplývá, že testované vzorky potištěné uvedenými tiskovými technikami by měly být „žehlitelné“, bez ohledu na použitou techniku zhotovení i při teplotě 160°C. Tato teplota je o něco vyšší než dvě tečky uváděné na žehličce (cca 150°C). V případě žehlení potisku zhotoveného sublimační technikou je možné textil žehlit do 120°C. Tato teplota odpovídá asi jedné tečce uváděné na žehličce (cca 110°C).

Jako nejvhodnější materiál, který by měl být při žehlení používán, z obavy proti nežádoucímu přenosu natištěného motivu na druhou stranu textilního výrobku nebo na žehlicí prkno, měl by být pod žehlený materiál (mezi vrstvy materiálu) vkládán pečící papír.

#### **5.4 Srovnání jednotlivých technik potisku**

Pro srovnání jednotlivých technik byl připraven speciální testovací obrazec (viz kapitola 5.1.2 Tiskový motiv), na kterém mělo být demonstrováno, co která z technik umožňuje. Tímto způsobem může být objektivně zhodnoceno, např. jak tenké linky technika umožňuje na tkaninu vytisknout nebo které písmo je na tkanině stále čitelné nebo již není.

Testovací obrazec byl natištěn (ať už přímou nebo nepřímou technologií potisku) na doporučený typ tkaniny a následně na směšovou tkaninu, na které mohou být porovnány mezi sebou navzájem vzhledem k použité stejné podkladové tkanině.

#### **5.4.1 Velikost a čitelnost písma**

Tisk písma nepochybně patří mezi jeden z nejběžněji tištěných motivů. Tisk písma na textilní materiál bývá umístěn z reklamních důvodů společnosti, která chce být prezentována nebo jej může použít na podnikový textil požadovaný pro zaměstnance. Z hlediska reklamy, která utváří hlavní motiv textilu je taktéž důležité vědět, která velikost písma je možná pro reprodukci a čitelnost.

Čitelnost textu na papíře je udávána minimálně stupněm 8 bodů. Někteří jedinci jsou schopni číst bez problémů i velikost 6 bodů. Pro zjištění, kterou velikost písma je možné reprodukovat jednotlivými technikami, byly zhotoveny dva testovací obrazce. Jeden obrazec byl zhotoven v patkovém písmu s použitím textového fontu Times New Roman. Druhý obrazec obsahoval bezpatkové písmo s použitým fontem Arial. Oba textové obrazce byly zhotoveny v pozitivní i negativní formě textu.

Transferový potisk textilu zhotovený prostřednictvím fólie udává jako minimální možnou reprodukovatelnou výšku písma 8 mm. Z tohoto důvodu byla u této techniky změněna velikost písma z rozsahu 6-12 bodů na 11-30 bodů velikosti (zkoumány velikosti 11b, 12b, 16b, 20b, 25b a 30b).

Čitelnost jednotlivých velikostí písma pro testované tkaniny uvedenými technikami potisku, jsou uvedeny v Tabulce 35 – uvedené hodnoty jsou zapsány podle jejich stupně velikosti uvedených v bodech. Uvedené stupně čitelnosti jsou zaznamenány pro pozitivní i negativní formu textu. (Jednotlivé tisky jsou uvedeny jako obrázky v Příloze C.)

Tabulka 35 Srovnání čitelnosti písma reprodukovatelných jednotlivými tiskovými technikami

	Tkanina	Čitelnost písma <sup>a</sup>				Tkanina	Čitelnost písma <sup>a</sup>				
		Patkové písmo		Bezpatkové písmo			Patkové písmo		Bezpatkové písmo		
		+	-	+	-		+	-	+	-	
Přímý tisk	Digitální tisk					Nepřímý tisk	Transferový tisk - sítotisk				
	CO	6	9	6	8		CO	6	6	6	6
	PES	6	9	6	8		PES	•	•	•	•
	Směs	6	9	6	6		Směs	6	6	6	6
	Sítotisk						Celobarevná fólie				
	CO	6	9	6	8		CO	16 <sup>e</sup>	11	11	11
	PES	6	12 <sup>b</sup>	6	10		PES	•	•	•	•
	Směs	6	9	6	7	Směs	16 <sup>e</sup>	11	11	11	
Nepřímý tisk	Sublimační tisk					Potíštěná fólie					
	CO	•	•	•	•	CO	16 <sup>e</sup>	11	11	11	
	PES	7 <sup>c</sup>	9 <sup>d</sup>	7 <sup>c</sup>	9 <sup>d</sup>	PES	•	•	•	•	
	Směs	7 <sup>c</sup>	×	7 <sup>c</sup>	11 <sup>d</sup>	Směs	16 <sup>e</sup>	11	11	11	

+ pozitivní forma písma

- negativní forma písma

• tisk nebyl zhotoven

× text je nečitelný i při 12 bodovém písmu

<sup>a</sup> vyjádřeno v bodech

<sup>b</sup> písmo je čitelné, ale hodně se slévá

<sup>c</sup> písmo je neostré, ale čitelné

<sup>d</sup> text je čitelný, ale jen jako světlejší odstín tištěné barvy (není bílý, jako u ostatních technik)

<sup>e</sup> písmo je možné reprodukovat i při nižším stupni, ale s velkými obtížemi a námahou

Nejllepších výsledků dosahoval text tištěný prostřednictvím nepřímého potisku zhotoveného sítotiskovou technikou. Barva, která ulpěla na povrchu, vykazovala krásnou ostrost textu a text byl čitelný u obou forem textu v obou typech písma již na 6 bodech písma. Krásnou čitelnost písma by vykazovaly i další formy nepřímého potisku, kdyby byla možná jejich reprodukce při nižším stupni velikosti.

U nepřímého potisku zhotoveného prostřednictvím fólií byla možná reprodukce písma v pozitivní formě až od stupně 16 a to s velkými obtížemi (text byl příliš malý, písmena úzká a proto byl jejich přenos značně komplikovaný a místy nemožný). Taktéž malé objekty, jako dutinky a značky diakritiky, dělaly během přenosu značné problémy a to nejen v pozitivní formě textu.

Text zhotovovaný v bezpatkovém písmu byl pro přenos mnohem lepší a ve výsledku vypadal lépe. Sublimační tisk vykazoval nejhorší ostrost textu, zároveň byla během přenosu motivu,

přenesena barva i na místa, na kterých neměla být vůbec zaznamenána. Text byl čitelný, ale neměl barvu, kterou měl mít – namísto bílého textu, byl text zbarven od použitého inkoustu (k efektu došlo vlivem difuze inkoustu do struktury vláken během přenosu v tepelném lisu).

## 5.4.2 Síla linek

Síla reprodukovatelných linek byla zkoumána na základě vytvořených geometrických obrazců, u nichž byla známá jejich tloušťka před reprodukcí a zkoumala se jejich tloušťka i po reprodukcí (Tabulka 36). V první fázi byla zkoumána tloušťka linek reprodukovatelných v geometrických obrazcích (čtverec, trojúhelník a kříž) a ve druhé fázi byla zvolená tloušťka linky seskládána s proměnlivým proložením stejně objemné linky v několika různých poměrech. Tyto linky byly vyhodnocovány vizuálním posouzením, zda je možná jejich reprodukce nebo není.

Tabulka 36 Výsledná reprodukce síly linek zhotovených jednotlivými tiskovými technikami – část 1

Tloušťka linky [mm]		Čtverec				Trojúhelník				Křížky				
		0,1	0,5	1	13,8	0,1	0,5	1	10	0,2	0,5	0,75	1	2
Přímý potisk														
Digitální tisk	CO	0,2	0,6	1,0	13,8	0,2	0,5	1,0	9,7	0,3	0,7	0,9	1,1	2,0
	SM	0,2	0,6	1,1	13,9	0,2	0,6	1,1	9,8	0,4	0,7	0,9	1,1	2,1
	PES	0,2	0,6	1,0	13,9	0,2	0,6	1,0	9,6	0,3	0,5	0,9	1,0	2,0
Sílotisk	CO	0,1	0,5	1,0	13,8	0,2	0,6	1,0	9,9	0,3	0,5	0,8	1,0	2,0
	SM	0,2	0,5	1,0	14,0	0,2	0,6	1,0	9,8	0,3	0,6	0,9	1,1	2,1
	PES	0,2	0,6	1,0	13,9	0,2	0,6	1,1	9,7	0,3	0,6	0,9	1,1	2,1
Nepřímý potisk														
Sublimační tisk	CO	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	SM	0,6	1,0	1,4	14,3	0,5	0,9	1,6	10,2	0,7	1,0	1,2	1,5	2,4
	PES	0,4	0,9	1,3	14,1	0,4	0,9	1,4	10,1	0,6	1,0	1,1	1,4	2,4
Nepřímý tisk - sílotisk	CO	0,1	0,5	1,0	13,7	0,1	0,5	1,0	9,7	0,2	0,5	0,8	1,0	2,0
	SM	0,1	0,5	1,0	13,8	0,1	0,5	1,0	9,8	0,2	0,5	0,8	1,0	2,0
	PES	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabulka 36 Výsledná reprodukce síly linek zhotovených jednotlivými tiskovými technikami – část 2

Tloušťka linky [mm]		Čtverec				Trojúhelník				Křížky				
		0,1	0,5	1	13,8	0,1	0,5	1	10	0,2	0,5	0,75	1	2
Nepřímý potisk														
Celobarevná fólie	CO	0,1	0,5	1,0	14,0	0,1	0,5	1,0	9,7	0,2	0,5	0,8	1,0	2,0
	SM	0,1	0,5	1,0	13,7	0,0	0,5	1,0	9,7	0,2	0,5	0,8	1,0	2,0
	PES	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Potištěná fólie	CO	x	0,5	1,0	13,8		0,4	0,9	10,0	0,1	0,5	0,8	1,0	2,0
	SM	x	0,5	1,0	13,8	0,1	0,5	0,9	9,9	0,1	0,5	0,7	1,0	2,0
	PES	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Reprodukovatelnost linek při síle 0,1 mm je prakticky nemožná. Její reprodukce byla splněna pouze nepřímým způsobem potisku. Při tomto způsobu potisku byla reprodukce celého obrazce v síle linky 0,1 mm zhotovena pouze nepřímým způsobem potisku prostřednictvím sítotiskové techniky. Zhotovení stejného obrazce prostřednictvím fólie také vykazovala sílu linky 0,1 mm, avšak reprodukce tohoto obrazu nebyla úplná – tisk čtverce byl zhotoven pouze ze tří stran. Reprodukce ostatních linek byla zhotovena, až na drobné odchylky, téměř přesně. Největší odchylku měla síla linky 0,1 mm.

Z použitých tiskových technik je nejvíce nepřesná sublimační technika potisku, která vykazovala sílu linky cca o 0,5 mm tlustší, než byla její požadovaná síla.

Dalším zkoumaným aspektem bylo zjištění, jaká síla linek je reprodukovatelná jednotlivými technikami v závislosti na jejich proložení. Během tohoto posuzování bylo vyhodnoceno, že přenos tak jemných linek, jako je síla 0,2 mm, je pro nepřímou technikou zhotovenou prostřednictvím speciálních fólií absolutně nevhodná. Tiskový motiv, který tvořil křížek nad testovaným polem s různým stupněm proložení linek, nebyl u potištěné fólie přenesen a taktéž testovaná pole (u obou typů fólií) byla přenesena pouze z části, nebyla přenesena vůbec nebo byla přenesena jako souvislý útvar včetně částí, které neměly tiskový motiv tvořit. Linky o vyšší tloušťce již byly přeneseny s dostatečnou kvalitou a lze tedy říci, že transferový tisk zhotovený prostřednictvím fólie je vhodný pro linky od tloušťky 0,5 mm.

Potisk zhotovovaný nepřímým způsobem potisku zhotovený sítotiskovou technikou vykazoval spolu s přímými způsoby potisku vynikající výsledky. Reprodukce takto slabých linek byla zhotovena tak, že ji lze vidět pouhým okem bez použití dalších zařízení. Rozlišit jde od sebe i stupeň proložení 1:1 při síle linky 0,1 mm, což je vynikající reprodukce linky.

Nejhorší výsledky vykazoval nepřímý sublimační potisk, ve kterém bylo možné rozlišit od sebe linky při síle 0,1 mm při proložení 1:2. Jejich rozlišení bylo podmíněno bližším zkoumáním tkaniny – na první pohled linky tvořily souvislý obrazec).

(Ukázky jednotlivých tisků jsou uvedeny jako obrázky v Příloze D.)

### **5.4.3 Pérovkový obraz**

Zhotovení motivu (viz Příloha E) v podobě pérovkového obrazu bylo vystiženo všemi zmiňovanými technikami věrně a při jeho zhotovování nedocházelo ke komplikacím. Jediná tisková technika, která vykazovala drobné obtíže s tímto obrazcem, byla nepřímá technika zhotovená prostřednictvím potištěné fólie. Vzhledem k faktu, že docházelo k vyřezávání nejdříve natištěného motivu na bílé fólii, nedošlo k přesnému spasování jemných motivů s natištěnou hranou objektu. Tímto způsobem vznikala bílá místa, která byla na bílé tkanině téměř nezpozorovatelná. Při přiblížení nebo použití jinak zbarvené textile, je tento nedostatek rušivý a pro zákazníka nežádoucí. Tento fakt lze odstranit větším přepadem tištěných míst nebo upravením ořezové cesty kolem motivu.

### **5.4.4 Síťový obraz**

Síťový obraz byl zhotovován pouze u tiskových technik, které jej umožňují. Nebyl tedy připravován pro potisk tkaniny prostřednictvím fólií (celobarevná fólie tuto možnost vůbec nenabízí; u potištěné fólie by tato možnost přicházela v úvahu, ale jen pokud by byla fólie aplikována na textil totožné barvy a se stejným odstínem – jinak by byla podkladová bílá fólie ze spodu viditelná).

Síťový motiv byl tedy zhotoven pro přímou digitální a sítotiskovou technikou. Pro nepřímý potisk textilu umožňuje síťový obraz vytvořit sublimační technika potisku spolu s transferovou technikou zhotovenou prostřednictvím sítotisku. (Ukázky síťových obrazů zmiňovanými technikami jsou uvedeny v Příloze F.)

Výsledky tohoto porovnání byly rovněž uspokojivé. Faktem je, že záznam obrazu, který byl tištěn sítotiskovou technikou, vykazuje menší rozlišení v jednotlivých tónech obrazu a tiskový motiv více splývá do sebe – zejména u polyesterové tkaniny. Tento fakt je přisuzován

ručnímu nanášení barvy na nevhodný materiál. Ukázka tisku stejného motivu na jinou tkaninu, vyrobenou ze 100% polyesteru, je rovněž zahrnut pod Přílohou F.

#### 5.4.5 Síla nanesené vrstvy

Tloušťka nanesené vrstvy použitých tiskových technik je téměř stejná, liší se pouze v setinách milimetru. Tloušťkou nanesené vrstvy se liší pouze sublimační technika potisku, která v tomto měření prokázala nulovou tloušťkou nánosu barvotvorné vrstvy. Výsledky zaznamenaných hodnot jsou uvedeny v Tabulce 37.

Tabulka 37 Síla nanesené barvotvorné vrstvy jednotlivými tiskovými technikami

	Tisková technika	Tloušťka nánosu barvy [mm]
Přímý potisk	Digitální tisk	0,03
	Sítotisk	0,04
Nepřímý potisk	Sublimační tisk	0,00
	Nepřímý tisk - sítotisk	0,04
	Celobarevná fólie	0,04
	Potištěná fólie	0,04

#### 5.4.6 Hmotnost nanesené vrstvy

Hmotnost nanesené vrstvy přímo souvisí s vlastnostmi potisknuté tkaniny. Čím vyšší je nános barvotvorného materiálu tvořícího motiv, tím negativněji tkaninu ovlivňuje. Tkanina se stává těžší, méně vzduchově propustnou a méně ohebnější. Na testovaných vzorcích se míra závadnosti v hmotnosti neprokázala, jelikož se jednalo o relativně malou potištěnou plochu. Míra závažnosti spojená s ohybem barevné vrstvy se projevila u nepřímého potisku zhotoveného sítotiskovou technikou. Vrstva byla málo ohebná a při potisku větší plochy by pro koncového uživatele byla jistě nevhodná.

Výsledky měření hmotnosti jednotlivých tkanin jsou uvedeny v Tabulce 44. Výsledné hodnoty naměřených hmotnosti vzorků potištěných jednotlivými tiskovými technikami jsou uvedeny v Tabulce 38.

Tabulka 38 Udané a naměřené hmotnosti potiskovaných tkanin

Tkanina	Zkratka	Udávaná hmotnost od výrobce [g/m <sup>2</sup> ]	Naměřená hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]
Bavlna	CO	140	144
Polyester	PES	85	51
Směs	SM	103	100

Tabulka 39 Naměřené hodnoty hmotnosti vzorků potištěných jednotlivými tiskovými technikami

	Tisková technika	Váha potisku [g/100 cm <sup>2</sup> ]
Přímý potisk	Digitální tisk	10
	Sítotisk	67
Nepřímý potisk	Sublimační tisk	3
	Nepřímý tisk - sítotisk	98
	Celobarevná fólie	66
	Potištěná fólie	99

#### 5.4.7 Propustnost vzduchu

Neposlední v řadě je potřebné vědět, jak vzdušný potisk tkaniny je. Tento faktor je zákazník sledován, aby se v textilním výrobku nepotili více než je nutné. Proto zákazníci vyhledávají materiály s potiskem, které jsou co nejvíce vzdušné. Tabulka 40 uvádí naměřené hodnoty jednotlivých použitých tkanin. Tabulka 41 uvádí naměřené hodnoty propustnosti vzduchu jednotlivých tkanin potištěných v plné ploše uvedenými technikami. Měření bylo provedeno na testovacím zařízení Air-Tronic B podle normy ISO 9237:1995 [74] při použitém tlaku 1 000 Pa na ploše 10 cm<sup>2</sup>.

Tabulka 40 Naměřené hodnoty propustnosti vzduchu potiskovaných tkanin

Tkanina	Zkratka	Propustnost vzduchu* [litr/min]
Bavlna	CO	70,7
Polyester	PES	118,3
Směs	SM	138,9

\* měřeno ploše 10 cm<sup>2</sup> a tlaku 1 000 Pa

Tabulka 41 Naměřené hodnoty propustnosti vzduchu vzorků potištěných jednotlivými tiskovými technikami

	Tisková technika	Tkanina	Propustnost vzduchu* [litr/min]
Přímý potisk	Digitální tisk	CO	25,3
		PES	0 <sup>a</sup>
		SM	23,9
	Sítotisk	CO	0 <sup>a</sup>
		PES	11,6
		SM	0 <sup>a</sup>
Nepřímý potisk	Sublimační tisk	CO	0 <sup>a</sup>
		PES	86,2
		SM	122,0
	Nepřímý tisk - sítotisk	CO	0 <sup>b</sup>
		PES	0 <sup>b</sup>
		SM	0 <sup>b</sup>
	Celobarevná fólie	CO	0 <sup>b</sup>
		PES	0 <sup>b</sup>
		SM	0 <sup>b</sup>
Potištěná fólie	CO	0 <sup>b</sup>	
	PES	0 <sup>b</sup>	
	SM	0 <sup>b</sup>	

\* měřeno ploše 10 cm<sup>2</sup> a tlaku 1 000 Pa

<sup>a</sup> vzduch nepropouští

<sup>b</sup> hodnota je pro měření příliš malá

Z výsledků měření je jasně patrné, že potisk nepřímým způsobem, který není zhotovovaný sublimační technikou, nevykazuje známky propustnosti vzduchu. Takto zhotovený potisk není vhodný pro celoplošný potisk tkaniny, která by měla sloužit jako oděv. Nejlepší známky při testu propustnosti vzduchu vykazoval sublimační tisk. Výborné hodnoty vykazovaly i tisky zhotovené prostřednictvím digitální techniky – kromě polyesterové tkaniny, u nichž byla barva zanesena mezi prázdná místa ve tkanině. Tkanina potištěná sítotiskovou technikou vykazovala obdobné vlastnosti jako polyesterová tkanina potištěná digitální technikou. Při tomto způsobu potisku také došlo k zaplnění prázdných míst tkaniny barvou. Pouze polyesterová tkanina vykazovala známky propustnosti vzduchu. V tomto případě jsou výsledky s největší pravděpodobností zkruseny vlivem použití nevhodné tkaniny.

## Závěr

Obsahem práce bylo zjištění charakteristických vlastností potisku textilu sublimačním a transferovým potiskem. V rámci práce byly potištěny tři druhy tkaniny – 100% bavlna, 100% polyester a směsná tkanina obsahující 65% bavlny a 35% polyesteru. Tyto tři tkaniny byly pro účely testování potištěny přímým i nepřímým způsobem potisku, aby mohlo být dosaženo srovnání vlastností jednotlivých technik potisku a objektivně vyhodnoceny výhody a nevýhody nepřímého potisku tkaniny.

V rámci práce byly vzorky vystavovány testům, které odhalily jejich odolnost vůči urychlenému stárnutí vlivem záření xenonové výbojky, odolnosti otěru, praní a teplotě. Součástí hodnocení jednotlivých technik bylo také vizuální zhodnocení natištěného obrazce, kde byly posuzovány možnosti reprodukce písma, jemnosti linek, pérovkového a síťového obrazu. Zároveň byly zkoumány i vlastnosti potisku, jako jejich váha, síla nánosu barvotvorné složky jednotlivých technik a jejich propustnost vzduchu.

Srovnáním všech těchto parametrů lze tedy říci, že každá z uvedených tiskových technik má své klady i své zápory. Bude-li srovnávána sublimační technika potisku (zhotovená na doporučené polyesterové tkanině) s transferovou technikou (zhotovenou prostřednictvím sítotisku nebo speciální fólie na doporučenou bavlněnou tkaninu), potom musí být jako jedna z jejich velkých předností uvedena vynikající vzdušnost potisku a lehkost. Vytvořený motiv nevytváří celistvou vrstvu na povrchu a vlivem difuze inkoustu do struktury polyesterových vláken je materiál krásně vzdušný. Vykazuje i vyšší vzdušnost než potisk přímými technikami potisku. Taktéž v praní při běžné teplotě (40 a 60°C) dosahuje sublimační technika vynikajících výsledků. Přilehlé materiály nezbarvovala a při praní zhotoveného obrazce krásně zachovávala natištěné detaily.

Horších výsledků dosahovala při světlostálosti a odolnosti proti teplotě. Při zhotoveném testu na světlostálost byla viditelná barevná změna ozářeného místa. Změna, která nastala by při delším ozařování (než testovaných 72 hodin) byla znatelnější. Vůči vysoké teplotě tento způsob potisku neodolával a vykazoval nejhorší výsledky. Jeho žehlení by i tak bylo možné, ale za nižší teploty – okolo 100°C (jedna tečka na stupnici uváděné na žehličce).

Vzhledem k uvedeným vlastnostem je tedy potisk tkaniny, která by sloužila jako oděv, byla vhodná – právě kvůli její lehkosti a vzdušnosti. Potisk tímto způsobem by koncového uživatele neomezoval ani v pohybu. Oproti ostatním technikám zhotovení potisku tkaniny,

je metoda sublimačního potisku, při vytváření tiskového motivu značně nepřesná a neumožňuje vytvoření ostré kontury při vytváření linek. Tisk umožňuje vytváření polotónových obrazů. Avšak při tisku některého písma vznikají nechtěné efekty – např. při vytváření pozitivního textu jsou menší písma téměř nečitelná a při vytváření negativního textu byla místa zbarvena vlivem nepřesné difuze inkoustu z přenosového papíru na tkaninu.

Potisk textilu transferovou technikou umožňuje velmi přesné napasování jednotlivých tiskových barev a vytváření velmi přesných soutisků. Na rozdíl od sublimační techniky, umožňuje i tisk velmi jemných linek (zhotovení sítotiskovou technikou) nebo velmi ostrých kontur (zhotovení fólií). Potisk zhotovený transferovou technikou potisku textilu taktéž umožňuje tisk polotónového obrazu – jeho zhotovení je podmíněno zhotovením tiskového motivu sítotiskovou technikou na přenosový papír a následným přenosem. Tímto způsobem je taktéž možné vytváření velmi malého písma, které má ostré kontury a je čitelné v pozitivní i negativní formě. Text zhotovený nepřímým způsobem potisku prostřednictvím obou typů fólií (celobarevné i potištěné) je doporučován až od 8 mm výšky písma. Technika sice umožňuje vznik písma podstatně menšího, ale jeho realizace při přenosu je značně komplikovaná a časově náročná (jednotlivá písmena nebo znaky diakritiky se z fólie odlupují, jednotlivá písmena mění svůj tvar, otáčí se a deformují). Zhotovení tiskového motivu prostřednictvím celobarevné fólie taktéž neumožňuje tisk polotónového obrazu, tudíž tiskový motiv musí být ve vektorové podobě a v omezené barevnosti. Tisk polotónového obrazu umožňuje potisknutelná fólie, u které musí být brán v úvahu podkladový materiál, jelikož podkladová fólie je bílé barvy a ne vždy by tak tiskový motiv plnil efekt, který grafik požadoval (prosvítal by jiný odstín).

Potisk zhotovený transferovou technikou (na doporučený bavlněný materiál) vykazoval výborné výsledky v odolnosti proti otěru, kde nevykazoval žádné známky opotřebení. Lehčí známky přenosu vykazovaly pouze vzorky zhotovené potištěnou fólií. Avšak i u těch byl přenos barvotvorné složky na ořezovou tkaninu téměř zanedbatelné. Taktéž při testu odolnosti proti praní se tato potištěná fólie ukázala jako málo odolná vůči praní při vysoké teplotě (90°C), které ostatní vzorky zhotovované jinými technikami potisku odolávaly. Při ostatních teplotách, byly výsledky transferové techniky uspokojivé. Vzorky neměnily barvu ani tvar.

Při testu světlostálosti vykazovaly vzorky zhotovené nepřímou metodou výborné vlastnosti. Jako nevhodný způsob potisku textilu, který bude vystavován světlu, se ukázala celobarevná fólie, která změnila svůj odstín. Vůči vystavení vzorků účinkům vysoké teplotě se ukázalo, že likvidační by pro vzorky mohla být až teplota nad 180°C, při které docházelo k přilnutí

protilehlého materiálu. Tento materiál šel z velké většiny po vystavení teplotnímu namáhání odstranit bez zjevných následků. Jako nejspolehlivější se pro žehlení materiálu ukázal pečicí papír, ke kterému ani jeden ze vzorků zhotovených zmiňovanými technikami, nepřilnul.

Velkou nevýhodou tohoto způsobu potisku je jeho neprodyšnost a občasná tvrdost vrstvy potisku, která by mohla budít dojem placky a omezovat tak koncového uživatele při zhotovení potisku na oděvu.

Zhotovené vzorky, které byly natištěny na nedoporučené tkanině, prokazovaly obdobné výsledky, jako výsledky vzorků natištěných na doporučené tkanině. Výjimkou byla sublimační technika, potisk bavlny touto technikou byl pro vzorky likvidační a potisk směsné tkaniny nedosahoval takových výsledků, jaké by se od sublimační techniky očekávaly. Potisk touto technikou by byl efektivnější při použití tkaniny s vyšším obsahem polyesterových vláken. U transferového potisku tkaniny se tyto potíže neprojevovaly a vzorky prokazovaly stejně dobré vlastnosti, jako na doporučené tkanině.

Jednoznačné rozhodnutí, zda je pro potisk textilu vhodnější sublimační nebo transferová technika potisku, je nemožné. Při posuzování vhodnosti či nevhodnosti při použití jednotlivých tiskových technik je potřebné vědět, na co bude tisk použit, jaká tkanina by měla být potiskována popřípadě, jakou úlohu by měla plnit. V případě kdy by se jednalo o potisk vlajky, u které se vyžaduje lehkost, odolnost vůči okolní teplotě, povětrnostním podmínkám a na tiskový motiv je pohlíženo s odstupem – potom by bylo nejvhodnější použití sublimační techniky (potisk je vzdušný, lehký a na tiskovém motivu nebudou zkoumány menší nepřesnosti při soutisku barev). V případě nápaditého potisku trička, které by mělo oslnit zákazníka a přimět ho ke koupi, by už bylo na zváženu, jak velká plocha má být potištěna, z jakého materiálu je textilie zhotovena a zda bude nošena pouze jako běžná konfekce. Zde je očekáváno častější používání a předpokládá se, že materiál bude vystavován i vysoké teplotě v sušícím zařízení po praní nebo vysoké teplotě při žehlení. Popřípadě zda bude potištěna tkanina určena ke sportu, kde je vyžadována vysoká prodyšnost tisku na textilním materiálu.

## Seznam použitých informačních zdrojů

- [1] J. DEMBICKÝ, J. KRYŠTŮFEK, D. MACHAŇOVÁ, J. ODVÁRKA, M. PRÁŠIL, J. EIENER. *Zušlechťování textilií*. Liberec, 2008. s. 13-133; ISBN 978-80-7372-321-7
- [2] J. WIENER, M. PRŮŠOVÁ, J. KRYŠTŮFEK. *Chemicko-textilní rozbor*. Liberec 2008. ISBN 978-80-7372-338-5
- [3] D. MACHAŇOVÁ. *Předúprava textilií II*. Liberec, 2007. ISBN 978-80-7372-277-7
- [4] I. HOLME; *Adhesion to textile fibres and fabrics*. *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 19, s. 455–463 [publikováno 1999-06-07]. [online 2017-03-19] [http://ac.els-cdn.com/S0143749699000251/1-s2.0-S0143749699000251main.pdf?\\_tid=ab6becfc-0ccd-11e7-ae7f-00000aacb35d&acdnat=1489946494\\_cd594bb07e9040020d4359013a6c09d3](http://ac.els-cdn.com/S0143749699000251/1-s2.0-S0143749699000251main.pdf?_tid=ab6becfc-0ccd-11e7-ae7f-00000aacb35d&acdnat=1489946494_cd594bb07e9040020d4359013a6c09d3); DOI:10.1016/S0143-7496(99)00025-1
- [5] I. BRÝŽOVÁ. Osobní rozhovor s ředitelkou společnosti TRIKOTISK s. r. o.. Brno: 2018-01-06
- [6] J. KOČÍ. Osobní rozhovor s výrobním ředitelem společnosti Quo s. r. o.. Benešov: 2018-02-05
- [7] K. SEDMIK., Osobní rozhovor s ředitelem společnosti Sedmik s. r. o.. Střítež u Jihlavy: 2018-02-08
- [8] ZDM s. r. o., *Sublimační potisk*. [online 2017-12-13].  
Dostupné z: <http://www.zdm.cz/potisk-a-vysivka/sublimacni-potisk/>
- [9] Attack promotion, s. r. o., *Potisk textilu*. [online 2017-12-13].  
Dostupné z: <http://www.reklamanatextil.cz/potisk-textilu>
- [10] Sublimace, s. r. o., *Sublimační tisk*. [online 2017-12-18].  
Dostupné z: <http://www.sublimace.net/sublimace.html>
- [11] SUBLITEX s. r. o., *Sublimační technologie*. [online 2017-12-18].  
Dostupné z: <http://www.sublitex.cz/sublimace.html>
- [12] BAIL-SPORT s. r. o., *Potisk textilu (sítotisk, sublimační tisk)*. [online 2017-12-18].  
Dostupné z: <http://www.bail.cz/katalog/cs/extra-sluzby/potisk-textilu-sitotisk-sublimacni-tisk/>
- [13] Hanák-sítotisk, s. r. o., *Digitální sublimace, sublimační tisk*. [online 2017-12-18].  
Dostupné z: <http://www.hanak-sitotisk.cz/cs/sublimacni-tisk>
- [14] T-SHIRTS 4U s. r. o., *Techniky transferového tisku*. [online 2017-12-18].  
Dostupné z <http://www.t4u.cz/cz/techniky-tisku-transferovy.html>

- [15] A. DVOROKOVÁ, *Transferový tisk* [online 2017-12-14].  
Dostupné z: <http://ateliergrafiky.cz/transferovy-tisk/>
- [16] SIENA s. r. o., *Sítotisková technologie* [online 2017-12-14].  
Dostupné z: <http://siena.cz/sitotisk>
- [17] Čistý triko s. r. o., *Transferová fólie*. [online 2017-12-13].  
Dostupné z: <https://www.cistytriko.cz/potisk/transferova-folie-informace/>
- [18] Dual Trade s. r. o., *Jakou technologii zvolit?*. [online 2017-12-14].  
Dostupné z: <http://www.firemniopotisk.cz/technologie-potisku.html>
- [19] I. DOLEŽAL., *Potisk textilních materiálů*. [online 2017-09-26].  
Dostupné z: [http://www.svettisku.cz/buxus/generate\\_page.php?page\\_id=7756](http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=7756)
- [20] Polypress s. r. o., *Textil s potiskem*. [online 2017-12-14].  
Dostupné z: [https://www.polypress.cz/produkty/potisk\\_textilu/](https://www.polypress.cz/produkty/potisk_textilu/)
- [21] ProfíPOTISK s. r. o., *Termotransferový tisk*. [online 2017-12-14]. Dostupné z:  
<http://www.jhktextil.cz/cz/termotransferovy-tisk/a-51/>
- [22] BV print – digitální potisk textilu, *Transferový tisk folií*. [online 2017-12-14].  
Dostupné z: <http://bvprint.cz/transferovy-tisk/>
- [23] Keloc PC, spol. s. r. o., *Potisk textilu – Transfer*. [online 2017-09-26].  
Dostupné z: <http://old.keloc.cz/produkty/reklama/potisk-textilu-potisk-tricek/transferovy-tisk-textilu/index.html>
- [24] M. JECHA., *Reklamní tisk*. [online 2017-12-14].  
Dostupné z: [https://www.sandy.cz/produkty\\_tisk.html](https://www.sandy.cz/produkty_tisk.html)
- [25] Hamedia – Hydroproduct, s. r. o., *Potisk triček, pracovních oděvů, deštníků a dalšího textilu transferovou fólií*. [online 2017-12-14]. Dostupné z:  
[http://www.hamedia.cz/sluzby.php?id=potisk\\_tricek\\_a\\_dalsiho\\_textilu](http://www.hamedia.cz/sluzby.php?id=potisk_tricek_a_dalsiho_textilu)
- [26] A. ŠŤASTNÁ., *Osobní rozhovor s asistentkou ředitele, managerem pro digitální potisk textilu a společníkem firmy FINISH, v. o. s., Dašice: 2018-02-01*
- [27] E. M. FREIRE, H. UJIIE, *Ink jet printing technology (CIJ/DOD), Digital printing of textiles*. North America: Woodhead Publishing Limited, 2006. s. 29–52. ISBN-10 1-85573-951-8
- [28] M. KAPLANOVÁ a kolektiv. *Moderní polygrafie*. Praha: Svaz polygrafických podnikatelů, 2012. s. 251, 262-265. ISBN 978-80-254-4230-2
- [29] J. IZBEDSKA, S. THOMAS, *Printing on Polymers: Fundamentals and Applications*; D. NOVAKOVIĆ, N. KAŠIKOVIĆ, G. VLADIĆ, M. PÁL, *15 Screen Printing*. [online 2018-12-10]. United States of America: Elsevier [vid. 2015-08-29]. rs 247-261.E-book

- ISBN 97880323375009. Dostupné z: <https://www.elsevier.com/books/printing-on-polymers/izdebska/978-0-323-37468-2>
- [30] Gröner fahhandel für werbetechnik. *GRONAL® Silikonisiertes Transferpapier CP 105 green*. [online 2017-05-04]. Dostupné z: <http://www.groener.de/siebdruck-sublimation/GRONAL-Silikonisiertes-Transferpapier-CP-105-green-Transfermaterialien-Spezial-Produkte-Textildruckfarben>
- [31] Gröner fahhandel für werbetechnik. *GRONAL® Polyester Transferfilm HCS/2 HP transparent matt* [online 2017-03-12]. Dostupné z: <https://www.groener.de/siebdruck-sublimation/GRONAL-Polyester-Transferfilm-HCS-2-HP-transparent-matt-Transfermaterialien>
- [32] M. KARPÍŠEK, *Transferový papír pro sublimační tisk*. [online 2017-03-12]. Dostupné z: <http://ink-shop.cz/cs/thermo-papir/760-transferovy-papir-pro-sublimacni-tisk-10ks-100gr-a4.html>
- [33] Bitcon spol. s r. o., *Flexi trans*. [online 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.bitcon.cz/materialy/nazehlovaci-materialy/transferove-papiry/flexi-trans>
- [34] Semper corporation, s. r. o., *Transferový papír pro sitotisk*. [online 2017-03-12]. Dostupné z: <http://shop.polyprint.cz/transferovy-papir-pro-sitotisk-37-x-37-cm-50ks>
- [35] Profisign plus s. r. o., *Papíry*. [online 2017-03-12]. Dostupné z: <https://www.profisignplus.cz/papiry>
- [36] Cham Paper Group Switzerland Inc. *TRANSJET® Swiss Sublimation Papers Embrace the Challenge* [online 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.cham-group.com/en/transjet.html>
- [37] L. W. C. MILES., *Textile Printing*. West Yorkshire England.Society of the Dyers and Colourists,1971.s. 62–98. ISBN 0 901956 570
- [38] Aeroterm, a.s..*Transferové papíry, fólie a lepidla*. [online 2017-03-12]. Dostupné z: [www.aeroterm.cz/transferove-papiry-folie-a-lepidla/kategorie/70](http://www.aeroterm.cz/transferove-papiry-folie-a-lepidla/kategorie/70)
- [39] Semper corporation, s. r. o., *Laserimage – transferové papíry pro laserové tiskárny*. [online 2017-03-12]. Dostupné z: <http://shop.polyprint.cz/laserimage-transferove-papiry-pro-laserove-tiskarny/>
- [40] Bitcon spol. s r. o., *Flexi trans* [online 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.bitcon.cz/materialy/nazehlovaci-materialy/transferove-papiry/flexi-trans>
- [41] Bitcon spol. s r. o., *Evolution inkjet*[online 2017-03-12]. Dostupné z: [www.bitcon.cz/materialy/nazehlovaci-materialy/transferove-papiry/evolution-inkjet](http://www.bitcon.cz/materialy/nazehlovaci-materialy/transferove-papiry/evolution-inkjet)

- [42] Pujiang Hengsheng TEXTILNÍ CO. Ltd., *Princip transferového tisku*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <http://cz.bestheattransfer.com/info/principle-of-transfer-printing-18904866.html>
- [43] Semper corporation, s. r. o., *Nažehlovací fólie PixCut*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <http://shop.polyprint.cz/laserimage-transfer-papiry/pixmaster-laser-image-multi-a4>
- [44] I. DOLEŽAL, *Zajímavé možnosti termotransferového potisku*. [vid. 2003-09] Svět tisku. [online 2017-09-26]. Dostupné z: [http://www.svettisku.cz/buxus/generate\\_page.php?page\\_id=209](http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=209)
- [45] Univox spol. s r. o., *Tepelný lis SCHWITZLER Kaion – výsuvný*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <https://www.grawerton.cz/tepelny-lis-schwitzler-kaion-vysuvny/d-71010-c-1070/#commDetailDetailParam>
- [46] Avetech spol. s r. o., *Tepelný lis Studion Cap – na čepice*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <http://www.avetech.cz/stroje/tepelne-lisy/tepelny-lis-studio-cap-na-cepice>
- [47] Xcopy s. r. o., *Multi transferový lis 8 v 1*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: [www.xcopy.cz/e-shop/multi-transferovy-lis-8-v-1.html](http://www.xcopy.cz/e-shop/multi-transferovy-lis-8-v-1.html)
- [48] Semper corporation, s. r. o., *Max Artur design multi*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <http://www.polyprint.cz/multifunkcni-lis.html>
- [49] Rolový lis RTR 320 [obrázek]. Z: *Vella s. r. o.* [vid 2017-09-26]. Dostupné z: [www.vella.cz/content/8-sublimacni-tisk](http://www.vella.cz/content/8-sublimacni-tisk)
- [50] Nedbal Trading s. r. o., *Swing Duo S/SX*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <http://www.lisyschulze.cz/cz/m/manualni-lisy-samooteviraci/prod/swing-duo-s-sx/>
- [51] Nedbal Trading s. r. o., *Airpress 4X*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: [www.lisyschulze.cz/cz/m/pneumaticke-lisy/prod/airpress-4x/](http://www.lisyschulze.cz/cz/m/pneumaticke-lisy/prod/airpress-4x/)
- [52] Nedbal Trading s. r. o., *BluePRESSLine Pneu* [online 2017-09-26]. Dostupné z: [www.lisyschulze.cz/cz/m/pneumaticke-lisy/prod/bluepressline-pneu/](http://www.lisyschulze.cz/cz/m/pneumaticke-lisy/prod/bluepressline-pneu/)
- [53] Dis. T. BERNÝ, *Tepelný lis Multi 3D VACUUM (Sublimace Termotransfer)*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: [http://shop.bestsublimation.cz/index.php?id\\_product=3092&controller=product](http://shop.bestsublimation.cz/index.php?id_product=3092&controller=product)
- [54] Nedbal Trading s. r. o., *Big-O-Lite*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <http://www.lisyschulze.cz/cz/m/manualni-lisy-samooteviraci/prod/big-o-lite/>
- [55] M. JENKO. Osobní rozhovor s profesorkou na Univerzitě v Ljubljani. Ljubljana: 2018-04-12
- [56] J. BEMSKA, J. SZKUDLAREK, *Surface modification of cotton fabrics for sublimation printing*. [publikováno 2013-08]. [online 2017-03-29]. Dostupné z: <https://ac.els->

- cdn.com/B9780857092304000108/3-s2.0-B9780857092304000108main.pdf?\_tid=3ed80707-a6d6-4f7e-825b-7c1d71038274&acdnt=1520762707\_de10fcf1c6c64664056837a8fb65896e; DOI: 10.2478/v10304-012-0026-4
- [57] Factory velkoplošný tisk s. r. o., *Sublimační tisk*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <http://www.factory-print.cz/sluzby/sublimacni-tisk>
- [58] ReklamniTechnologie.cz s. r. o., *Co je sublimační tisk?*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <https://www.reklamnitechnologie.cz/clanek/17-co-je-sublimacni-tisk>
- [59] Procentrum Design, s. r. o., *Sublimační tisk – Zakázková výroba*. [online 2017-12-13]. Dostupné z: <https://procentrum.cz/sublimacni-tisk>
- [60] Danielson s. r. o., *Sublimace*. [online 2017-12-13]. Dostupné z: <http://www.danielson.cz/technologie-sublimace-na-textil>
- [61] Mugs s. r. o., *Sublimační potisk hrnků*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <http://www.mugs.cz/clanky/sublimacni-potisk-hrnku.html>
- [62] UV Star printing company s. r. o., *Sublimační tisk*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <https://www.uvstar.cz/vice-o-tisku/sublimacni-tisk/>
- [63] T-Shock, s. r. o., *Sublimační tisk*. [online 2017-12-18]. Dostupné z: <https://www.t-shock.eu/cs/sublimacni-tisk>
- [64] P. E. FORTE TAVČER, Osobní rozhovor s vedoucí Katedry textilu, grafického umění a designu Univerzity v Ljubljani. Ljubljana: 2018-3-27
- [65] Blesk eu, s.r.o., *Sublimační tisk*. [online 2017-12-18]. Dostupné z: <http://www.bleskeshop.cz/sublimacni-tisk>
- [66] Trikotisk s. r. o., *Sublimační tisk*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: <http://www.trikotisk.cz/sublimacni-tisk>
- [67] Megapress spol. s.r. o., *Sublimační tisk – nepřímý potisk látek*. [online 2017-12-18]. Dostupné z: <http://www.megapress.cz/sublimacni-tisk-neprimy-potisk-latek/>
- [68] Tiskárna LD.Print, spol s. r. o., *Sublimační potisk – vlajky, bannery, třepetalky*. [online 2017-09-26]. Dostupné z: [http://www.potisktricek.cz/vyroba\\_reklamy/sublimacni\\_tisk/](http://www.potisktricek.cz/vyroba_reklamy/sublimacni_tisk/)
- [69] Art Reklama, s. r. o., *Sublimační tisk*. [online 2017-12-18]. Dostupné z: [www.artreklama.cz/sublimacni-tisk/](http://www.artreklama.cz/sublimacni-tisk/)
- [70] ISO 105-X12:1993 Textilie – Zkoušky stálobarevnosti – Část 12: Stálobarevnost v otěru
- [71] ISO 105-C10:2006 Textilie – Zkoušky stálobarevnosti – Část 10: Textilie – Stálobarevnost v praní s mýdlem nebo s mýdlem a sodou

- [72] ISO 105-B02:1994 Textilie – Zkoušky stálobarevnosti – Část B02: Stálobarevnost na umělém světle: zkouška s xenonovou výbojkou
- [73] ISO 9237 (800817) Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií

## **Přílohy**

Příloha A – Výsledky instrumentálního měření vzorků testovaných na odolnost praní .....	104
Příloha B – Ukázka testovacích vzorů na odolnost vůči praní .....	105
Příloha C - Ukázka textových polí.....	111
Příloha D – ukázka možností reprodukce linek .....	116
Příloha E – Ukázka pérovkových obrazů .....	122
Příloha F – Ukázka síťových obrazů .....	124

## Příloha A – Výsledky instrumentálního měření vzorků testovaných na odolnost praní

Soubory jsou umístěny v elektronické podobě na CD. Zde je pouze ukázka výsledků přímého tisku zhotoveného digitální technikou.

*Tisk zhotovený na 100 % bavlně*

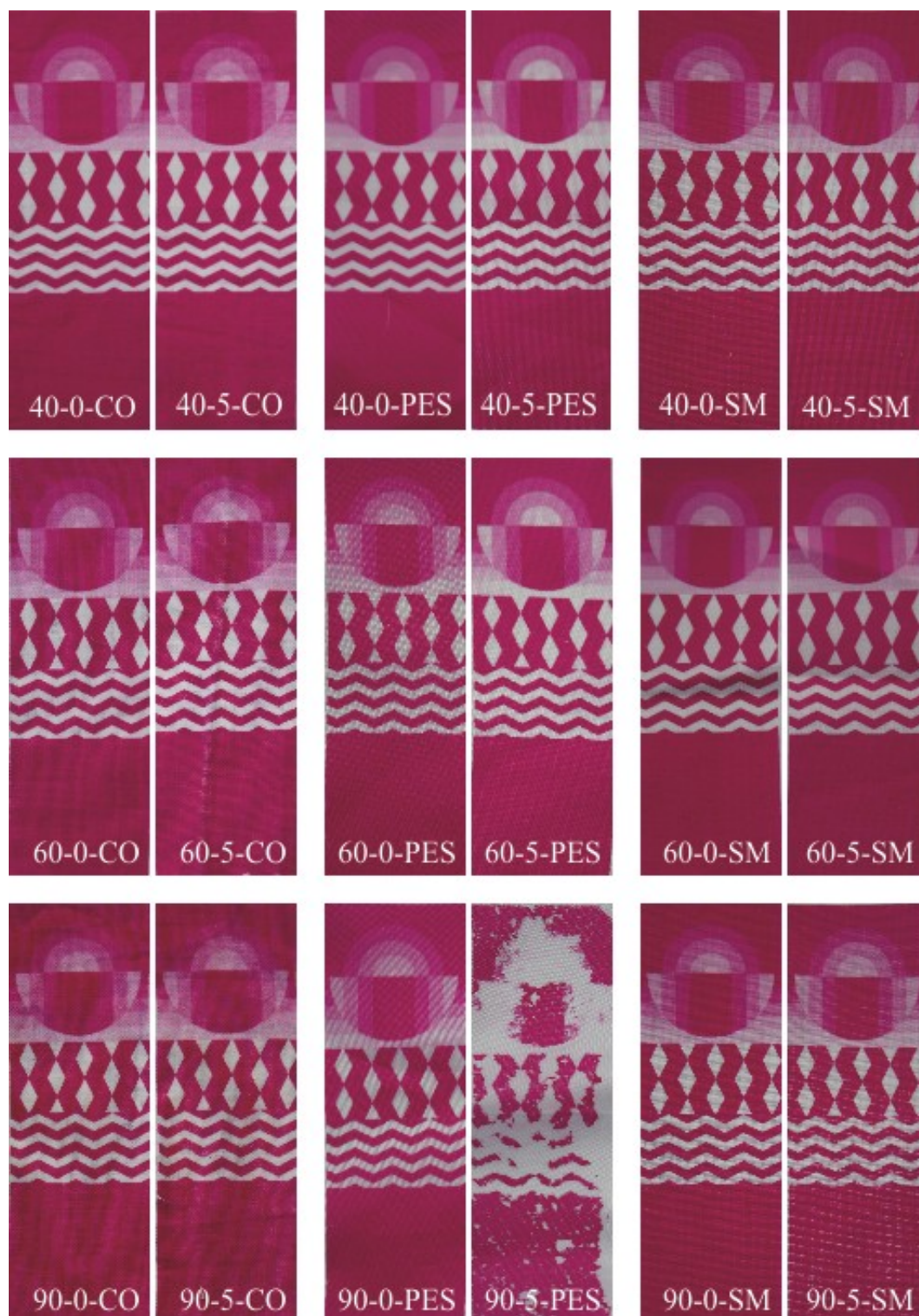
Potištěná tkanina												
Teplota praní [°C]	40				60				90			
Hodnota	$\Delta E$	$\Delta C$	$\Delta H$	$\Delta L$	$\Delta E$	$\Delta C$	$\Delta H$	$\Delta L$	$\Delta E$	$\Delta C$	$\Delta H$	$\Delta L$
Praní 1	2	0	2	1	2	1	1	2	1	0	1	1
Praní 2	2	1	1	1	2	1	0	1	2	0	1	1
Praní 3	1	0	1	1	2	1	0	2	1	1	1	1
Praní 4	3	0	3	1	2	1	1	2	2	1	2	1
Praní 5	1	0	1	0	2	0	1	2	3	2	1	0

Přilehlá tkanina												
Teplota praní [°C]	40				60				90			
Použitá tkanina	Bavlna											
Hodnota	$\Delta E$	$\Delta C$	$\Delta H$	$\Delta L$	$\Delta E$	$\Delta C$	$\Delta H$	$\Delta L$	$\Delta E$	$\Delta C$	$\Delta H$	$\Delta L$
Praní 1	2	2	0	1	3	1	1	2	3	1	2	2
Praní 2	1	0	1	1	3	1	2	2	4	0	3	3
Praní 3	2	1	1	1	3	1	2	3	4	0	3	3
Praní 4	2	1	1	1	4	1	2	3	5	0	4	4
Praní 5	2	1	1	1	4	0	3	3	5	1	4	3

Protilehlá tkanina												
Teplota praní [°C]	40				60				90			
Použitá tkanina	Vlna				Viskóza				Viskóza			
Hodnota	$\Delta E$	$\Delta C$	$\Delta H$	$\Delta L$	$\Delta E$	$\Delta C$	$\Delta H$	$\Delta L$	$\Delta E$	$\Delta C$	$\Delta H$	$\Delta L$
Praní 1	2	1	1	0	6	4	5	1	9	1	9	1
Praní 2	2	1	2	0	7	3	7	1	10	0	9	1
Praní 3	2	0	2	0	9	2	8	1	9	0	9	1
Praní 4	2	0	2	1	9	1	9	1	9	1	9	0
Praní 5	2	0	2	1	9	1	9	1	8	1	8	0

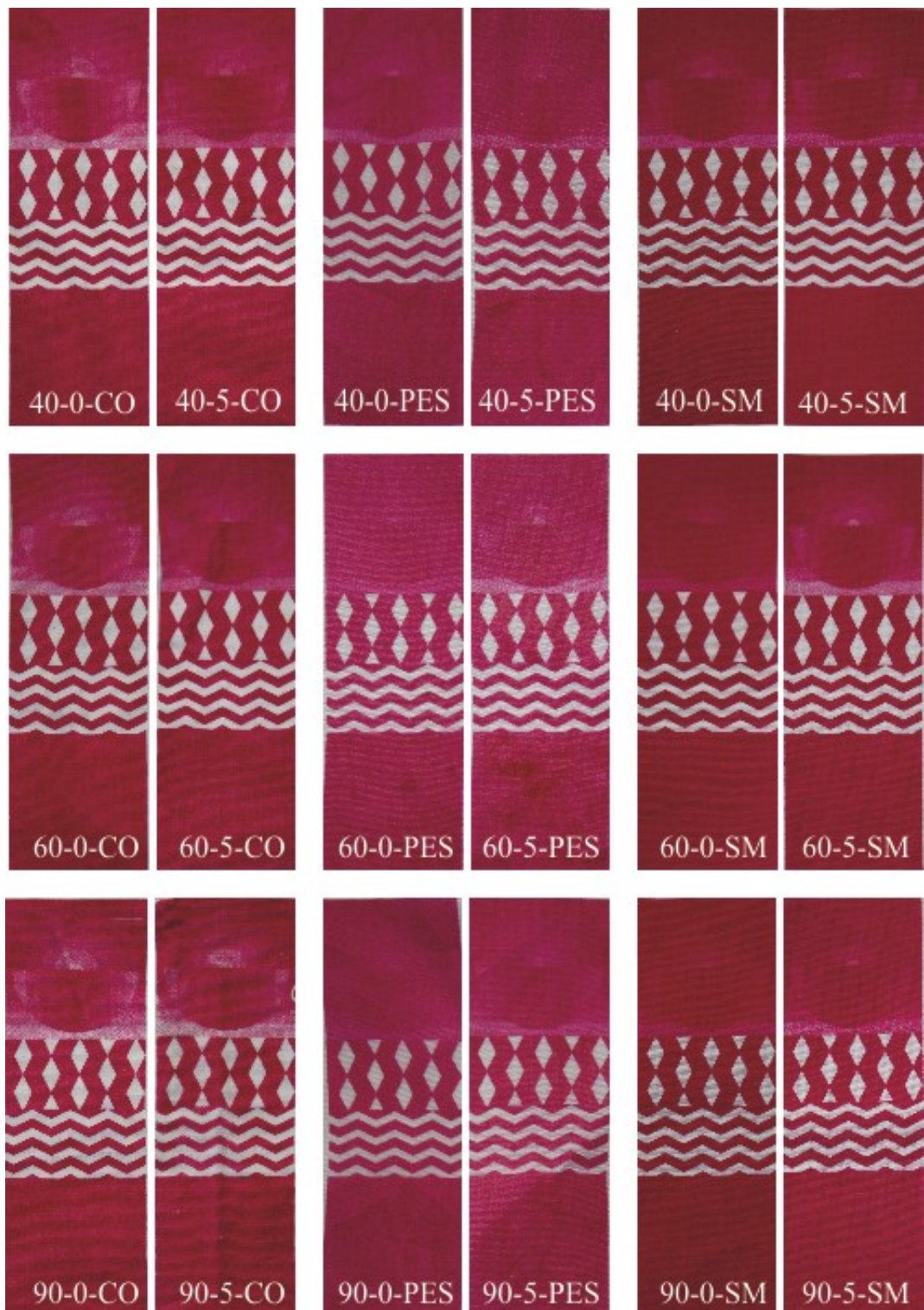
## Příloha B – Ukázka testovacích vzorů na odolnost vůči praní

*Přímý tisk – digitální technika*



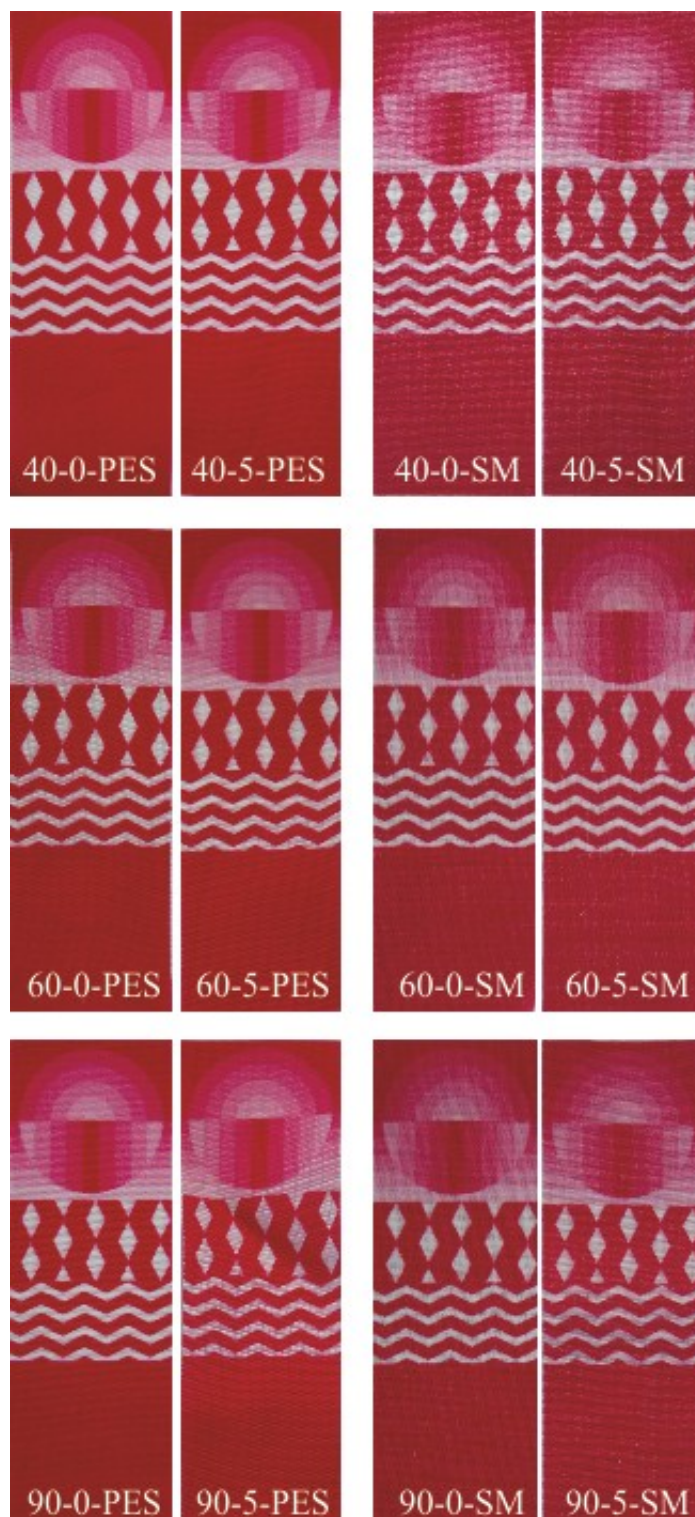
Jednotlivé vzorky jsou označeny teplotou jejich testování – počtem provedené praní – použitou tkaninou.

*Přímý potisk – sítotisková technika*



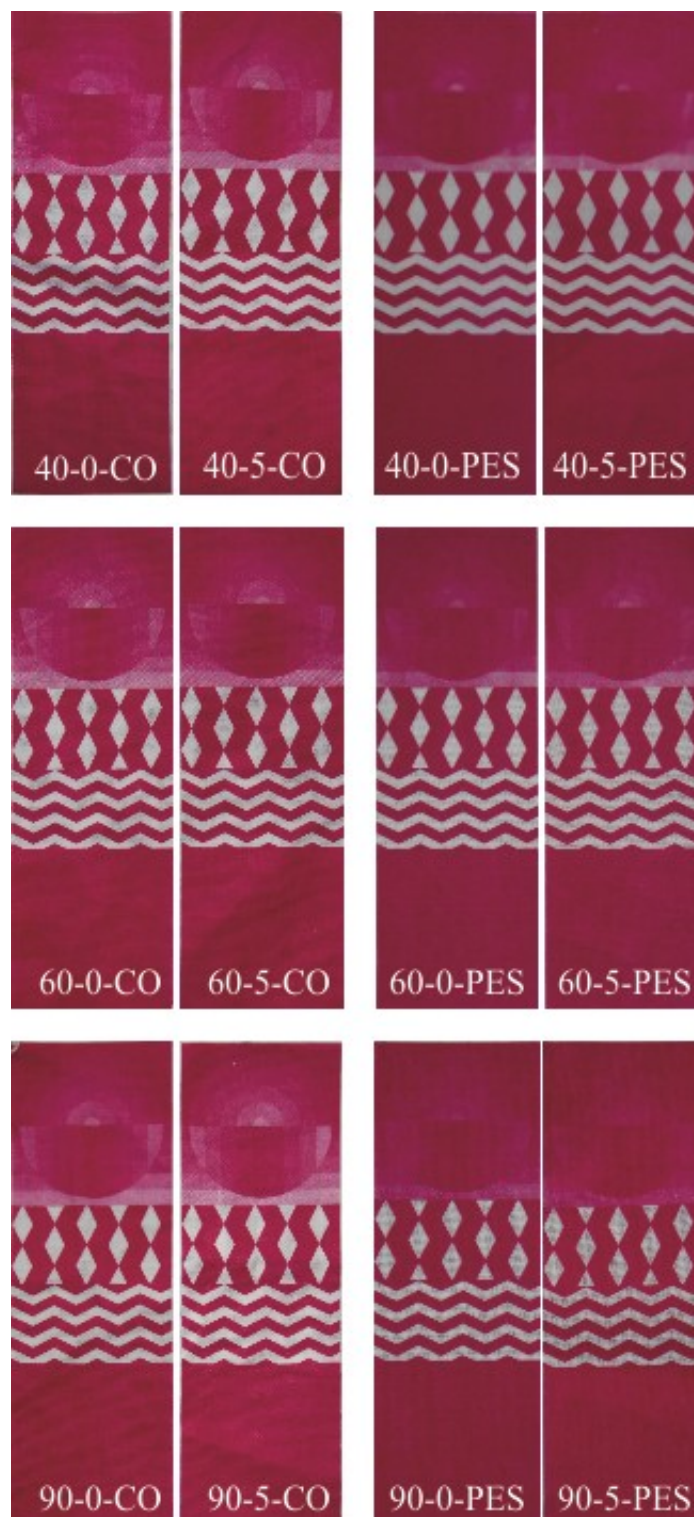
Jednotlivé vzorky jsou označeny teplotou jejich testování – počtem provedené praní – použitou tkaninou.

*Nepřímý tisk – sublimační technika*



Jednotlivé vzorky jsou označeny teplotou jejich testování – počtem provedené praní – použitou tkaninou.

*Nepřímý tisk – zhotovení sítotiskovou technikou*



Jednotlivé vzorky jsou označeny teplotou jejich testování – počtem provedené praní – použitou tkaninou.

*Nepřímý tisk – zhotovení celobarevnou fólií*



Jednotlivé vzorky jsou označeny teplotou jejich testování – počtem provedené praní – použitou tkaninou.

*Nepřímý tisk – zhotovení potištěnou fólií*

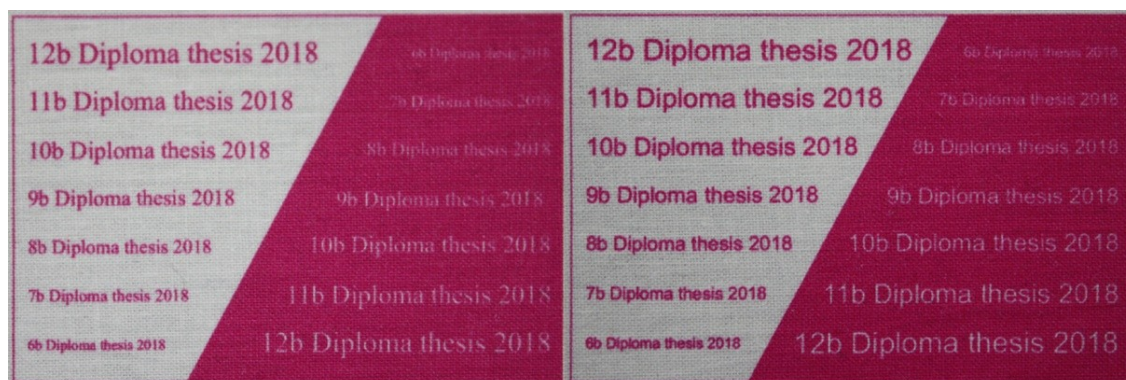


Jednotlivé vzorky jsou označeny teplotou jejich testování – počtem provedené praní – použitou tkaninou.

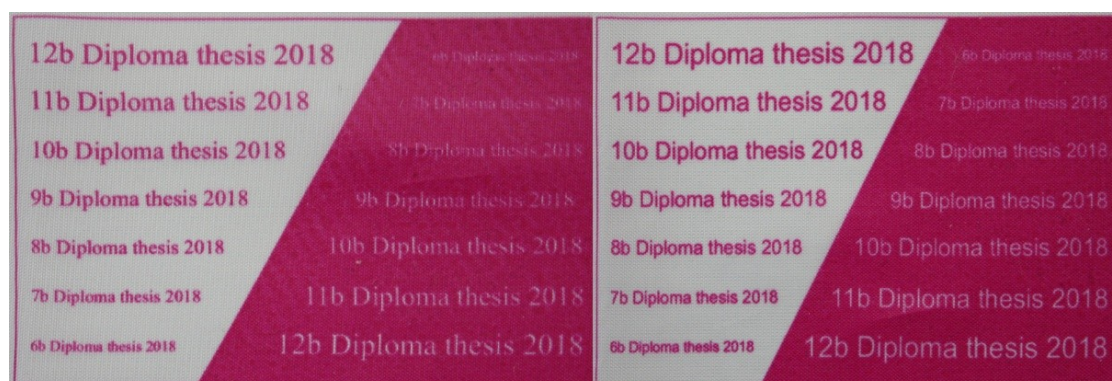
## Příloha C - Ukázka textových polí

*Přímý tisk – digitální technika*

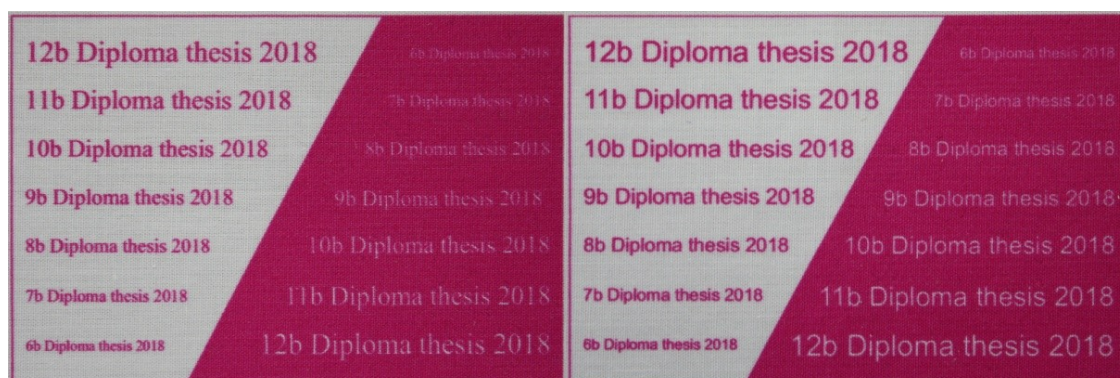
*Bavlna*



*Polyester*

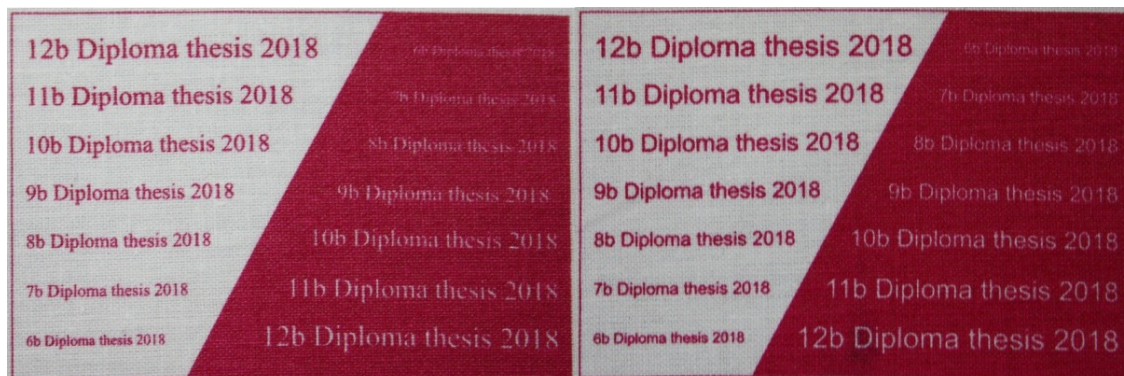


*Směs*

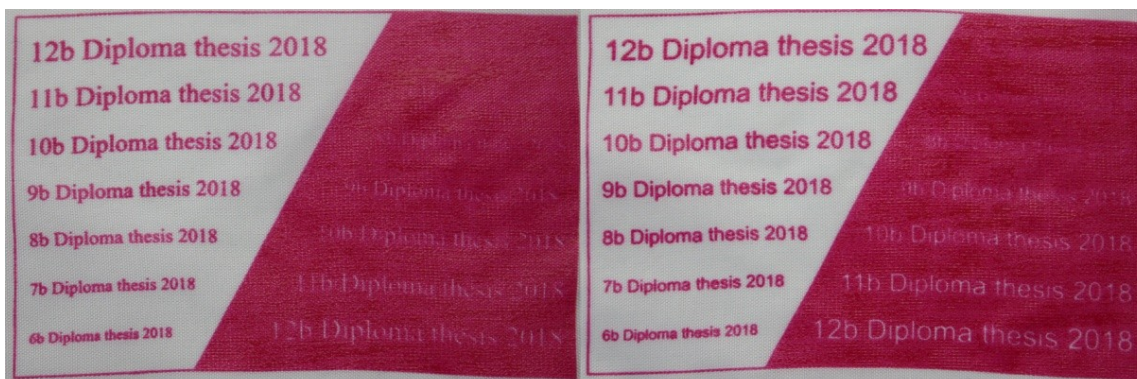


*Přímý potisk – sitotisková technika*

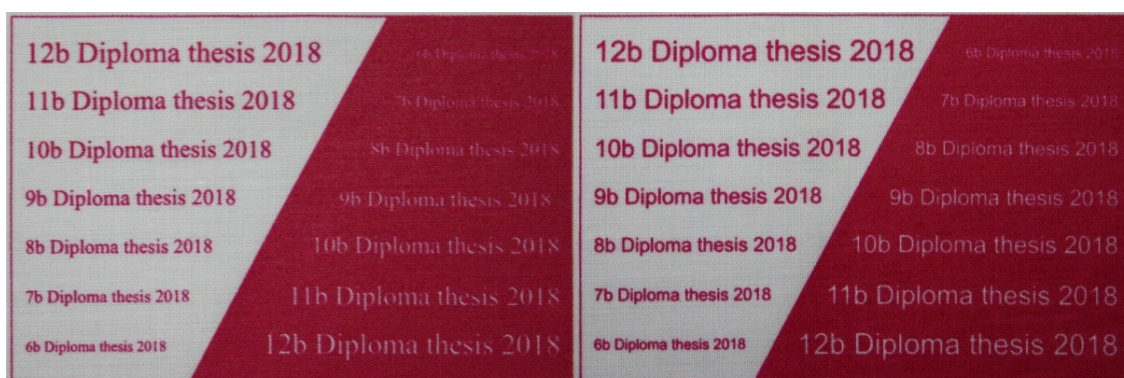
*Bavlna*



*Polyester*

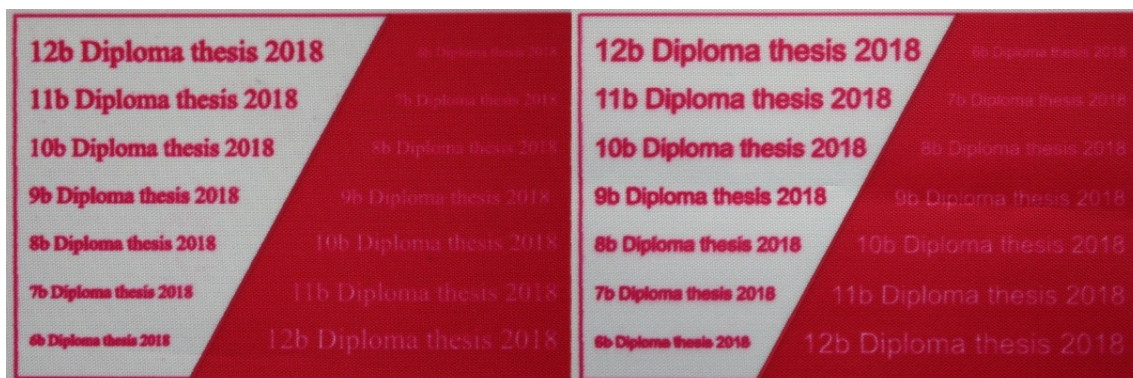


*Směs*

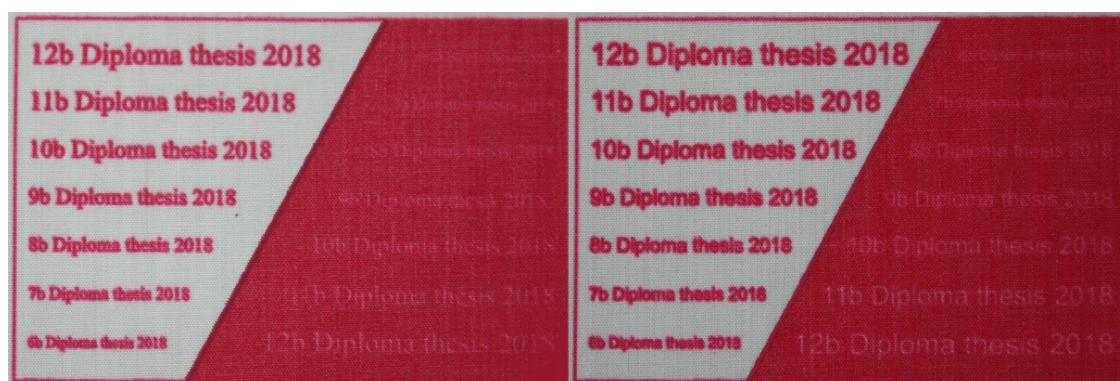


*Nepřímý tisk – sublimační technika*

*Polyester*

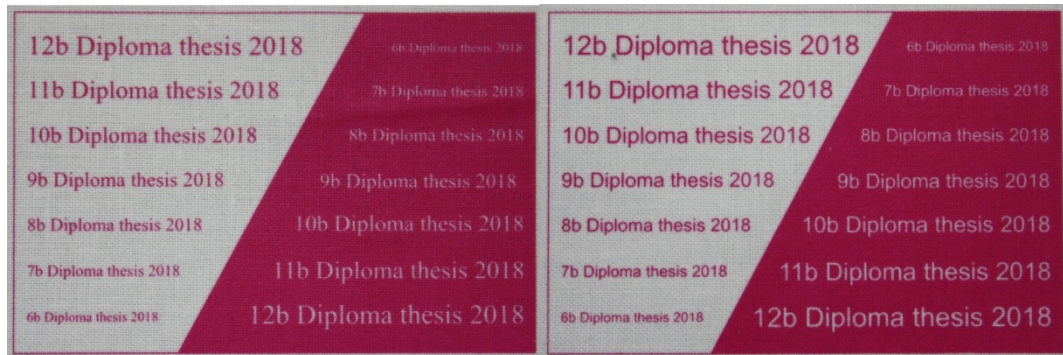


*Směs*

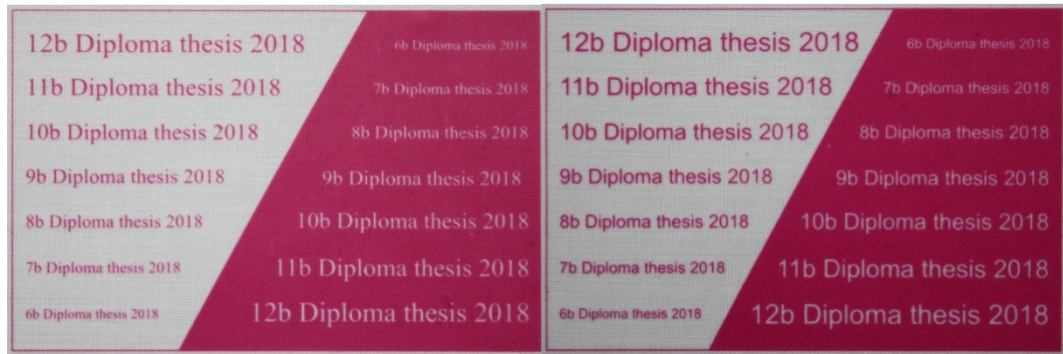


*Nepřímý tisk – zhotovení sítotiskovou technikou*

*Bavlna*

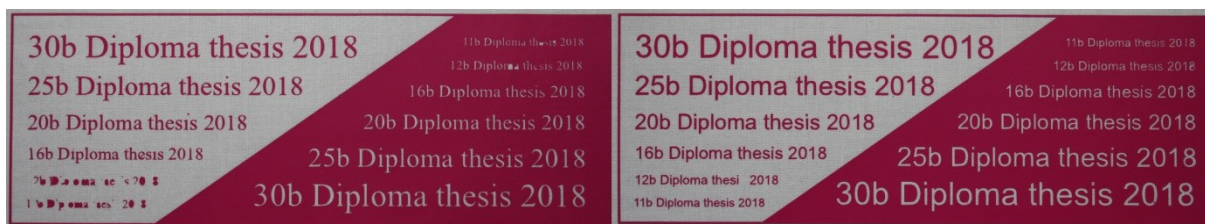


*Směs*



*Nepřímý tisk – zhotovení celobarevnou fólií*

*Bavlna*

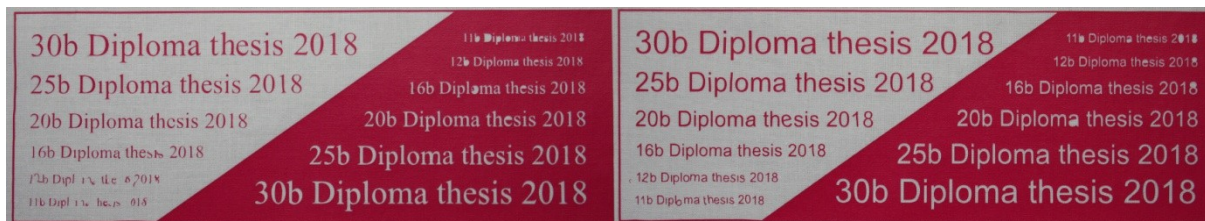


*Směs*

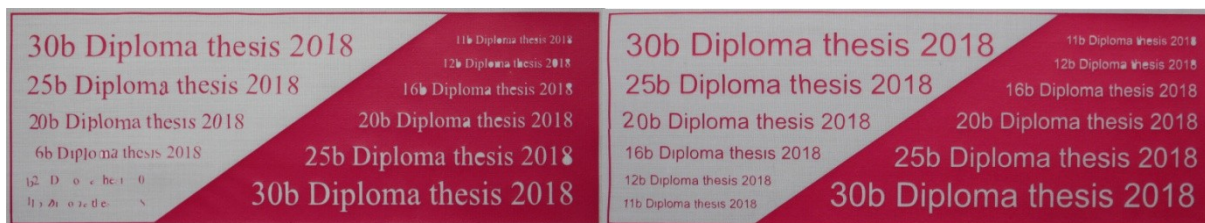


*Nepřímý tisk – zhotovení potištěnou fólií*

*Bavlna*



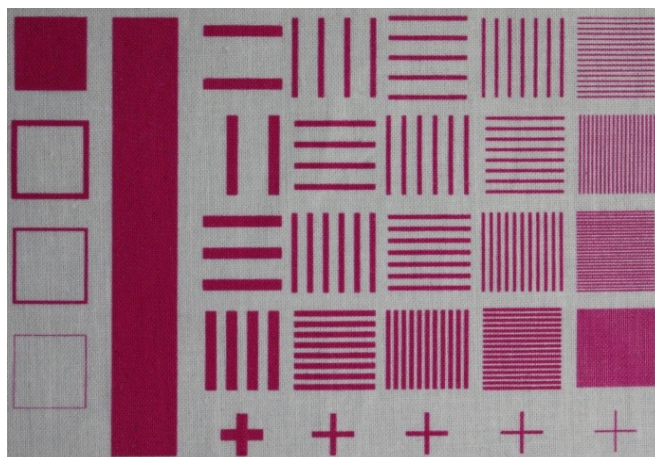
*Směs*



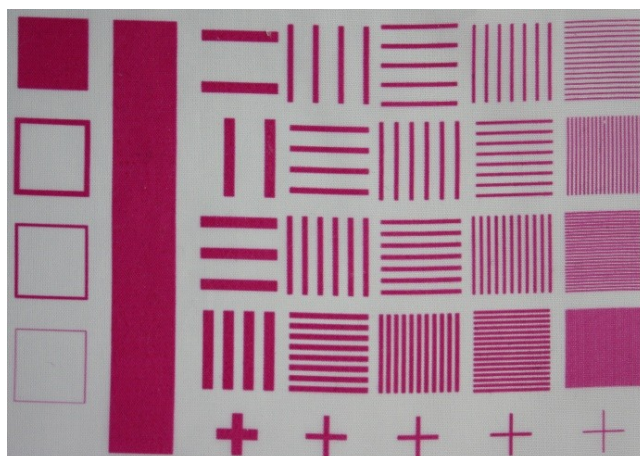
## Příloha D – ukázka možností reprodukce linek

*Přímý tisk – digitální technika*

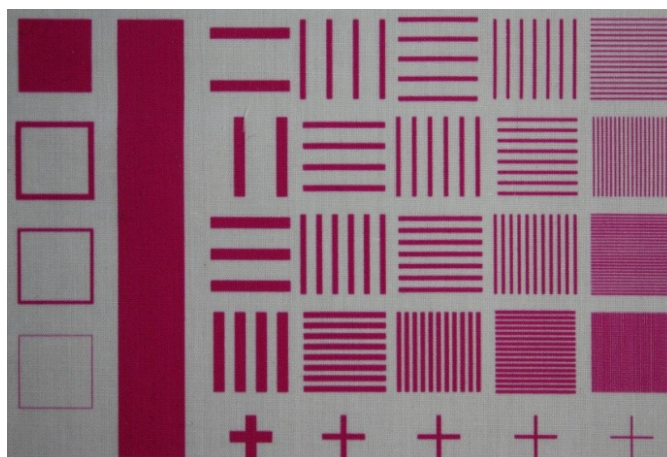
*Bavlna*



*Polyester*

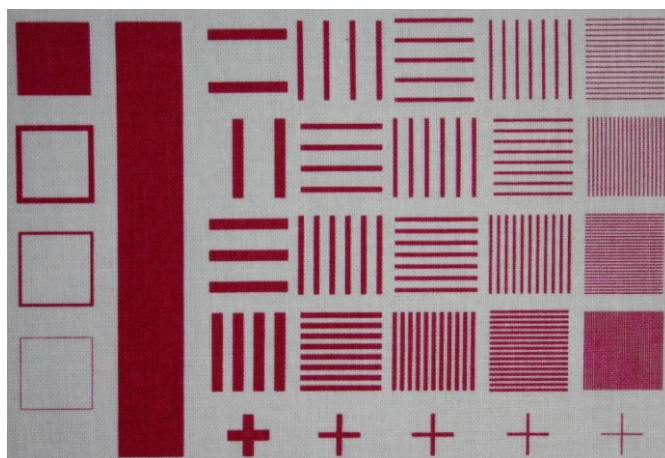


*Směs*

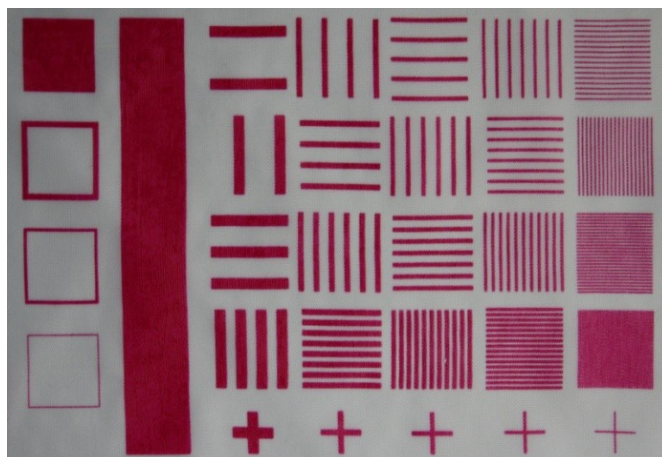


*Přímý potisk – sítotisková technika*

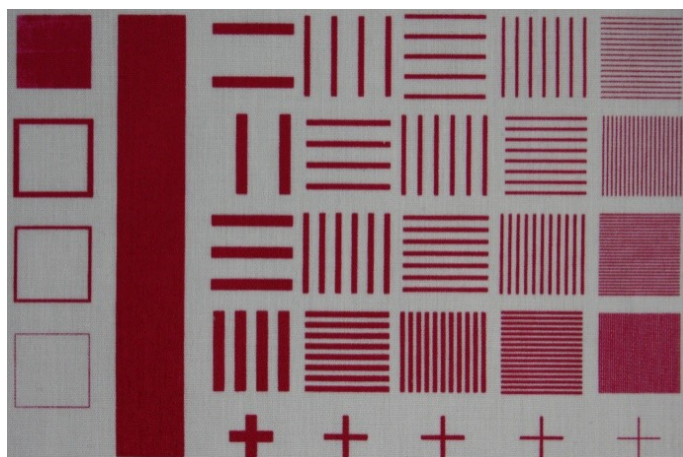
*Bavlna*



*Polyester*

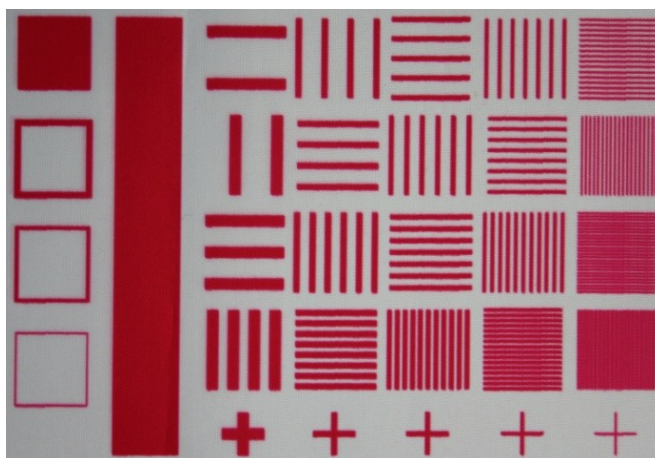


*Směs*

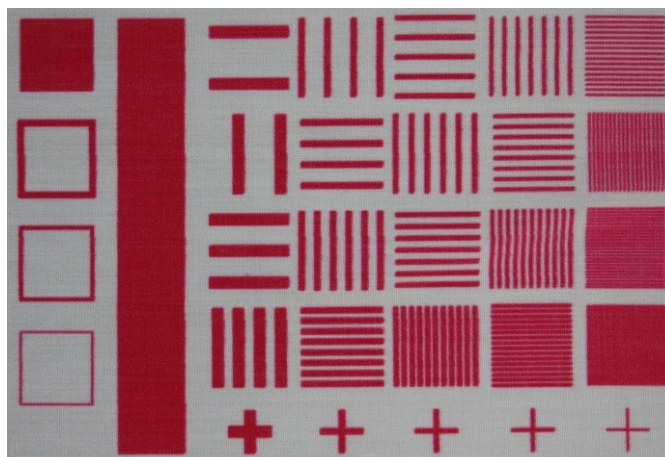


*Nepřímý tisk – sublimační technika*

*Polyester*

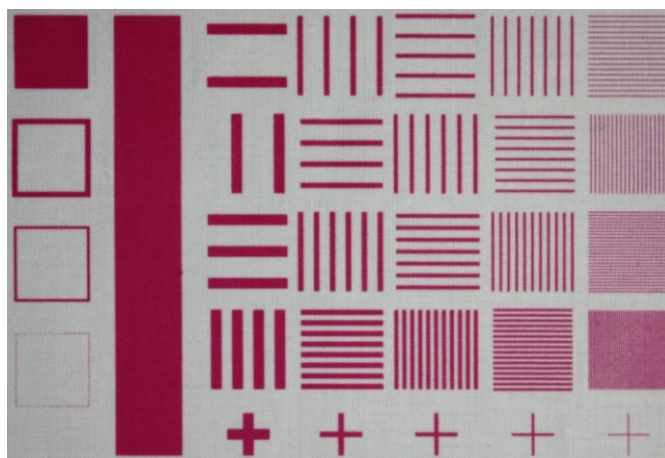


*Směs*

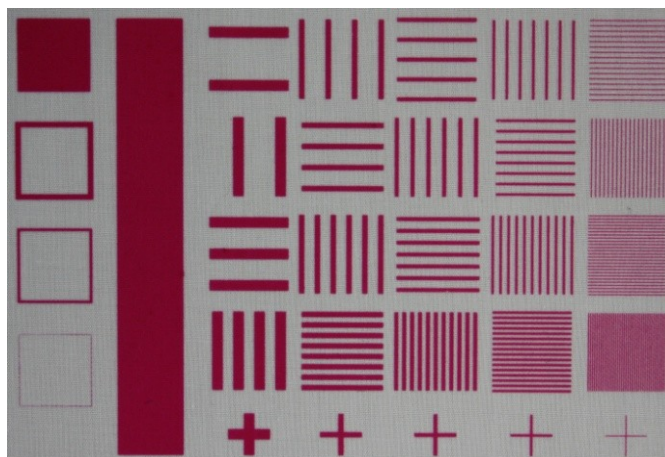


*Nepřímý tisk – zhotovení sítotiskovou technikou*

*Bavlna*

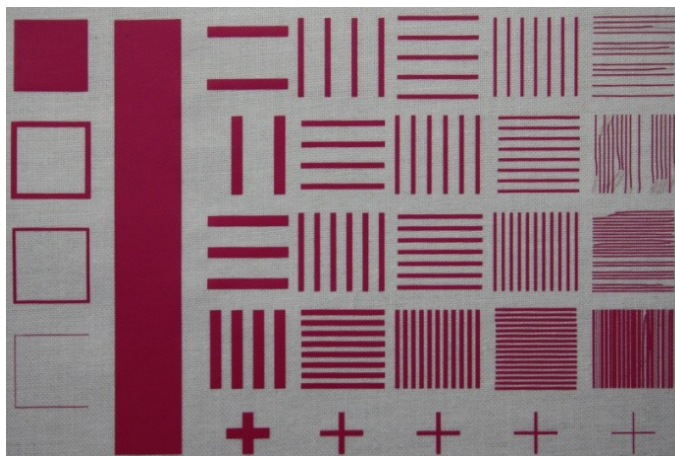


*Směs*

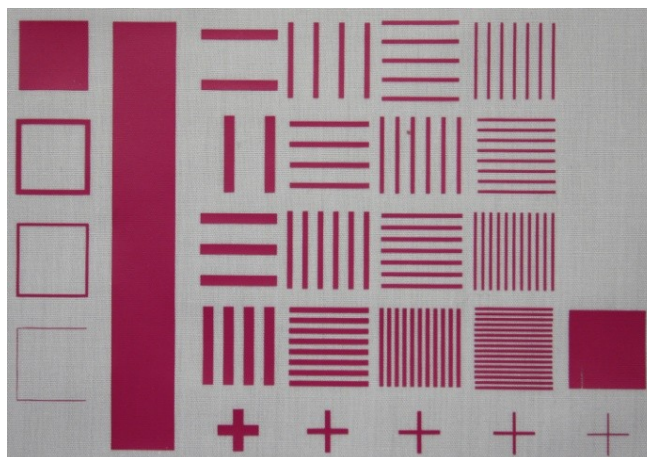


*Nepřímý tisk – zhotovení celobarevnou fólií*

*Bavlna*

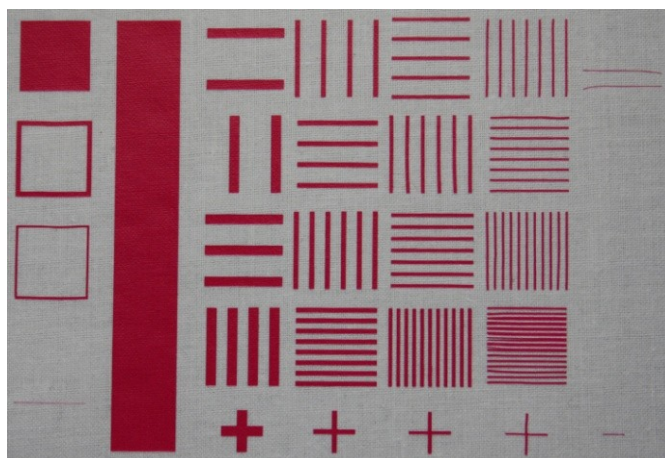


*Směs*

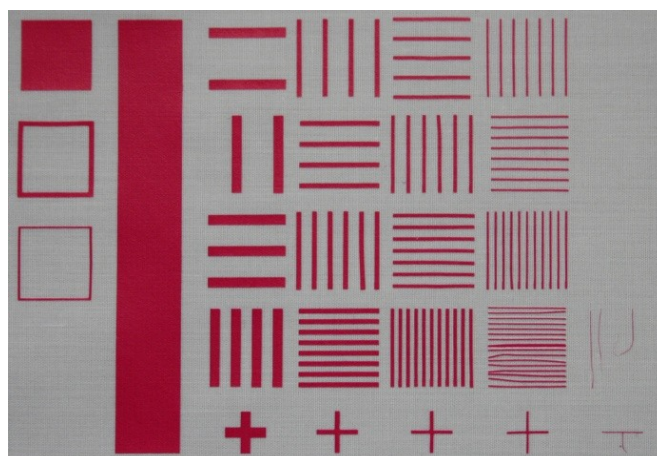


*Nepřímý tisk – zhotovení potištěnou fólií*

*Bavlna*



*Směs*



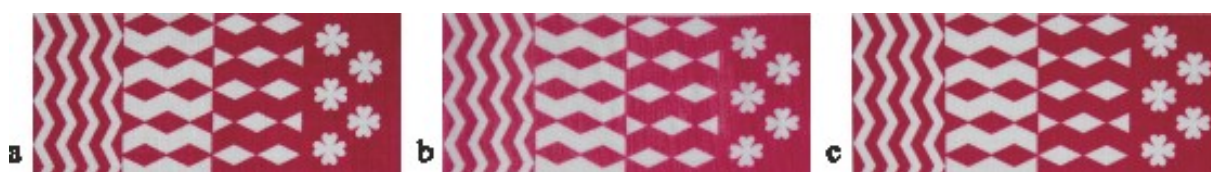
## Příloha E – Ukázka pérovkových obrazů

### *Přímý tisk – digitální technika*



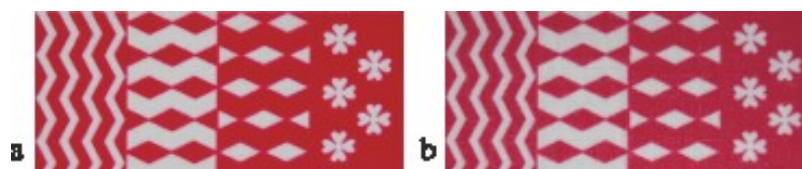
*a – bavlna, b – polyester, c – směs*

### *Přímý potisk – sítotisková technika*



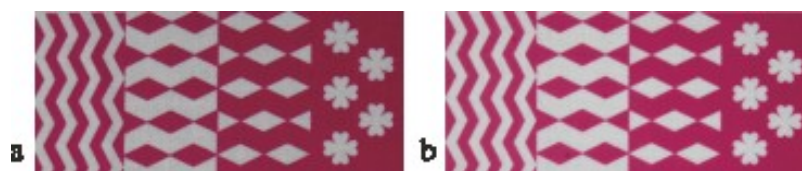
*a – bavlna, b – polyester, c – směs*

### *Nepřímý tisk – sublimační technika*



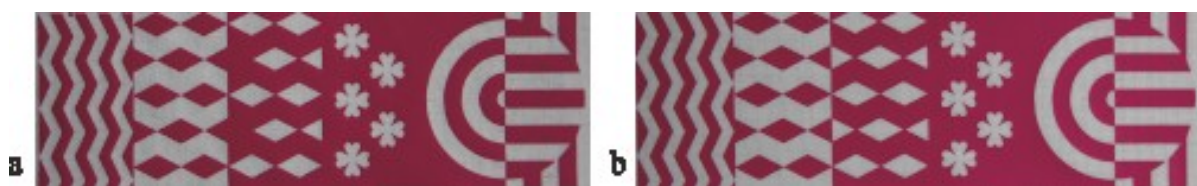
*a – polyester, b – směs*

### *Nepřímý tisk – zhotovení sítotiskovou technikou*



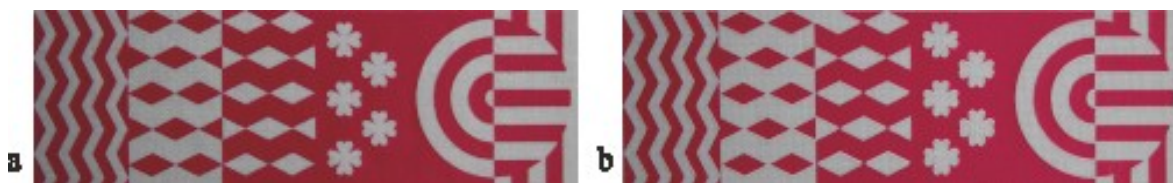
*a – bavlna, b – směs*

*Nepřímý tisk – zhotovení celobarevnou fólií*



*a – bavlna, b – směs*

*Nepřímý tisk – zhotovení potištěnou fólií*



*a – bavlna, b – směs*

## Příloha F – Ukázka síťových obrazů

### *Přímý tisk – digitální technika*

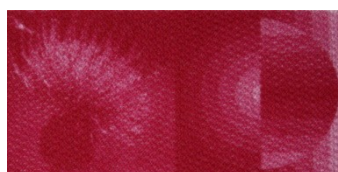


*a – bavlna, b – polyester, c – směs*

### *Přímý potisk – síťotisková technika*

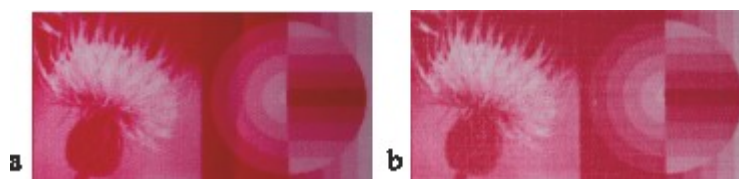


*a – bavlna, b – polyester, c – směs*



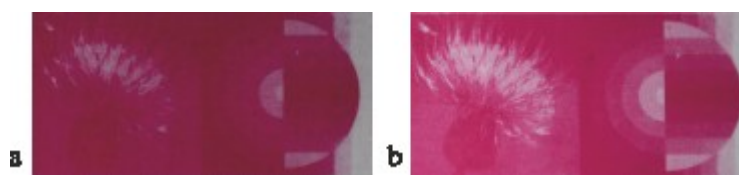
*Tisk zhotovený na jiném polyesterovém materiálu (tkanina s vyšší gramáží)*

*Nepřímý tisk – sublimační technika*



*a – polyester, b – směs*

*Nepřímý tisk – zhotovení sítotiskovou technikou*



*a – bavlna, b – směs*