

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Studijní program: N3106 Textilní inženýrství

Studijní obor: Textilní a oděvní technologie

Katedra oděvnictví

Vývoj v tiskařských technikách
Development in printing technique

Bc. David Hlaváč

KOD/2009/02/4/MS

Vedoucí práce: Doc. Ing. Miroslav Prášil, Csc.

Počet stran textu: 72

Počet obrázků: 34

Počet tabulek: 14

Počet grafů: 8

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užití své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 5. ledna 2008

.....

David Hlaváč

Poděkování

V první řadě patří poděkování vedoucímu mé diplomové práce, Doc. Ing. Miroslavu Prášilovi CSc. Za jeho cenné připomínky a rady při vypracování této diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat firmě Transfertex s.r.o., Ing. Jozefu Sivokovi a Martinu Sivokovi za vřelé přijetí a poskytnutí materiálů a informací o firmě, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout. Panu Mgr. Janu Hegerovi z katedry designu za umožnění pracovat na jejich tiskacím lisu. Další díky bych chtěl věnovat Ing. Martině Víkové a Doc. Ing. Michalu Víkovi, Ph.D. z katedry textilních materiálů za pomoc při práci na přístroji zvaném spektrofotometr.

V neposlední řadě patří poděkování celé mé rodině a všem, kteří mě v průběhu studií podporovali.

Anotace

Diplomová práce se zabývá studiem a vývojem tiskařských technik.

V první části je popsán stručný historický přehled týkající se oblasti potiskování textilií. Dále jsou zde zahrnuty a popsány tiskařské techniky jako je sítotisk, přenosový tisk, filmový tisk, digitální tisk a jiné.

V druhé části se zabývá studiem přenosového tisku, kde je zkoumán vliv teploty a doby přenosu na výsledný tisk. Hodnocení přenosového tisku proběhlo jak subjektivní tak i objektivní metodou. Z naměřených dat byla stanovena barevná diference ΔE . Výsledky z jednotlivých měření jsou popsány a uvedeny v tabulkách a grafech.

Klíčová slova: potiskování textilií, přenosový tisk, sítotisk, digitální tisk, objektivní hodnocení barevnosti, barevná diference ΔE .

Annotation

The dissertation studies printing techniques and their development.

The first part gives a brief description of historical development in the field of fabric printing. It also comprises descriptions of other printing techniques like screen printing, transfer printing, film printing, digital printing etc.

The second part studies transfer printing, where the influence of temperature and time of transfer on the resulting printing are tested. Transfer printing was evaluated by both subjective and objective methods. Consequently measuring data determined colour difference ΔE . The results of individual measurements are listed with more details in charts and diagrams.

Key expressions: fabric printing, transfer printing, screen printing, digital printing, objective colour measurement, colour difference ΔE .

Obsah

1	CÍL PRÁCE	7
2	HISTORIE POTISKOVÁNÍ TEXTILÍ	8
3	POTISKOVÁNÍ TEXTILÍ	13
4	TISKACÍ PASTY	14
5	ROZDĚLENÍ TISKAŘSKÝCH TECHNIK	15
	5.1 TISK PŘÍMÝ	15
	5.2 TISK LEPTEM	15
	5.3 TISK REZERVOU	16
	5.4 RUČNÍ TISK	16
	5.5 STROJNÍ VÁLCOVÝ TISK	16
	5.6 FILMOVÝ TISK	18
	5.7 RUČNÍ FILMOVÝ TISK	18
	5.8 STROJNÍ FILMOVÝ TISK	18
	5.8.1 Filmtiskací karuselové stroje	19
	5.8.2 Filmtiskací stroje s plochými šablonami	19
	5.8.3 Filmtiskací stroje s rotačními šablonami	20
	5.9 SÍTOTISK (FILMOVÝ TISK S PLOCHOU ŠABLONOU)	21
6	PŘENOSOVÝ TISK	22
	6.1 MECHANISMUS PŘENOSOVÉHO TISKU	23
	6.2 MOŽNOSTI TERMOTRANSFEROVÉHO TISKU	25
	6.2.1 Přenášečí fólie	25
7	DIGITÁLNÍ TISK	30
	7.1 JINÉ MOŽNOSTI DIGITÁLNÍHO TISKU	36
8	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	37
	8.1 POUŽITÉ MATERIÁLY	38
	8.2 PŘENOSOVÁ MÉDIA	39
9	SPOLEČNOST TRANSFERTEX S.R.O.	40
10	PRŮBĚH EXPERIMENTU	42
	10.1 OBJEKTIVNÍ HODNOCENÍ BAREVNOSTI	52
	10.2 BAREVNÁ ODCHYLKA DELTA E	58
11	TABULKY S VÝSLEDKY MĚŘENÍ A GRAFY MĚŘENÍ	60
12	POROVNÁNÍ BAREVNÝCH DIFERENCÍ U JEDNOTLIVÝCH MATERIÁLŮ A BAREV ..	65
13	SHRUTÍ VÝSLEDKŮ TEORETICKÉ A EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI DIPLOMOVÉ PRÁCE	67
14	ZÁVĚR	70
15	POUŽITÁ LITERATURA	71

1 Cíl práce

Teoretická část

V první části práce, která se týká teorie se budu zabývat historií a vývojem v oblasti potiskování textilií od jejich počátků až do současnosti. Je zde zahrnut historický přehled potiskování od malby na textil, ruční tisk až po strojově řízené potiskování textilií včetně digitálního tisku.

Dále jsou zde uvedeny a podrobně popsány různé způsoby potiskování textilií.

Praktická část

Druhá část práce se zabývá studiem přenosového sublimačního tisku. Bylo sledováno jaký vliv bude mít změna teploty a času na výsledný potisk dvou druhů materiálů pomocí přenosového tisku. Dále po potisku bylo sledováno objektivní hodnocení na přístroji zvaném spektrofotometr. Z dat získaných z tohoto přístroje byla stanovena barevná diference ΔE .

Závěr

V závěru práce byly shrnuty jak poznatky z teoretické části práce, tak také z její experimentální části.

2 Historie potiskování textilií

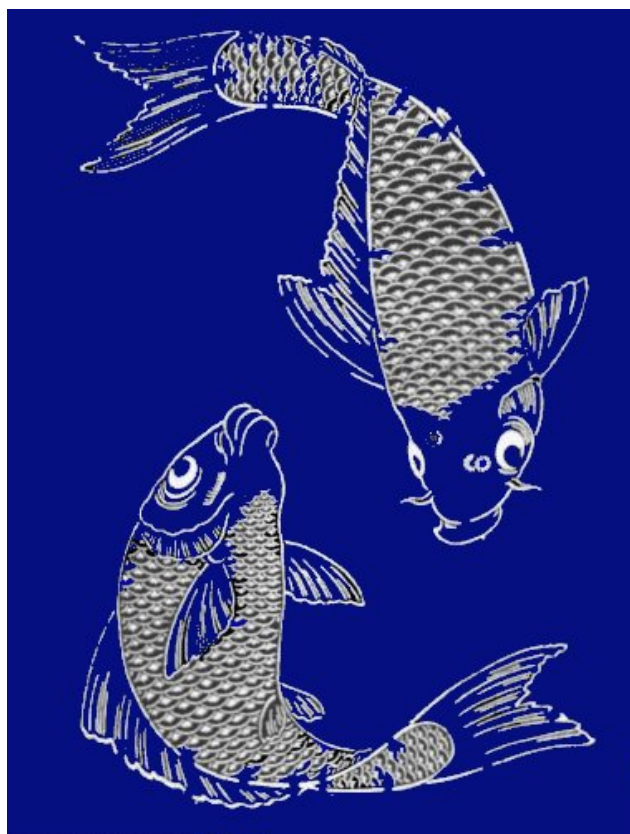
Dříve než došlo k potiskování textilií, předcházelo tomuto procesu období barvení textilií a jiného zdobení, např. malování.

Nejstarší textilie pocházejí asi ze 7. tisíciletí př. n. l. a již v té době se objevuje snaha zdobit je pro účely oblékání či k výzdobě obydlí. Již v neolitu lidé zkrášlovali textilie pomalováním a barvením. V Číně bylo známé barvení hedvábí v 3. tisíciletí př. n. l. a v Egyptě je doloženo barvení příze kolem roku 2700 př. n.l. Barvit textilie dokázali též Židé v době svého egyptského zajetí, tj. asi ve 13. století př. n. l. Na vysoké úrovni bylo barvířství vlněných a bavlněných látek v Babylónii a Asýrii. Barvířské řemeslo ovládali též Řekové a Římané; ve starověkém Římě dosáhlo barvířství významného rozmachu kolem roku 700 př. n. l. [1] [2]

Barvení se provádělo v kádích, které byly ve středověku vybaveny vijákem, s jehož pomocí se tkanina sešitá do uzavřeného provazce protahovala kádí s barvicí lázní. Ruční pohon vijáku klikou byl později nahrazen mechanickým pohonem. Roku 925 vznikl vlnářský barvířský cech v Německu a konstituování se cechovního systému se stává nástrojem růstu textilního průmyslu ve Flandrech, Brabantu, Francii, Itálii a Německu. [1]

K barvení se používala barviva získávaná z rostlin, minerálů a živočichů. Mezi nejznámější a nejstarší barviva patřily indigo a kermes, známá v Číně již v 3. tisíciletí př. n. l. Indigo je rostlinného původu a sloužilo k získávání modrého zbarvení, kermes, barvivo preparované ze zvláštního druhu mšic, bylo známé - podle poskytovaného červeného odstínu - pod označením "šarlach". Z mořských plžů pochází velmi cenné barvivo zvané "purpur". Jeho znalost Hebrejci je doložena ve Starém zákoně. Přírodních barviv bylo velké množství a pro svou vzácnost patřila až do 19. století mezi významné obchodní artikly. Teprve roku 1856 bylo syntetizováno W. H. Perkinem, anglickým studentem, první v praxi použitelné barvivo zvané "mauve". Od té doby se též datuje založení dehtového barvířského průmyslu, které doprovázejí další objevy umělých barviv, a přírodní barviva postupně ztrácejí v textilním průmyslu uplatnění. [1] [2]

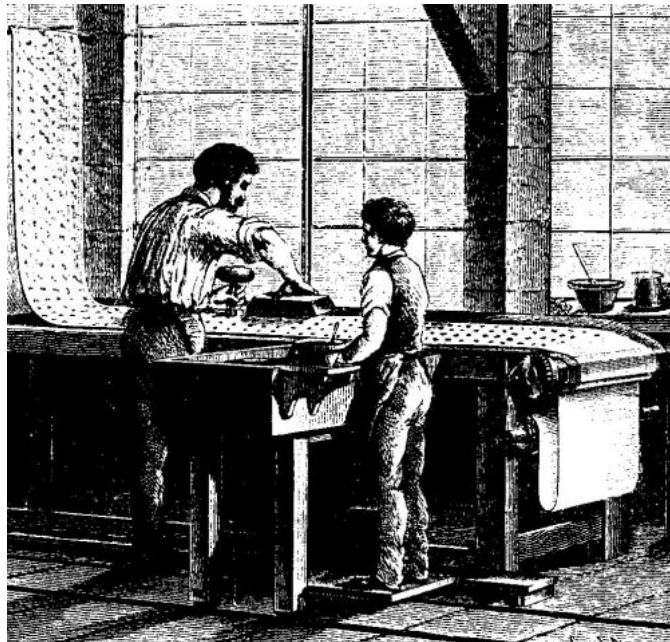
Dříve než se textilie potiskovaly, byly zdobeny pomalováním. Fragmenty pomalované a potištěné tkaniny byly objeveny v hrobce faraóna Thuthmose III. asi z roku 1400 př. n. l. Zdobení se docилоvalo též rezervážní technikou, spočívající v zabránění proniknutí barviva v barvicí lázni na celou plochu textilie, zavazováním do ní různých malých předmětů. Tam, kde docházelo ke styku předmětů s tkaninou, zůstala neobarvená místa. Dokonalejším postupem vzorování bylo užívání rezervy (vosk, škrob), která se na tkaninu nanášela s přesným záměrem, a kterou bylo možno po obarvení textilie snadno odstranit. Z této techniky se vyvinul modrotisk, při němž se k potiskování tkaniny rezervou používaly již ruční formy. Do Evropy se modrotisk dostal z Asie v polovině 16. století a do Čech z Německa v 2. polovině 18. století.
[2] [3]



Obr.1 Modrotisk

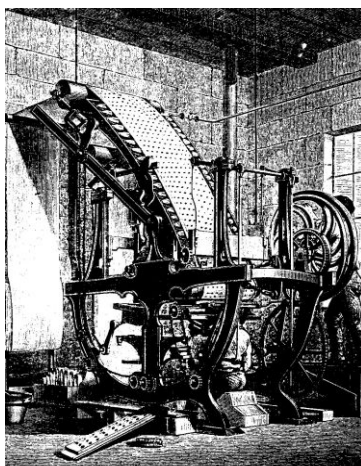
Na přelomu našeho letopočtu se začínají k nanášení barviva nebo rezervy používat tiskátka s vyřezaným vzorem a od té doby lze mluvit o textilním tisku. Zdokonalování této techniky vedlo na konci středověku k vytvoření dřevěné formy pro ruční tisk. Celodřevěné formy byly však postupně nahrazovány formami s kovovým reliéfem; jejich výrobci se nazývali vzorkaři (formštechři) a od počátku 19. století

se stali dobře organizovaným sdružením, postaveným na principu vzájemné sociální výpomoci. [2] [3]



Obr. 2 Dobová ukázka ručního tisku

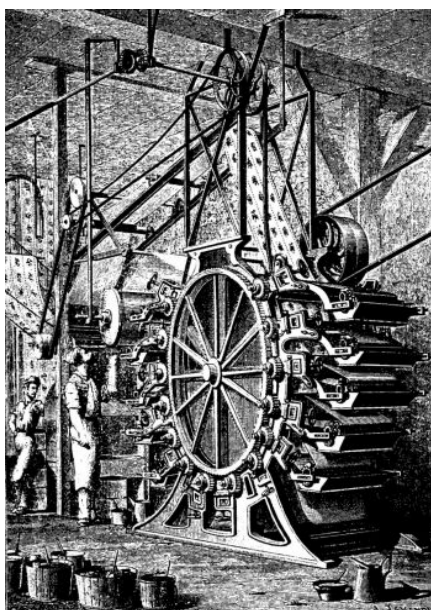
Mechanizaci ručního tisku uskutečnil Francouz J. Perrot roku 1834 vynálezem tiskacího stroje, jenž dostal pojmenování podle svého konstruktéra - *perotina*. Stroj mechanizoval pohyby tiskaře při ručním tisku a kromě toho, že nahradil 50 ručních tiskařů, se vyznačoval též precizním pracovním výsledkem. V českých kartounkách pracovala *perotina* již od konce 30. let 19. století. [3] [4]



Obr. 3 Perotina

Ke konci 18. století se objevuje potiskování tkanin rytými měděnými plotnami a reliéfními tiskacími válci. Významným pokrokem však bylo v 80. letech téhož století zavádění potiskování tkanin pomocí strojů s reliéfními nebo rytými válci, které pracovaly kontinuálně a tedy i rychleji. První tiskací stroj válcový, který našel průmyslové využití, byl dílem Skota Thomase Bella. Patent na tento stroj vybavený rytými dřevěnými tiskacími válci získal vynálezce roku 1783. Tiskací válce byly uspořádány do kruhu nad centrálním přítlačným válcem - presérem. Další vývoj tiskacího stroje válcového, koncepci Bellova stroje podstatně nezměnil. K vývoji tiskacího stroje patří též způsoby rytí tiskacích válců. Byly vyráběny z mědi a vzory do jejich plášťů vyrývány ručně. Na počátku 19. století se podařilo i tuto činnost zmechanizovat moletováním¹ a pantografováním² a následovaly další modernější techniky rytí tiskacích válců. Po druhé světové válce zasáhly do vývoje strojního tisku válcového stroje vybavené několika přítlačnými válci. Od 30. let 20. století se počíná rozšiřovat ruční filmový tisk, tj. tisk pomocí plochých šablon v rámu, skrze něž se stěrkou protlačuje barvivo na tkaninu. Tento druh tisku - pomineme-li jeho historické inspirace - byl znám již v 18. století a postupně zdokonalován, až bylo dosaženo jeho mechanizace. Počátkem 60. let 20. století se objevují stroje používající bezešvé kruhové šablony, jejichž technologie výroby je s pomocí nové techniky zdokonalována. Rotační filmový tisk se brzy prosadil a stal se jednou z významných technologií textilního tisku.

[3] [4]



Obr. 4 Válcový tiskací stroj

¹ Přenášení vyrytého vzoru na tiskací válec pomocí molet (razítko, váleček k tisku)

² Metoda přenesení vzoru z podkladu

První českou tiskárnu založil roku 1763 hrabě Kinský ve Sloupu u České Lípy, druhou téměř současně hrabě Bolza v Josefově Dole. [5]

Zatímco vývoj od ručního k strojnímu válcovému tisku byl téměř výlučně záležitostí evropské techniky, přišel k nám filmový tisk zcela odlišnou cestou a v tom vývojovém stádiu, kdy byl vyřešen základní princip tak, jak ho známe dnes. [5]

Kolébkou filmového tisku je Dálný východ, Japonsko a Čína. Vznikl tak, že se jednoduché motivy začaly tisknout pomocí papírových šablonek. Vyřezané papírové šablony se přelepovaly sítí z lidských vlasů, které nejen spojovaly volné figury mezi vzorem, ale zpevnily i celou šablonku. Filmový tisk se po roce 1930 velmi rychle rozšířil a filmové tiskárny vznikaly i při tiskárnách strojních, jejichž kolekce se doplňovaly novými bohatými vzory. Filmový tisk dával podstatně sytější barvy než tisk strojní. [5]

3 Potiskování textilií

Textilní tisk je vedle barvení jednou z nejdůležitějších zušlechťovacích technologií. Používají se při něm prakticky stejná barviva jako při normálním barvení, rozdíl je ale v praktickém provedení. Barvení probíhá ve zředěném roztoku barviva, ze kterého se barvivo zvolna vyčerpává na vlákna a tam se upevňuje. Při tisku je tomu jinak. Barvivo se smí dostat jen do těch míst textilie, která se mají obarvit, proto nelze použít prosté vodní roztoky barviv – došlo by ke zvětšení tisknutých obrazců vlivem vzlínivosti roztoku barviva do stran. Barvivo se tedy musí aplikovat v prostředí s vysokou viskozitou.

Pro tisk se proto používá tiskací pasta (- silně zahuštěný koncentrovaný roztok barviva), která na rozdíl od barvicích lázní obsahuje ještě zahušťku. Je nanášena různými tiskařskými technikami na potiskovanou textilií na místa předem určená požadovaným vzorem. Tiskací pasty obsahují dále pomocné látky, které usnadňují tisk nebo fixaci barviv na vlákna.

Aby nastalo místní obarvení, je nutné po tisku provést ještě dokončující práce. Jejich účelem je místní obarvení a zajištění fixace barviva, aby vzniklé vybarvení mělo požadované stálosti. Po nanesení tiskací pasty se textilie zasuší, aby bylo možno pracovat dále s textilií bez nebezpečí rozmazání nebo obtisknutí. Pouhé zasušení ale nevyvolá místní obarvení (pouze u pigmentů má obarvení určitou stálost, kterou lze zvýšit vyšší teplotou), většinou se tedy potištěné textilie fixují následným pařením. Je to technologický proces, při němž probíhá reakce, která se při barvení odehrává v barvicí lázni kde barvivo proniká do vláken a upevňuje se.

Po paření je místní obarvení textilie ukončené. Na vláknech zůstává zaschlý film zahušťovadla spolu s barvivem, které neproniklo do vlákna. Tyto přebytečné látky, které by zhoršovaly stálosti a omak se odstraní praním. Praní po tisku není potřeba provádět v případě, že došlo k úplnému upevnění barviva na vlákno a použitá zahušťka měla nepatrnou sušinu (např. při použití pigmentů).

Na složení tiskacích past jsou závislé jejich chemické a fyzikální vlastnosti, které rozhodují o chování barev při jejich přípravě, v průběhu tisku, při fixaci barviva na vlákna a také o využití barviva, vypratelnost nefixovaného podílu barviv, zahušťky, pomocných látek atd. Složení tiskací pasty musí vyhovovat nejenom vlastnostem potiskovaných vláken, ale také použitému druhu barviv, zvolenému druhu tisku

a způsobu fixace barviv na vlákna. Nositelem řady vlastností tiskacích past je právě záhustka, proto je volbě zahušťovadel třeba věnovat mimořádnou pozornost. [6]

4 Tiskací pasty

Jsou silně zahuštěné roztoky nebo disperze barviv obsahující dále pomocné látky, které usnadňují tisk nebo fixaci barviv na vlákna.

Tiskací pasta je schopna vytvořit místní obarvení . Barvivo se aplikuje z prostředí s poměrně vysokou viskozitou, aby nedocházelo ke zvětšení tisknutých obrazců vlivem vzlínivosti roztoku barviva do stran.

Je zcela lhostejné, zdali tiskací pasta obsahuje barvivo nebo látky, z nichž barvivo teprve vznikne, nebo zdali obsahuje látky, které mají barvivo přítomné již na vlákně rozrušit nebo zabránit místnímu obarvení tkaniny. Z toho vyplývá, že některé tiskací pasty mohou být i bezbarvé. [6]

5 Rozdělení tiskařských technik

Textilní tisk se vyvinul z touhy člověka zdobit tkaniny určené k oblékání a později i k výzdobě obydlí. Od svého vzniku prošel zcela logicky různými stupni vývoje, který byl zaměřen na zdokonalování, mechanizaci a automatizaci jednotlivých fází technologie tisku. Postupně vznikaly a zdokonalovaly se jednotlivé tiskařské techniky. [5]

Po chemické stránce lze techniku tisku rozdělit na:

- **Tisk přímý**
- **Tisk leptem**
- **Tisk rezervou**

5.1 Tisk přímý

Je to nejrozšířenější způsob tisku. Tiskací pasta se tiskne na bílý nebo světle zabarvený materiál. Lze jej velmi snadno rozeznat od ostatních způsobů potiskování, neboť všechna potištěním obarvená místa na líci textilie jsou tmavší než na rubu. [7]

5.2 Tisk leptem

Na předem obarvený materiál se natiskne leptací činidlo, které při paření nebo horkovzdušném zpracování rozloží na potištěných místech barvivo. Rozrušené barvivo se při závěrečném praní vypere. Vedle těchto bílých leptů můžeme tisknout pestrý lept, při kterém tiskací pasta obsahuje mimo leptacího činidla též barvivo stále v leptacích podmínkách, které se fixují na místě rozloženého barviva. [5]

K barvení textilie a k pestrému leptání je však třeba použít barviva odlišných chemických vlastností. [7]

Pohledem lze odlišit bílý nebo pestrý lept od přímého tisku podle toho, že jedna z barev, která byla vytvořena přebarvením, vypadá z obou stran stejně. Vzhled ostatních barev (včetně bílé) je stejný jako při přímém tisku. [7]

5.3 Tisk rezervou

Při tomto způsobu tisku se tiskne na textilií tiskací pasta, která obsahuje chemikálie zabraňující obarvení textilie. Rezervy mohou být bílé nebo pestré. Pestrá rezerva vzniká, přidá-li se k rezervující látce barvivo, které i v prostředí této rezervující látky se fixuje na textilií. [5]

Jen samotným pohledem lze rezervový tisk od leptů rozeznat velmi špatně. Dnes je tato technika používána jen zřídka.

Po mechanické stránce se rozlišují tyto tiskařské techniky:

- **Ruční tisk** (dřevěnými formami)
- **Strojní válcový tisk** (hlubotiskovými měděnými formami)
- **Filmový tisk** (plochou nebo rotační šablonou)
- **Speciální druhy tisku** (tisk přenosem, vložkový tisk, tryskový tisk apod.)

5.4 Ruční tisk

Ruční tisk je předchůdcem tisku strojního a dnes se již nepoužívá, protože je tento způsob pomalý a velmi drahý. Formy se vyráběly rytím do dřeva a tisklo se ručně na tiskařských stolech, které byly potaženy plstí a přikryty voskovaným plátnem.

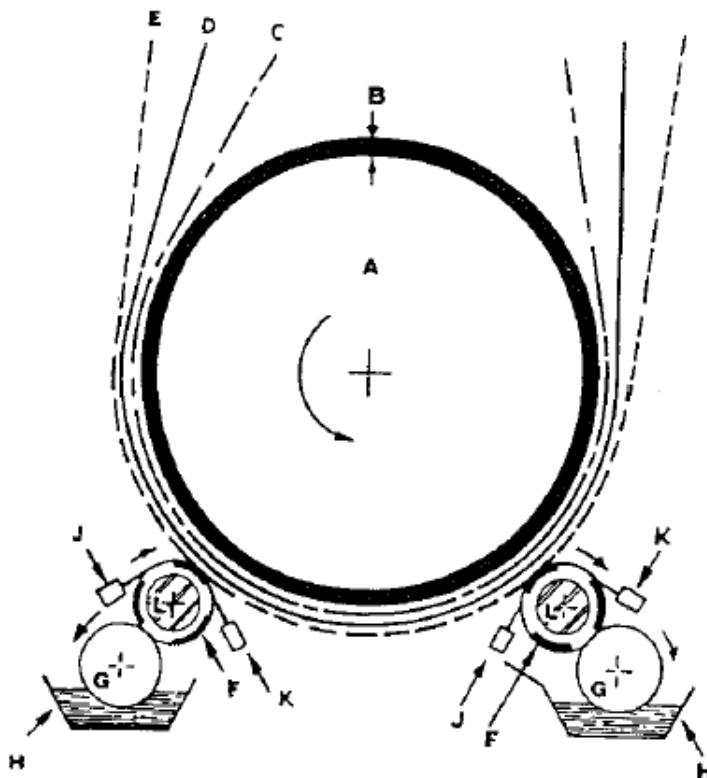
5.5 Strojní válcový tisk

Základem strojního válcového tisku jsou měděné tiskací válce se vzory vyrytými do hloubky. Tiskací pasta se zatře do hloubky rytiny, válce se přitlačí na textilií a tím se tiskací barva přenesou na povrch textilie. Stroj musí mít tolik tiskacích válců, kolik barev má daný vzor. [5]

Tiskací pasta se nanáší z barevníku na tiskací válec, přebytečná pasta na válci se stírá ocelovou stěrkou. [5]

Do tiskacího stroje vstupuje textilie současně s tiskací dekou. Aby se deka neznečistovala, hlavně v místech okrajů textilie nebo jejím protištění, je mezi dekou a textilií tiskací běhoun, který se po průchodu strojem pere. [5]

V současné době se již strojní válcový tisk přestává používat, hlavně z důvodu dlouhé a nákladné výroby tiskacích válců a nutnosti vysokého přítlaku tiskacích válců k textilií. [5]



Obr. 5 Schéma strojního válcového stroje (A – centrální válec; B – tkanina; C – tiskací deka; D – běhoun; E – nepoříštěná tkanina; F – tiskací hlubotiskový válec; G – namáčecí válec; H – korýtko s tiskací pastou; J,K – stěrky)

5.6 Filmový tisk

Princip filmového tisku je takový, že se vzor ze šablony natiskne na tkaninu. Tiskací pasta se protlačí sítím šablony pomocí stěrky. V místě vzoru je síto propustné. [5]

Filmový tisk můžeme rozdělit na:

- **Ruční**
- **Strojní**

Strojní tisk se dále dělí na:

- **Filmtiskací stroje s poloautomatickými tiskacími vozíky**
- **Filmtiskací karuselové stroje**
- **Filmtiskací stroje s plochými šablonami**
- **Filmtiskací stroje s rotačními šablonami**

5.7 Ruční filmový tisk

Šablona se upevní na tiskací vozík. Sestavou pák se přitiskne na tkaninu nalepenou na tiskacím stole. Po provedení vlastního tisku se šablona pákou nadzvedne a přejede se vozíkem k další raportní zarážce. [5]

Tiskne se při snížené poloze šablony přitisknuté na tkaninu. Tiskací pasta se lije do rámu na šablonu a pomocí stěrky se protlačí na textilií. [5]

5.8 Strojní filmový tisk

Od ručního tiskacího vozíku se přešlo k poloautomatickému vozíku, pohon vozíku i stěrky je elektrický. Tiskař pouze dolévá tiskací pastu a kontroluje kvalitu tisku. Vozík se sám pohybuje na stole od zarážky k zarážce. Sám spouští na stůl šablonu. Automatická stěrka se dá do pohybu, jakmile šablona dosedne na stůl. Počet tahů stěrkou se dá nařídit podle potřeby. [5]

Tento způsob se používal především k modernizaci tiskáren s dlouhými stoly. Dnes se však již nepoužívá. Příprava pro tisk a následující zpracování po tisku je stejné jako u ručního tisku. Rovněž příprava šablon a jejich výměna se provádí ručně. [5]

5.8.1 Filmtiskací karuselové stroje

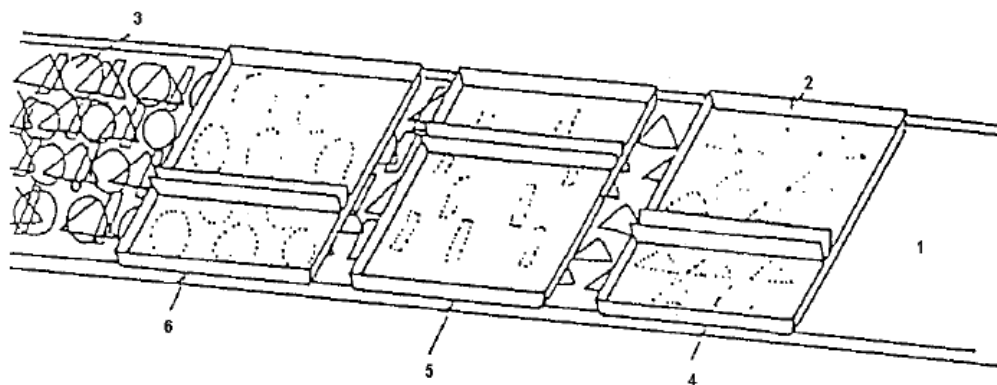
Šablony jsou upevněny na otočném držáku. V jakémsi kolotoči se pohybují kolem tiskacího stolu. Počet šablon bývá 4 – 6 – 8. [5]

V současné době se karuselových tiskacích strojů používá k potiskování hotových výrobků např. triček, svetrů apod. [5]

5.8.2 Filmtiskací stroje s plochými šablonami

Princip - na nekonečném pryžovém transportéru je nalepena tkanina, v poloze šablon na tkanině se tiskne. Pak se všechny šablony nadzvednou, tkanina se posune o 1 raport, všechny šablony se spustí dolů na tkaninu a znovu se tiskne. Délka stroje je dána počtem barev, které můžeme tisknout, 8 – barevný – 25 až 30 m. Šířka stroje je dána šíří zboží, která je asi o 20 cm širší než tkanina, kterou potiskujeme. Rychlost tisku je max. 10 m/min. Přípravné časy jsou mnohem menší než u válcového tisku. [5]

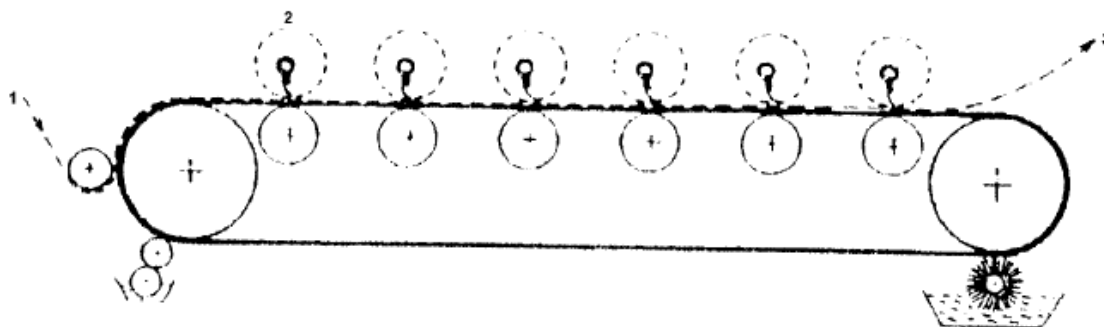
Na výstupní straně stolu se textilie odlepí z transportéru a přichází do sušícího zařízení, transportér se spodem vrací, zbavuje se zbytků lepidla a tiskací pasty. Postupné zastavování transportéru odpovídá přesně nastavené délce raportu. Po zastavení se zvednou šablony a transportér se posune o 1 raport. [5]



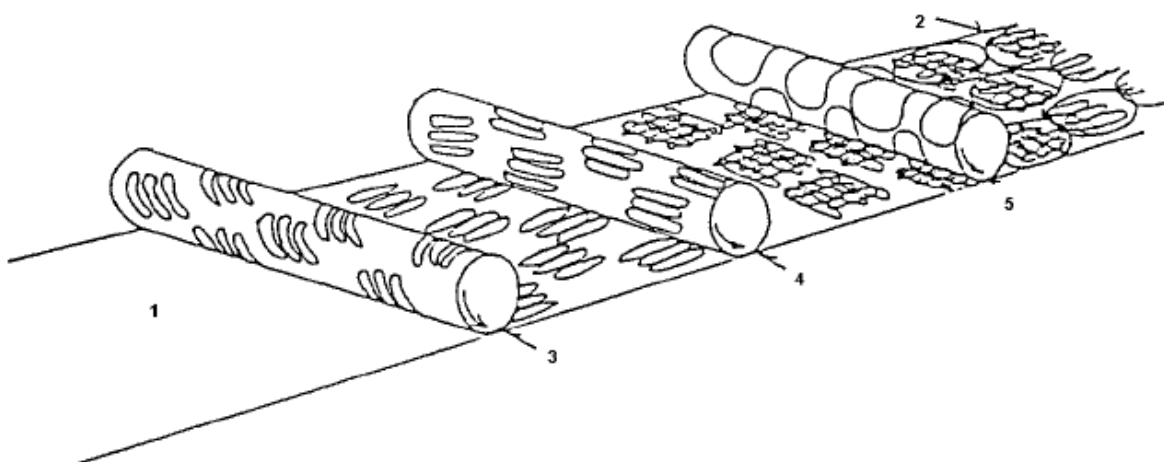
Obr. 6 Filmový tisk plochými šablonami (1 – nepotíštěná textilie; 2 – šablona; 3 – potíštěná textilie; 4 – šablona pro tiskací pastu 1; 5 – šablona pro tiskací pastu 2; 6 – šablona pro tiskací pastu 3)

5.8.3 Filmtiskací stroje s rotačními šablonami

Přerušovaný pohyb textilie při tisku plochými šablonami byl odstraněn zavedením rotační šablony. Jako šablona se používá niklový bezešvý válec o tloušťce stěny 0,1 mm, opatřený otvory k protlačování tiskací pasty. [5]



Obr. 7 Filmový tisk rotační šablonou (1 – nepotíštěná textilie; 2 – rotační šablona; 3 – potíštěná textilie)



Obr. 8 Filmový tisk rotační šablonou (1 – nepotíštěná textilie; 2 – potíštěná textilie; 3 – rotační šablona pro první barvu; 4 – rotační šablona pro druhou barvu; 5 – rotační šablona pro třetí barvu)

Při tisku se šablona synchronně odvaluje s pohybem transportéru. Stěrka s tiskací pastou je uvnitř šablony a pasta je přiváděna dávkovacím čerpadlem. Stroje jednotlivých výrobců se liší jednak uložením šablon (horizontálně uložené nebo kolem válce) a konstrukcí stěrek (listové nebo válečkové stěrky). V současné době patří filmový tisk rotačními šablonami mezi nejvíce používané způsoby potiskování textilií. [5]

5.9 Sítotisk (filmový tisk s plochou šablonou)

Technika tisku vytlačováním tiskové barvy plochým sítem na potiskovaný materiál. Potiskované plochy jsou vymezeny šablonou, kterou lze na síto kopírovat přímo, nebo nepřímo přenést z pigmentované fólie. Výhodou sítotisku je velký nános tiskové barvy, neomezené možnosti volby potiskovaného materiálu (obaly, hrnky atd.) a efektivnost i při nízkých tiskových sériích. [8]

Sítotisk v posledních letech zaznamenává velký rozmach. Zvýšený zájem o tuto technologii je způsoben možnostmi využití sítotisku k pohotovému ručnímu nebo rychlému strojovému tisku, popřípadě k zušlechťování různých materiálů jak v miniaturních, tak ve velkoplošných rozměrech nebo tvarech. Princip sítotisku je kromě toho



Obr. 9 Ukázka sítotisku

sám o sobě celkem prostý. Jedná se v podstatě o jednoduché protlačování barvy na jakoukoliv plochu skrze propustná místa síta připraveného dle šablony. Jednou z dalších příčin všestranného rozvoje sítotisku jsou i relativně nízké pořizovací náklady na tiskové přístroje a omezená náročnost na pracovní prostor. [8]



Obr. 10 Ukázka sítotisku

Po mnohaletém vývoji sítotisku se dnes používá celá řada technik k tisku na celou škálu materiálů. Tiskne se v podstatě na jakoukoliv plochu, ke které lze přiložit síto. Potiskované předměty bývají rozličných tvarů, proto se používá jak plochý tisk, tak i tisk rotační nebo tisk skrze speciálně tvarovaná síta. Jako předloha pro výrobu tiskové šablony slouží nejčastěji disketa s požadovaným obrázkem či textem v grafickém formátu. Postačit však může i motiv namalovaný na obyčejném papíře, diapositiv nebo i běžný negativ apod. [8]

Samotný tisk je již pouze mechanickou záležitostí, kdy po připevnění sítotiskového rámu do stroje, stačí na síto rozlít barvu, kterou pak pohyblivá stěrka protírá prázdnými oky síta na připravený potiskovaný materiál. [8]

6 Přenosový tisk

Přenosový tisk patří mezi speciální techniky textilního tisku. Již ze samotného názvu vyplývá, že jde o techniku tisku, při které se na povrch potiskované textilie přenáší vzor speciálním pracovním postupem.

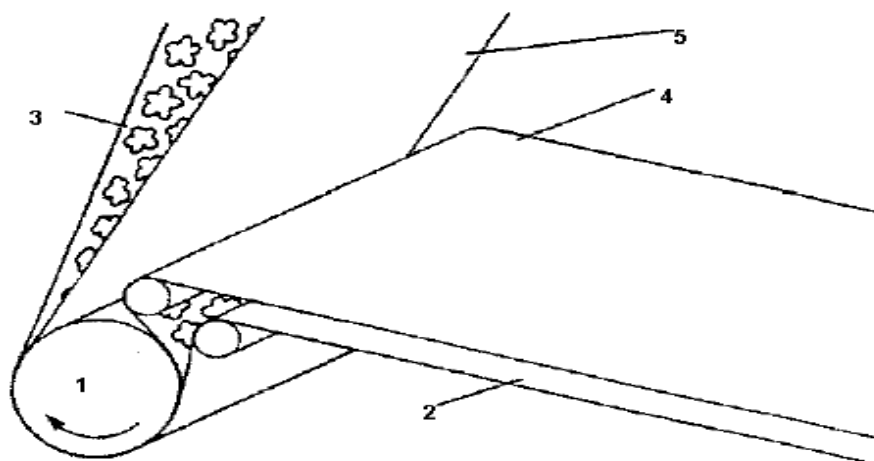
Přenosový tisk spočívá v podstatě na přesublimování barviv z papírového nebo jiného nosiče na textilní materiál za současného působení tepla a tlaku.

Postup vzorování je následující: - nejprve se potiskne speciálními barvivami pomocný nosič (nejčastěji papír), poté se papír potištěnou stranou přivede do styku s textilií, která se má tisknout, a to za zvýšené teploty a přítlaku.

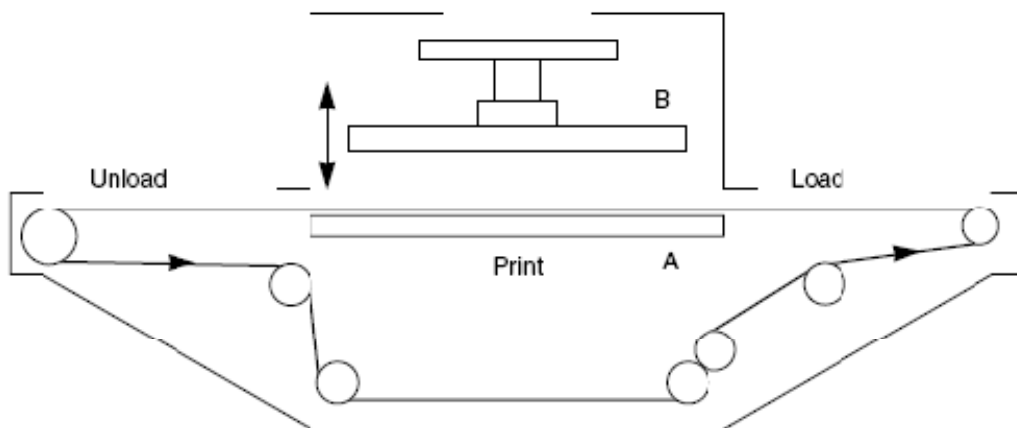
Během termického působení probíhá intenzivní sublimační proces, kdy se barvivo přeneso na textilií a současně dojde k jeho fixaci, přičemž je fixace tak dokonalá, že praní potištěné textilie je zbytečné. Konečné stálosti závisejí na volbě barviv, textilie a technologických podmínkách procesu.

Pro přenosový způsob tisku jsou vhodná barviva disperzní. Tato barviva se používají na vlákna z polyesteru, triacetátu, polyamidu a polyakrilonitrilu. Nejlepších výsledků se dosahuje u polyesteru.

Přenosový tisk celulózových vláken nedosáhl zatím většího uplatnění. Důvodem je to, že disperzní barviva nemají afinitu k těmto vláknům. Pro přenosový tisk je tedy nutné upravit schopnost celulózových vláken přijímat disperzní barviva, např. úpravou pryskyřicemi. [5]



Obr. 11 Princip kontinuálního přenosového tisku (1 – vyhřívavý válec; 2 – nepotištěná textilie; 3 – potištěná textilie; 4 – přenosový papír potištěnou stranou směrem k textilií; 5 – použitý papír



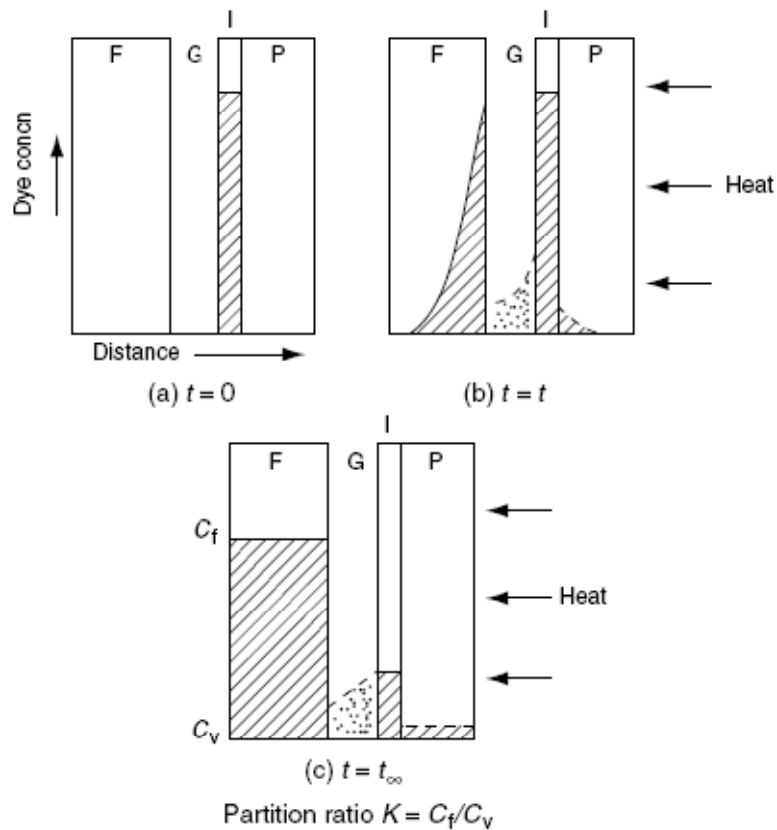
Obr.12 Princip diskontinuálního přenosového tisku (A – tiskací deska [s papírem na textilií]
B - vyhřívaná přitlačná deska)

6.1 Mechanismus přenosového tisku

Poznatek, že přenos barviva nastává přes parní fázi, pochází již z dřívějších studií tepelných způsobů fixace barviv a zjišťování vlivu tlaku par barviv na sorpci textilními materiály. [9]

Model mechanismu přenosového tisku se skládá z polyesterového materiálu, vzduchové mezery, barviva a papírového nosiče. Přestože textilie je v přímém kontaktu s potisknutým papírem, existuje mezi nimi vzduchová mezera, jejíž velikost je závislá na konstrukci textilie, jemnosti vlákna a mechanickém tlaku vyvinutém během přenosového procesu. [9]

Na obr. (a) je znázorněn stav před začátkem přenosového procesu. Veškeré barvivo je obsaženo v barevném filmu a při teplotě místnosti je tlak nasycených par tak malý, že koncentraci barviva ve vzduchové mezeře můžeme považovat za nulovou. [9]



Obr.13 Mechanismus přenosového tisku (F – tkanina, P – přenosový papír, I – tiskací barva, G – vzduchová mezera, C_f – koncentrace barviva v materiálu, C_v – koncentrace barviva v páře)

Na obr. (b) se barvivo začne intenzívně vypařovat, dojde k nasycení par barviva nad papírem a k jejich přenosu přes vzduchovou mezera na povrch materiálu. Snižuje se koncentrace barviva na papíře úměrně se vzrůstem koncentrace barviva na materiálu. Koncentrace barviva v parní fázi zůstává přitom konstantní.

Proces pokračuje obr.(c), až dosáhne rovnovážného stavu, při kterém se vyrovná sorpce a desorpce molekul barviva nad povrchem vlákna i nad povrchem papíru. Koncentrační gradient barviva je nulový a barvivo ve struktuře materiálu je stejnoměrně rozloženo. [9]

6.2 Možnosti termotransferového tisku

Označení termotransferový tisk je možné použít i pro přenosový tisk, jedná se prakticky o stejný způsob tisku, proto se v některých zdrojích můžeme setkat i s tímto termínem - termotransferový tisk.

Doby, kdy tiskovým médiem byl téměř výlučně jen papír, jsou už dávno ty tam. V současnosti už je možné tisknout na téměř jakýkoliv materiál s pevným povrchem, a v některých případech tento povrch nemusí být ani rovný, ani zcela hladký, a dokonce ani souvislý. O toto obrovské rozšíření tiskových možností se postaraly různé tiskové techniky, včetně nejnovějších technik digitálních. [10]

U naprosté většiny tiskových technik se jedná o takzvaný přímý tisk, to znamená, že grafický motiv je na tiskové médium přenášen přímo z tiskové formy. Existují ale i techniky tisku nepřímého, kdy se grafický motiv na potiskovanou plochu dostává prostřednictvím přenosového média. Nejznámější a nejrozšířenější technikou nepřímého tisku je ofset, u kterého je tiskový obraz z kovového povrchu formového válce přenášen nejprve na gumový povrch válce přenosového a teprve z něj je vytištěn na papír, případně jiné tiskové médium. Nepřímým druhem tisku je ale i takzvaný tisk termotransferový. U této techniky tisku je grafický motiv vytištěn nejprve na speciální přenášecí fólii a teprve z té je prostřednictvím působení tlaku a hlavně tepla (od toho je ostatně odvozen i jeho název, termotransfer = tepelný přenos) přenesen na povrch finálního nosiče. Tímto nosičem může být papír, ale zejména jsou to tkaniny, plastické hmoty, a může to být i porcelán, keramika nebo kov - množství věcí, které lze tímto způsobem potiskovat, je obrovské. Navíc povrch nosičů termotransferového tisku může být speciálním způsobem upraven, což zvýší odolnost potisku proti otěru, oděru, ale i chemickým vlivům. [10]

6.2.1 Přenášecí fólie

Základní a nezbytnou součástí termotransferového potisku je speciální přenášecí fólie, na kterou je vytištěn grafický motiv, ať už se jedná o pérovní kresbu nebo fotografii, a jejím prostřednictvím je pomocí termotransferového lisu následně aplikován na povrch finálního tiskového nosiče. Tato speciální přenášecí fólie je v podstatě dvouvrstvý sendvič, u něhož jednu vrstvu tvoří nosný papír a druhou

většinou polyesterový film. Na tuto polyesterovou vrstvičku je natištěn grafický motiv a posléze, při vlastní aplikaci v termotransferovém lisu, se působením tepla a tlaku tato vrstvička roztaví a „přilepí“ grafický motiv k potiskovanému podkladovému materiálu. [10]

Těchto speciálních přenášecích fólií se vyrábí celá řada různých typů, navzájem se od sebe odlišujících jednak podle toho, na jaký druh finálního tiskového nosiče proběhne tepelná aplikace, a jednak podle tiskové techniky, kterou na ně bude grafický motiv vytištěn. Existují tedy přenášecí fólie pro potisk běžných textilií, ať už bavlněných, směsových nebo například nylonových, fólie pro potisk textilních materiálů s vyšší plošnou hmotností, jako jsou třeba tašky, mikiny atd., další na potisk papíru (puzzle, boční strany trhacích poznámkových bloků, oblíbených takzvaných „kostek“). [10]

Termotransferovým přenosem je možné potiskovat i plastické hmoty, kovové povrchy, například automobilové registrační značky, porcelánové nebo keramické hrnečky, obkládací kachle a celou řadu dalších věcí. [10]

Přenášecí fólie se tedy liší i podle toho, jestli bude aplikace probíhat na měkký nebo tvrdý povrch. Tvrdé povrchy musejí být pro potisk termotransferovou technikou navíc speciálním způsobem upraveny, a to povrstvením tvrdým polyesterem, který umožní uchycení a zakotvení potisku na povrchu předmětu, odolávající například i poměrně agresivnímu mytí v automatické myčce nádobí. [10]

Dalším faktorem odlišnosti jednotlivých typů přenášecích fólií je jejich určení pro příslušnou tiskovou techniku. V zásadě jsou rozděleny do čtyř základních skupin. U digitálních tiskových technik je to pro potisk laserovou technologií a dále pro ink-jet a sublimační potisk, u klasických tiskových technik je to potom pro potisk sítotiskem. Samozřejmě ne všechny tyto uvedené tiskové techniky je možné použít při tisku grafických motivů pro všechny finální termotransferové aplikace. Proto je v každém balení přenášecích termotransferových fólií přiložen návod, kde je uvedeno, pro jakou techniku potisku jsou obsažené fólie určeny, dále na tiskárnách kterých výrobců je dosahováno nejlepších kvalitativních výsledků potisku, pro které finální aplikace jsou určeny a samozřejmě i parametry

termotransferového přenosu, to znamená tepelné rozmezí a čas nutný pro kvalitní přenos vytištěného motivu pod tlakem. Důležitý je i údaj, zda se krycí nosný papír či fólie z potisku stahuje po provedení aplikace ihned, to znamená za tepla, nebo až po vychladnutí nosného média i tisku.

Potisky prováděné digitálními tiskovými technikami jsou vhodnější při realizaci jednotlivých nebo menších nákladů aplikací, potisky sítotiskem potom u větších sérií.
[10]

Postup při tisku na přenášecí fólie pro termotransfer je v podstatě velice jednoduchý. Předlohy grafických motivů mohou být jak v digitální, tak i v analogové podobě, před zahájením tisku je ale třeba je zrcadlově převrátit, protože při tepelném přenosu vytištěného grafického motivu na podkladové tiskové médium je nosný krycí papír nahoře. Vlastní tisk z důvodu dosahování co možná nejvěrnějších barevných odstínů předlohy probíhá šesti barvami, to znamená, že k základní škále CMYK³ jsou přidány ještě barvy Lc a Lm. U laserového tisku jsou používány standardní tonery a celý postup je naprosto stejný jako při tisku na papír, který je ale v tomto případě nahrazen přenášecí fólií.

Potisk přenášecích termotransferových fólií je možné provádět na běžných laserových kopírkách, při tisku na laserových tiskárnách je třeba používat tiskárny vybavené olejovou separací barev buď olejovým válečkem, nebo přímým mazáním silikonovým olejem.

Jednotlivé techniky digitálního potisku přenášecích fólií limitují jak jejich využití na finální tiskové nosiče, tak i například časový úsek, který musí uplynout od provedení potisku fólie do realizace termálního přenosu. Ale abychom byli konkrétnější, pro příklad uveďme, že potisky laserovou technologií je možné využít jak na textilie, tak například na puzzle, podložky pod počítačovou myš, hrnečky, obkládací dlaždice, zkrátka prakticky na všechno. Potisky ink-jetovými inkousty mají nejvíce omezené aplikační možnosti, například je není možné použít pro aplikaci na tvrdé povrchy; na rozdíl od nich potisky sublimačními inkousty mají aplikační použití téměř stejně široké jako potisky laserovou technikou, ale protože jsou dražší, četnost jejich využití je dána především kvalitativními požadavky zákazníků. Co se týká rychlosti zpracování, fólie potištěné laserovou technikou je možné k termotransferu použít

³ Barevný model založený na subtraktivním míchání barev. Obsahuje 4 základní barvy : azurovou (Cyan), purpurovou (Magenta), žlutou (Yellow) a černou (black)

prakticky ihned. U přenásecích fólií potištěných inkoustovým tiskem je třeba počkat, až se z hotového potisku samovolně odpaří co největší množství nosného ředidla. Pokud by totiž potištěná fólie byla použita okamžitě, k odpaření ředidla by došlo vlivem vysoké teploty pod tlakem v termotransferovém lisu, což by mohlo vzhled vytištěné grafiky podstatným způsobem poškodit.

Také pro sítotisk existuje speciální typ přenásecích termotransferových fólií, u něhož však polyesterová vrstvička nemá funkci lepicí, ale uvolňovací. Tisk probíhá opět šesti barvami (CMYK + Lc + Lm), potom následuje tiskové nanesení lepidla, kterým bude vytištěná grafika při tepelném přenosu zafixována na tiskový nosič, a dalším sítem je do vrstvičky možné přidat speciální plnidlo. To vlivem zahřátí v termotransferovém lisu vypěněním několikanásobně zvětší svůj objem, takže potisk získá plasticitu. Princip je podobný jako u známé montážní pěny, která má v uzavřené nádobě formu kapaliny a při styku se vzduchem vypění. Navíc nanášení tohoto plnidla pomocí rastrového síta umožňuje dávkování různých množství na různá místa vytištěné grafiky, takže výška tisku na těchto místech také může být různá. Při použití vypěňovačů není ani nutný přetisk vytištěné grafiky krycí bělobou (při zamýšlené aplikaci na tmavý povrch), protože pěna sama má bílou barvu a je schopna funkci podkladové krycí běloby plnit. [10]

Přenášecí fólie s vytištěným motivem mohou být skladovány a použity pouze v případě potřeby.

K přenosu vytištěných grafických motivů na finální tiskový nosič se používají termotransferové lisy. Existují dva základní typy těchto lisů, a to deskové a speciální, a jejich výrobou se ve světě zabývá několik producentů.

Deskové lisy, jejichž mechanická část je tvořena dvěma deskami, vytápěnou a přítlačnou, se používají k termotransferovému přenosu na rovné materiály, ať už tuhé nebo flexibilní, jako jsou například trička nebo různé deskové předměty.

Druhým typem jsou speciální termotransferové lisy, jejichž mechanická část není tvořena rovnými deskami, ale speciálně tvarovanými „kopyty“. Ty jsou určeny k potisku například hrnečků, čepic, rukávů, tašek a podobných předmětů, jež nelze zalisovat mezi dvěma rovnými deskami. Při tepelném přenosu vytištěné grafiky musí na celou její plochu působit stejný tlak a teplota, aby bylo dosaženo kvalitního zafixování na ploše finálního nosiče.

Aplikační tlak i teplota jsou při tepelném přenosu relativně konstantní, ať byla při potisku přenášečí fólie použita kterákoliv tisková technika, digitální nebo konvenční.

Například přenosová teplota by se měla pohybovat mezi 177–190 °C. Proměnlivou veličinou je při provádění aplikací termotransferového tisku hlavně doba, po kterou tlak a teplota na vytištěnou grafiku působí. Délka této doby závisí jednak na materiálu, na který je termotransferový tisk aplikován - například na nylonovou tkaninu je to pouhých 4–6 sekund, zatímco na těžký textilní materiál používaný na výrobu odnosných tašek je používána aplikační doba 18–25 sekund. Druhým faktorem ovlivňujícím délku aplikace tepelného přenosu je druh použité přenášečí fólie. Tyto fólie jsou, jak už bylo uvedeno, vyráběny v řadě typů jednak pro různé techniky potisku, a jednak pro různé finální tiskové nosiče. Proto jsou v příložených návodech k použití u jednotlivých typů aplikačních fólií vždy uváděny délky aplikačních časů na příslušné materiály. Tyto časy je nutné v zájmu kvality aplikace dodržovat, protože při příliš krátké době působení teploty a tlaku nedojde k dokonalému uvolnění tisku od nosné vrstvy a uchycení grafiky na potiskovaném povrchu, takže při stahování nosného papíru může docházet k vytrhávání částí tisku, a naopak při příliš dlouhém působení teploty a tlaku se mohou pigmenty nebo barviva v použitých tiskových barvách nebo inkoustech buď takzvaně „srážet“, nebo dokonce přepalovat a měnit tak barevnost.

Paleta možností termotransferového potisku je velice pestrá a v souvislosti s novými technologiemi stále dochází k jejímu dalšímu rozšiřování. Zajímavá je zejména pro reklamní průmysl, ale neopominutelné jsou v současnosti i možnosti individuálního využívání termotransferového tisku k vytváření například osobitých dárků, kreativních módních vzorů atd. Zejména při kusové výrobě nebo malých nákladech podobných aplikací je v mnohých případech termotransferový tisk prakticky nezastupitelný. [10]



Obr. 14 Termotransferový tisk

7 Digitální tisk

Potisk textilu, ať již přímý nebo nepřímý (termotransferový, termosublimační), byl dlouhou dobu doménou především sítotisku, přestože se v něm uplatňovaly i další tiskové technologie. V posledních letech nastala změna a v tomto segmentu se začal prosazovat i digitální tisk (tryskový tisk, ink-jet tisk). [11]

Jedná se o tisk bez šablon, kdy odstín se tvoří přímo na textilií. [5]

Potiskem textilu se zabývali výrobci tiskařských strojů řadu let, protože vnímali určitý prostor pro nové technologie tisku tohoto ne zcela tradičního materiálu, přitom v reklamním průmyslu poměrně žádaného. Odborníci přišli na způsob, který rozšiřuje možnosti digitálního tisku.

Nový směr udává průnik, který je charakterizován vřazením elektrostatických (laserových) tiskáren do tisku přenosných médií pro termotransfer, pokračoval vývojem tonerů a vodných disperzí sublimačních barviv pro tisk na polyesterové (PES) tkaniny, až došel k dnešnímu přímému tisku disperzními, kyselými a reaktivními barvivy, respektive solventními, olejovými a UV tvrditelnými inkousty. [11]

Potisk textilních materiálů technologií digitálního ink-jetu není žádnou novinkou, ale jednalo se vždy o tkané i netkané materiály v rolích, tedy pásy textilií, které se před nastříkáním tiskových inkoustů daly vypnout do roviny a po realizaci potisku se nepředpokládalo jejich následné časté praní. Potisk textilní konfekce však klade na tiskovou technologii jiné, větší nároky. Jednak je následné praní samozřejmostí, takže tisková barva se musí uchytit nejenom na povrchu, ale i v „hloubce“ tkaniny v mezivlákněném prostoru, a jednak je třeba příslušnou oděvní součástku před potiskem nějakým způsobem pevně zafixovat, tedy alespoň tu část, na kterou bude potisk prováděn, protože textilie jsou velice „živý“ materiál, jenž dokáže při jakémkoliv pohybu různě klouzat a shrnovat se, takže při provádění potisku je dost obtížné zajistit rejstřík soutisku jednotlivých barev. [12]

To se podařilo vyřešit vyvinutím speciálních inkoustů k digitálnímu potisku textilií, a zafixování materiálu podobně jako u sítotiskových karuselových strojů použitím nakládacích paletek, jejichž povrch je opatřen vrstvičkou nevysychavého

lepidla, takže dokáží povrch oděvní součástky po dobu potisku udržet v nehybnosti. Technika digitálního ink-jetového tisku má ve srovnání se sítotiskem navíc ještě výhodu v tom, že tisk všech čtyř procesních barev probíhá prakticky současně, a ne postupně.

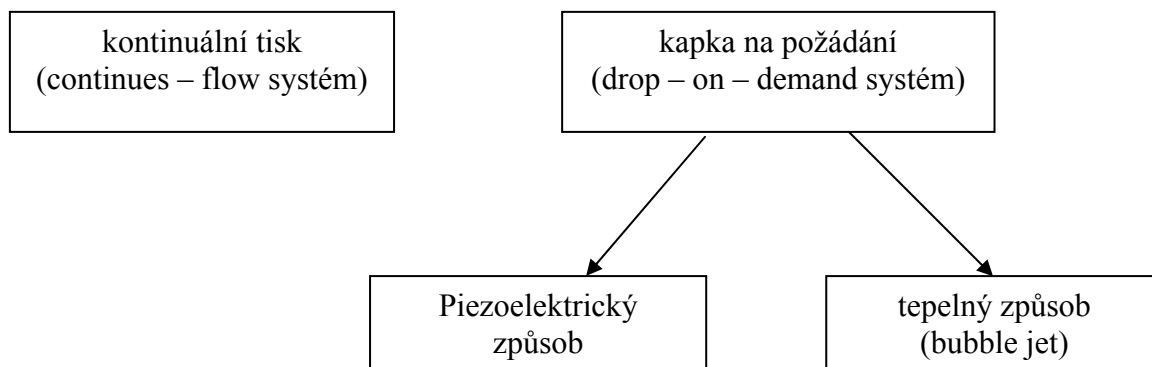
Tisk probíhá patentovanými pigmentovými inkousty, speciálně vyvinutými pro potisk textilních materiálů touto technologií. Mají velmi dobrou přilnavost, odolnost proti UV záření, působení potu a vody, odolávají praní a žehlení, a přestože množství nanášených tiskových inkoustů je možné do určité míry regulovat (drop-on-demand) a dosahovat tak velice dokonalých a sytých odstínů barev, povrch naneseného potisku nikdy nepůsobí při dotyku „gumovitým“ dojmem, jako při nanesení většího množství sítotiskové barvy. Potiskovat je možné tkaniny zhotovené z bavlny, směsi polyester – bavlna, lycry, viskózy, saténu a některých dalších materiálů. [12]

Tiskací stroje pro digitální tisk:

- **S hrubým rozlišením**
- **S jemným rozlišením**

S hrubým rozlišením – uplatňují se pouze v kobercářském průmyslu. Rozlišovací schopnost je 40 dpi (dots per inch). To znamená, že úsečku dlouhou 1 palec (2,54 cm) vytiskne tiskárna jako řadu 40ti bodů. Tiskárny jsou založeny na ventilové technologii. Vzor je vytvářen počítačem řízeným otevíráním a zavíráním trysek. [13]

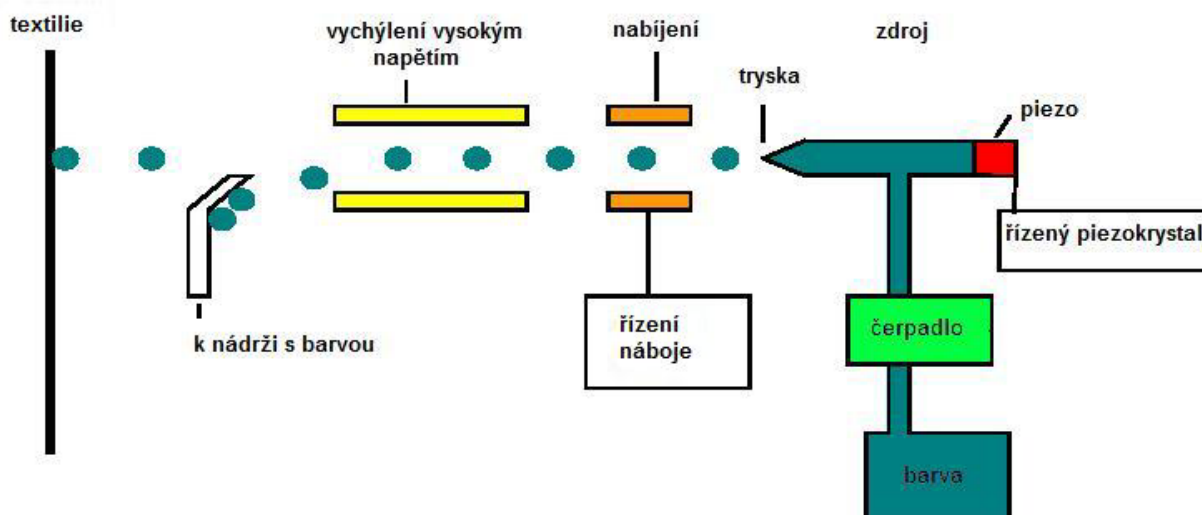
S jemným rozlišením – pro tisk tkanin. Rozlišovací schopnost je 200 dpi a více. Používají se dvě základní technologie:



Tab. 1 Systémy s jemným rozlišením pro tisk tkanin

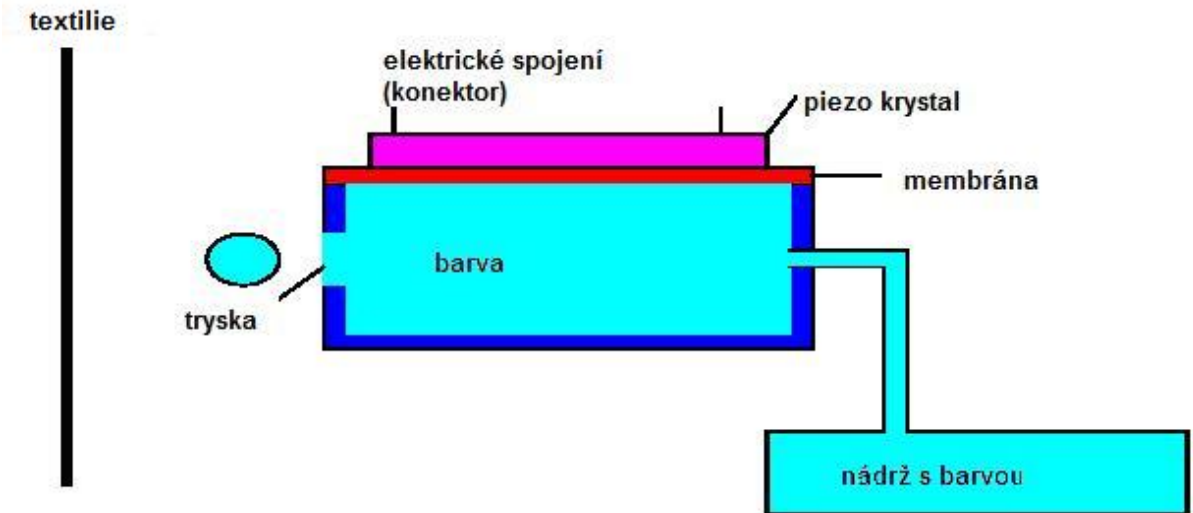
Drop – on – demand systém (kapka na požádání)	Continues – flow systém (kontinuální proud)
papír a textilie	papír a textilie
vodný systém barev	vodný systém barev
kapka na požádání	kontinuální proud kapek, výběr kapek během tisku
šíře tisku do 1,6 m	šíře tisku do 1,6 m
1 440 dpi (dots per inch-bodů na anglický palec)	200 dpi
rychlost až 150 m ² .hod ⁻¹	rychlost do 1,3 m ² .hod ⁻¹
bez recyklace kolorantu	bez recyklace kolorantu

Při technologii kontinuálního tisku je tiskací barva dávkována tryskou pomocí piezokrystalu. Vytváří se kapky barvy, které jsou selektivně elektricky nabíjeny. Nabité kapičky jsou odkláněny a nenabité kapičky tvoří vzor na textilii. [13]

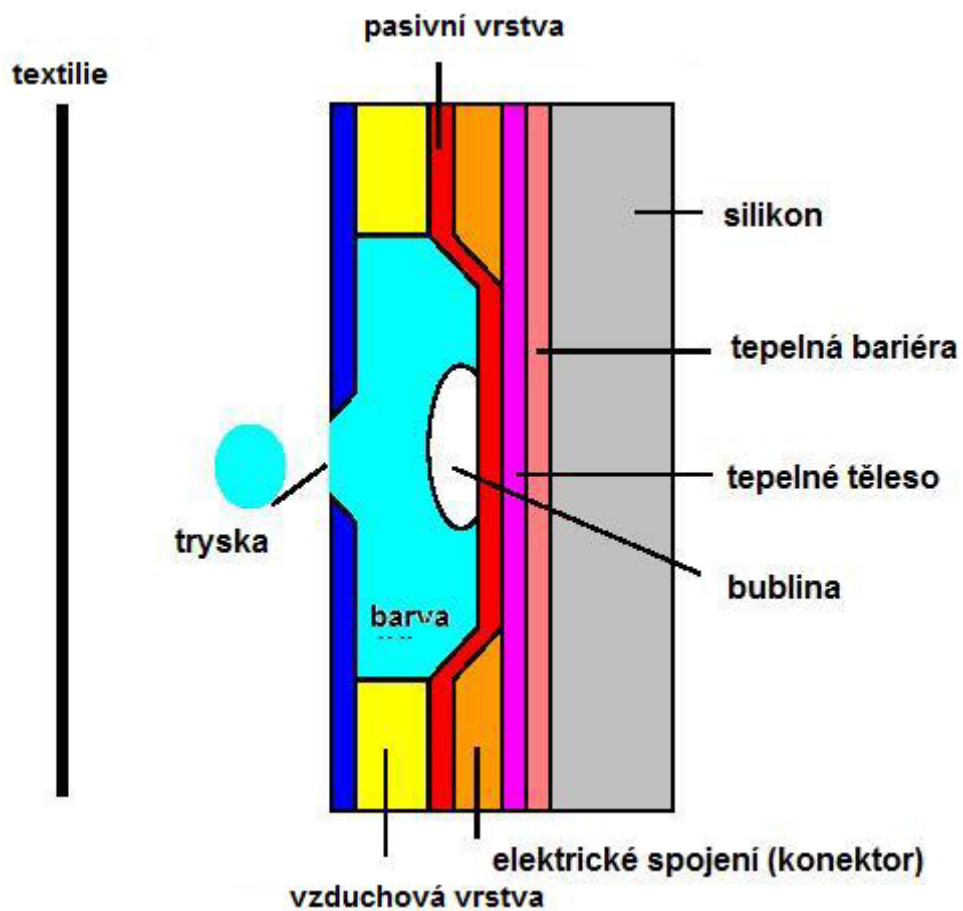


Obr. 15 Systém kontinuálního toku

Technologií „kapka na požádání“ se vytváří v trysce kapka tiskací barvy, když je požadováno, a vystřelí se na textilii. Kapky se vytváří buď pomocí piezokrystalu nebo tepelnou excitací. [13]



Obr. 16 Systém „kapka na požádání“, způsob piezoelektrický



Obr. 17 Systém „kapka na požádání“, způsob termický

Digitální tisk je vysoce atraktivní, hlavně pro vzorování a pro produkci malých sérií potištěných tkanin jako jsou luxusní šátky nebo vázanky. V budoucnu se počítá s jeho větším rozšířením. [13]



Obr. 18 Kornit digital

Stroje dosahují vynikající kvality plnobarevného tisku, protože pracují s tiskovými inkousty speciálně vyvinutými pro digitální potisk textilních materiálů a s prakticky bezkonkurenčním tiskovým rozlišením až 630 dpi. [14]

Lze říci, že současný boom digitálního potisku textilu odstartovala před lety menší izraelská firma Kornit, když představila piezoinkjetový stroj Kornit Digital k přímému potisku textilu. Použití inkjetové technologie typu „drop-on-demand“ umožňuje regulovat i množství nanášeného inkoustu, a dosáhnout proto sytějších odstínů než u inkjetových strojů s „kontinuálním proudem“ inkoustu.

K termotransferovému tisku se obecně nejčastěji používají stroje značek Roland, Mimaki či Epson. Mezi současné novinky na americkém trhu patří například Mutoh ViperTX pro přímý tisk, Roland Hi-Fi Express pro sublimační transferový tisk a nová verze tiskárny NUR Tango DS, určená speciálně pro potisk textilu. V posledních letech se objevily sublimační inkousty na bázi rozpouštědel či olejů, které umožnily využívat pro potisk textilu i velkoformátové inkjetové tiskárny, jako je například Gandinnovations Jeti. Pro přímý tisk bez přenosového papíru na některé tkaniny jsou rovněž určeny nové tiskárny od DuPontu či olejové tiskárny Vutek FabriVu. [11]



Obr.19 Stroj pro digitální tisk

Novinkou jsou také UV tiskárny Virtue k potisku textilu, vyráběné firmou Legett and Platt. Virtue díky procesu tzv. studeného vytvrzování a speciálnímu složení inkoustu umožňuje přímý tisk na mnoho materiálů citlivých na teplo. UV barviva lze ale použít i k nepřímému termotransferu: podobně jako barviva sublimační pak v plynné formě vnikají (difundují) do tkaniny při vysoké teplotě. [11]

Které materiály zde pod obecným označením „textil“ vlastně míníme? Jsou to zejména bavlna a její zušlechtěné podoby, viskóza, polyesterové tkaniny, nylon, lycra, vlna, hedvábí a jejich směsi. [11]

Inkousty pro přímý tisk lze podle typu použitého barviva rozdělit v zásadě na čtyři hlavní skupiny. Jsou to jednak inkousty s disperzními barvivy pro potisk PES, dále inkousty s kyselými barvivy pro potisk hedvábí a nylonu, inkousty s reaktivními barvivy pro potisk bavlny a inkousty s pigmentovými barvivy s UV stabilitou pro potisk zušlechtěných bavlněných tkanin (včetně viskózy či tkanin typu „will“). Poměrně značný počet tiskáren určených k přímému potisku textilu může pracovat se všemi zmíněnými typy inkoustů, většina z nich ale pracuje jen s některými či jediným: změnu inkoustu v těchto tiskárnách sice často provést lze, není ale jednoduchá ani levná. [11]

7.1 Jiné možnosti digitálního tisku

Přímý tisk na textil je možný i na inkjetových tiskárnách, které na něj nejsou specializovány, zejména pokud se tiskne na tzv. povrstvené textilie, opatřené na povrchu speciální tenkou vrstvou dobře přijímající tisk a zároveň mu bráníci prosáknout příliš hluboko. Lze na ně tisknout různými typy inkoustů včetně solventních, ekosolventních a UV. I když jsou tyto textilie dražší než nepotahované, ušetří se na přenosové fólii a tepelném přenosu, není také třeba praní tkaniny po tisku. Na nepotahované hedvábí, nylon, bavlnu a mnoho jiných textilií lze tisknout vodnými inkousty přímo, takto potištěné textilie ale obvykle musejí být tepelně, případně „parně“ zpracovány, aby se inkoust dostatečně navázal na vlákna textilie, a tkanina poté musí být vyprána, aby se odstranil nenavázaný přebytek inkoustu. Potahované tkaniny inkoust zadrží na povrchu, v mnoha případech ale potahová vrstva změní původní vlastnosti tkaniny, její prodyšnost apod. Sílí tendence k využívání materiálů s různým stupněm nehořlavosti, odpovídajících místním předpisům, nařízením a regulacím, a k používání ekologičtějších potahových vrstev textilií bez toxických sloučenin. Obecně řečeno, ekologické požadavky zřejmě postupně povedou k vytlačení PVC fólií (vinylů) mimo jiné právě textiliemi. [11]

8 Experimentální část

Cílem experimentální části diplomové práce bylo studium přenosového tisku a následně jeho objektivní hodnocení barevnosti na přístroji zvaném spektrofotometr.

Pomocí přenosového tisku na polyesterové materiály byl sledován vliv teploty a doby přenosu, při měnících se podmínkách, na výsledný tisk.

Byly vybrány 2 různé materiály a to polyesterová tkanina a pletenina. Na tyto materiály se pomocí přenosového papíru, tepla a tlaku dosaženého vlivem ručního lisu, přeneslo barvivo. Takto se materiály postupně potiskovaly při určených podmínkách.

První část potiskování spočívala v tom, že byla stanovena optimální teplota pro tisk (210°C) a v závislosti na teplotě byla měněna doba přenosu. Doba přenosu se pohybovala v těchto hodnotách 10, 20, 40, 80, 160, 240 a 300 sekund.

V druhé části potiskování, byla zase naopak stanovena optimální doba přenosu (30 sekund) a měnila se jen teplota lisu. Teplota lisu se střídala od 150°C až do 220°C, vždy po 10°C.

Měření barevnosti probíhalo na spektrofotometru SF 600 Datacolor. Kdy byl přístroj nejdříve nakalibrován, stanoveny barevné standardy a poté měřeny potištěné vzorky (každý vzorek byl měřen 4x), výsledná data získaná ze spektrofotometru byla dále zpracována v programu Microsoft Excel za účelem stanovení (vypočítání) barevné difference ΔE .

8.1 Použité materiály

Jako nejvhodnější pro účely přenosového tisku byly vybrány dva druhy materiálů ze 100% PES. Pletenina byla dodána společností Transfertex s.r.o. a tkanina byla poskytnuta TUL v Liberci.

Pletenina

Složení materiálu - 100% PES

Druh/typ – počesaný osnovní úplet

Barva – opticky bílá

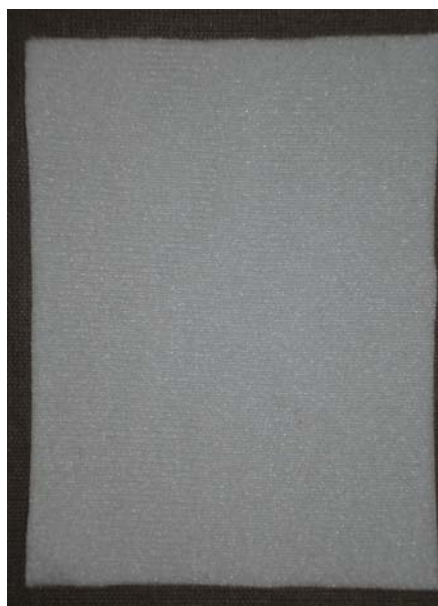
Šíře materiálu – 150 cm

Dostava - počet sloupků – 19/cm

- počet řádků – 17/cm

Plošná hmotnost – 210 g/m²

Dodavatel – Transfertex (dovoz)



Obr.20 Pletenina 100% PES

Tkanina

Složení materiálu – 100% PES

Druh/typ – mikrovlákno

Barva – opticky bílá

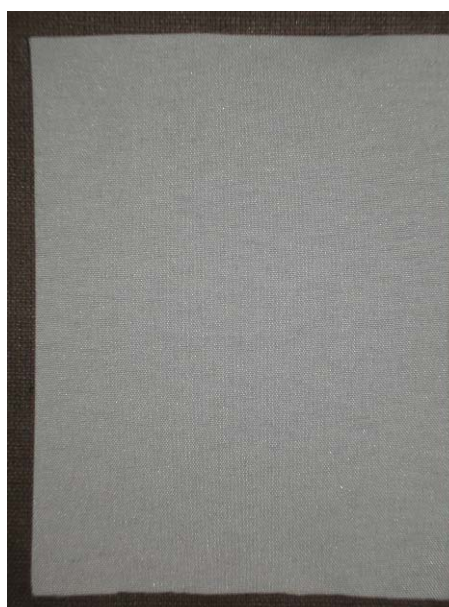
Šíře materiálu – 145 cm

Dostava - počet přízí v osnově – 45/cm

- počet přízí v útku – 30/cm

Plošná hmotnost – 75 g/m²

Dodavatel – Licolor grant



Obr.21 Tkanina 100% PES

8.2 Přenosová média

Opět byly použity dva druhy přenosového média, v tomto případě se jedná o přenosový papír. První použitý papír v tomto experimentu byl taktéž jako pletenina dodán společností Transfertex s.r.o. a druhý TUL v Liberci.

Přenosový papír Transfertex

Plošná hmotnost – 20 g/m²

Barva – tmavě žlutá (dezén společnosti Transfertex)

Použité barvivo – disperzní barva



Obr.22 Přenosový papír Transfertex

Přenosový papír

Plošná hmotnost – 70g/m²

Barva – červená

Použité barvivo – disperzní ostacetová červeň 1168



Obr.23 Přenosový papír
(ostacetová červeň)

9 Společnost Transfertex s.r.o.

Jelikož v této diplomové práci jsou použity materiály poskytnuté společností Transfertex s.r.o.. Je vhodné tuto firmu alespoň trochu blíže popsat. Tyto níže uvedené informace jsou čerpány z prospektů německé společnosti Transfertex a z osobní návštěvy pana Jozefa Sivoka a jeho syna Martina Sivoka, zastupujících společnost v České republice se sídlem v Pardubicích.

Firma Transfertex je rodinná firma a existuje již od roku 1982. Ročně tato firma vyrobí 110 mil. m² papíru pro přenosový tisk . 75% produkce je exportováno do více jak 40 zemí. Významné jsou země Evropského společenství a severní Ameriky. Kapacity jsou plně vytížené a pomocí racionálních opatření a použití nových technologií bylo firmě umožněno, aby produkci dále navyšovala. K těmto opatřením, které firma vykonala, se počítá mimo jiné optimální průběh počítačem podporované výroby tiskacích válců. [15]

Firma Transfertext je chápána jako dodavatel nápadů pro textilní průmysl, při čemž papír pro přenosový tisk slouží pouze jako nositel desénových a koloristických nápadů. S výběrem asi 2500 dezénů, asi 10 koloritů je zákazníkům umožněno, aby si vybrali z 2500 variant, při čemž výběr u tak velké nabídky je často těžký. Pomocí rychlé a nekomplikované realizace aktuálních nápadů může ztotožnit prodejce domácího textilu s aktuálním módním směrem, vyvíjí vyšší domácí vědomí a je adekvátně připraven, své záclony a dekorační látky rychleji vyměnit za nové. S tím se dosáhne „pomíjivosti“, naváže se na trendy a tím se zrychlí móda. Patří to k tajemstvím úspěchu, že pomocí postupu přenosového tisku s jeho rychlou realizací dezénu a barevností se přineslo více aktivity na trh.

V Transfertexu vznikají každý pracovní den dva nové dezény. Nápady dodávají vlastní stylisti kreativního týmu, který spolupracuje se studií ve všech částech světa od Frankfurtu přes Tokio, Paříž , Milán až po New York.

Náčrty jsou naskenovány ve vysoce moderních repro a rytných odděleních, dále pak pozměňovány, rozloženy až do šesti základních barev a tato barevná data jsou pak ukládána. Válcová frézování hlubotisku se provádí na rycích strojích diamantovým rydlem při rychlosti 400 kalíšků/s (bodů,zářezů,záseků). Příslušná rycí data obdrží stroj

s digitální zásobou údajů. Válcová frézování hlubotisku, která vznikla před procesem rytí mědi, jsou opatřena tenkou vrstvou chromu. Tato vrstva chromu chrání měď během procesu tisku před otěrem, který může být zapříčiněn rydlem, barvou nebo papírem.

Po postupu hloubkového tisku mědi se potiskují speciálně preparované papírové pásy o plošné hmotnosti 20 až 50 g/m² až s šesti barvami. Postup hloubkového tisku má tu výhodu, že je jemný. Průběhy a jemné efekty, které jsou shodné s originální předlohou, se můžou z papíru pro přenosový tisk přenést na látku. Papírové pásy jsou 1,6 m široké a až do délky 750 m dlouhé. Pigmentová barviva se míchají v centru tiskacích barev a odtud jsou namíchaná barviva pomocí počítače vedena přes potrubí až do nádob pro barviva. Při tom je zaručeno, že je možné namíchat barvivo o stejném odstínu, to znamená, že při další objednávce je zajištěn původní barevný odstín. Jednou z nejvýznamnějších výhod přenosového tisku oproti jiným způsobům potisku textilních látek je rychlé a nákladově nízké vzorování. [15]

Tab. 1 Odběratelé přenosového papíru

Odběratelé přenosového papíru společnosti Transfertex		
Jméno	Odvětví činnosti	Vlastní kalandr
Jítex –Písek	oděvnictví	ano
Arcade Color (bývalý závod Pleas)	oděvnictví	ano
Dani- Brno	pletařství	tisk ve mzdě ⁴
Syntex a.s. – Česká Třebová	pletařství	ano
Dekora Jeníček – Žďárec nad Doubravou	tkalci	ano
Štancl s.r.o. – Choceň	tkalci	ano
Greatex – Rokycany	tkalci	ano
Altex cz s.r.o. – Hlinsko v Č.	tkalci	ano
Meganábytek – Fulnek	tkalci	ano
Fezko Strakonice	tkalci	ano
Microtex – Lomnice u Tišnova	tkalci	tisk ve mzdě
Hedva a.s. – Moravská Třebová	tkalci	ano
Subliprint s.r.o. Nové Mesto nad Váhom	tkalci	ano

⁴ Vlastní materiál a koupený papír dovezen do firmy, která materiál potiskne.

10 Průběh experimentu

V první části experimentu bylo zapotřebí si nejprve připravit vzorky z daných materiálů (celkový počet vzorků byl 60) o velikosti 10 cm po osnově a 7,5 cm po útku. O stejné velikosti byly připraveny i vzorky z přenosových médií (v tomto případě byl použit jako přenosové médium papír).

Dále proběhlo potištění daných vzorků na ručním tiskacím lisu Sprint na katedře designu pod vedením Mgr. Jana Hegera.



Obr. 24 Ruční tiskací lis Sprint



Parametry tiskacího lisu Sprint

Tloušťka topné desky ručního lisu je pouze 1,9 cm. Lis má beznárazové otevírání pomocí pístů místo pružin a ocelová konstrukce je vyřezávaná laserem. Mezi další jeho vlastnosti patří také jednoduché ovládání, digitální nastavování teploty a času, možnost výměny spodní desky. Velikost tiskací plochy u tohoto lisu je 40x50cm.

Celý průběh potiskování se odehrával ve dvou fázích:

První fáze tisku probíhala tak, že na tiskacím lisu byla stanovena konstantní teplota 210°C a pouze se měnila kontaktní doba přenosu barvy z přenosového papíru na vzorky materiálu (pleteninu, tkaninu).

Kontaktní doba přenosu byla zvolena následovně: 10s, 20s, 40s, 80s, 160s, 240s, 300s.




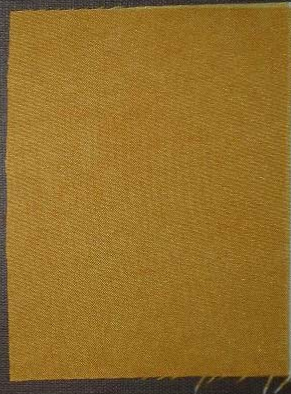


V druhé fázi tisku byla naopak stanovena konstantní doba přenosu 30s a měnila se teplota.





Teplota tisku se pohybovala v těchto teplotách: 150°C, 160°C, 170°C, 180°C, 190°C, 210°C, 220°C.

Výsledky

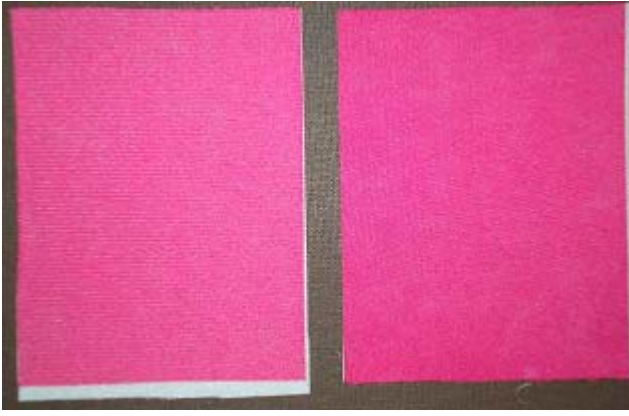
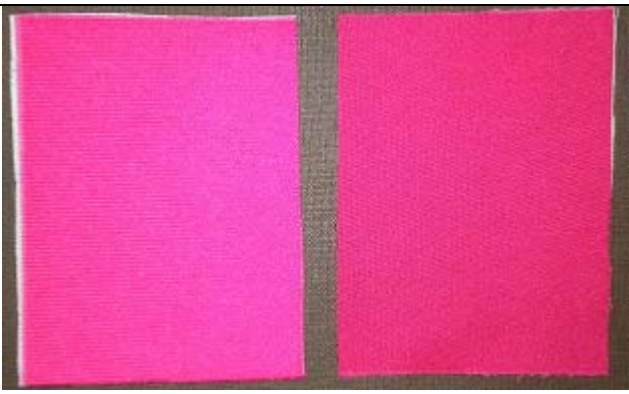
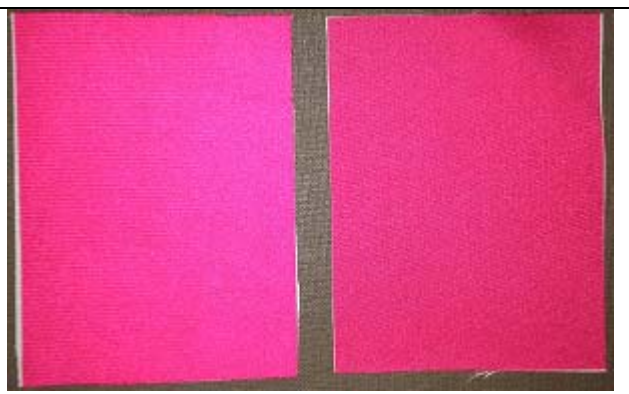
Výsledky z průběhu obou fází jsou postupně znázorněny (na fotografiích) a subjektivně popsány v následujících tabulkách. Potištěné vzorky budou, jako vzorník, přílohou k diplomové práci.

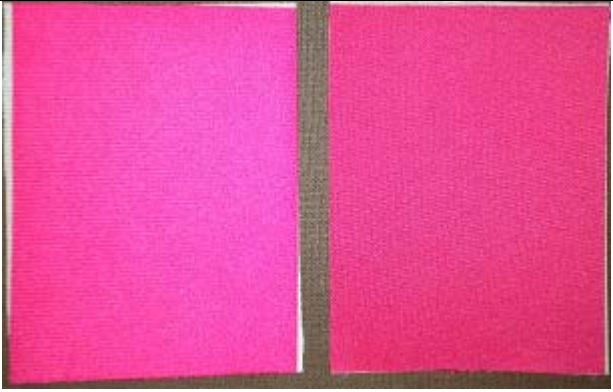
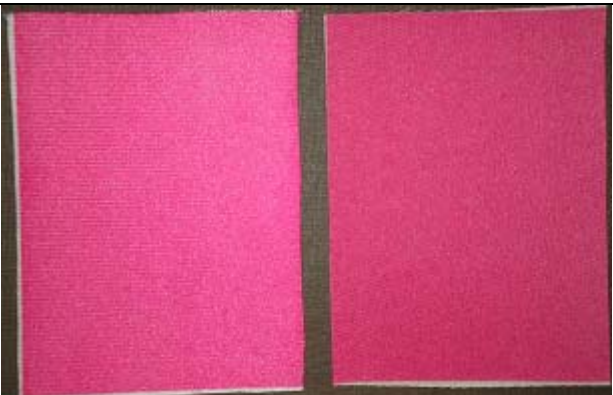
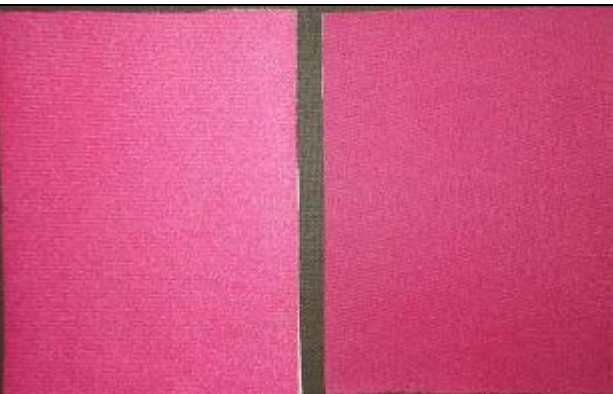

Tab. 2 Výsledky přenosového tisku při konstantní teplotě a změně doby přenosu

Teplota/čas	Vzorky (žlutá barva – přenosový papír Transfertex)	Subjektivní hodnocení
210°C/10s	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Pletenina</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Tkanina</p>  </div> </div>	<p>Krátká doba přenosu, světlý odstín vybarvení, na pletenině o něco světlejší.</p> <p>Zůstatek barviva na přenosovém papíře.</p>
210°C/20s	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	<p>Tmavší odstín barvy, ale pořád ještě dostatek barviva na přenosovém papíře.</p>
210°C/40s	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	<p>Mírný průnik barviva do struktury materiálů. Z R strany tkaniny mírně viditelný na pletenině nikoliv.</p>




<p>210°C/80s</p>		<p>Průnik barviva do struktury materiálů. Více viditelný na R straně tkaniny. Na R straně pleteniny není ještě nic vidět.</p>
<p>210°C/160s</p>		<p>Viditelný průnik barviva skrz tkaninu. Na pletenině patrný průnik do struktury, ale nikoli skrz. Vysublimování téměř celého barviva z přenosového papíru.</p>
<p>210°C/240s</p>		<p>Průnik barviva skrz celou strukturu u tkaniny. U pleteniny z R strany značně viditelný. Mírné zhnědnutí přenosového papíru.</p>
<p>210°C/300s</p>		<p>Úplný průnik barviva tkaninou na podkladový papír. Na pletenině jen viditelný průnik barviva z R strany do struktury materiálu. Změna materiálu při doteku.</p>

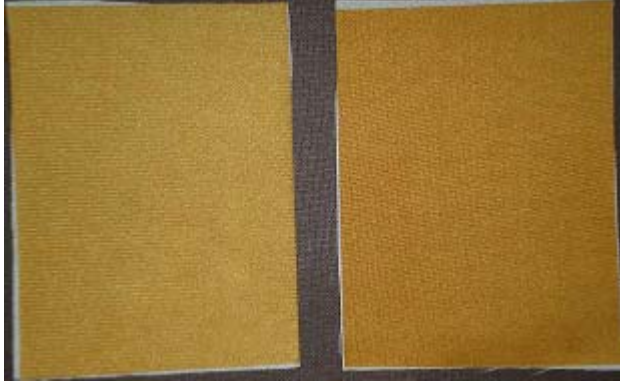



Tab. 3 Výsledky přenosového tisku při konstantní teplotě a změně doby přenosu

Teplota/čas	Vzorky (ostacetová červeně 1168)		Subjektivní hodnocení
	Pletenina	Tkanina	
210°C/10s			<p>Při této době přenosu barviva nedošlo k celkovému vysublimování barviva z přenosového papíru. Světlé odstíny barev.</p>
210°C/20s			<p>Již o něco tmavší odstín, ale ještě pořád zůstatek barviva na přenosovém papíře.</p>
210°C/40s			<p>Průnik barviva do struktury textilií, velmi mírně viditelné na R straně tkaniny.</p>

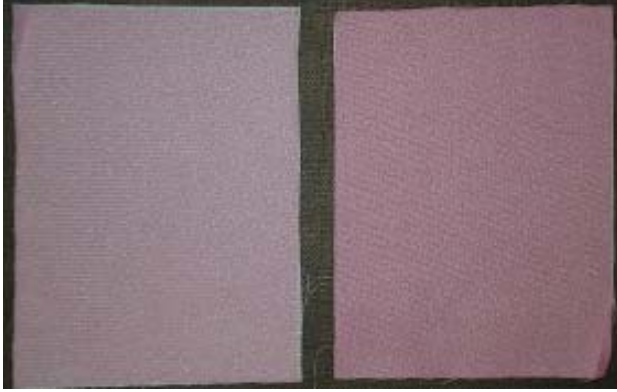

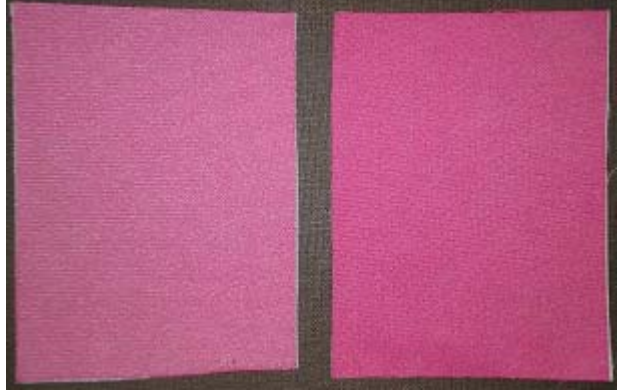

<p>210°C/80s</p>		<p>Průnik barviva do struktury materiálu. Z R strany tkaniny viditelné. Z R strany pleteniny jen mírně viditelné.</p>
<p>210°C/160s</p>		<p>Viditelné barvivo na rubové straně tkaniny. Zhnědnutí přenosového papíru.</p>
<p>210°C/240s</p>		<p>Průnik barviva skrz tkaninu. Pleteninou barvivo neprošlo, ale je viditelné z R strany. Mírné zhnědnutí přenosového papíru. Mírná změna materiálu na dotek.</p>
<p>210°C/300s</p>		<p>V tomto případě došlo k průniku barviva skrz tkaninu na podkladový papír. Skrze pleteninu barvivo neprošlo, ale z R strany prosvítá. Změna materiálu při doteku. Zhnědnutí přenosového papíru.</p>

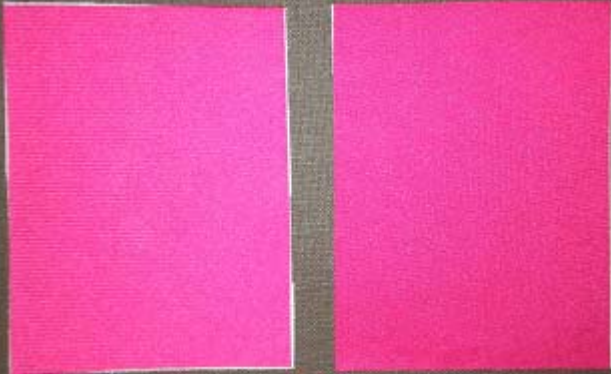
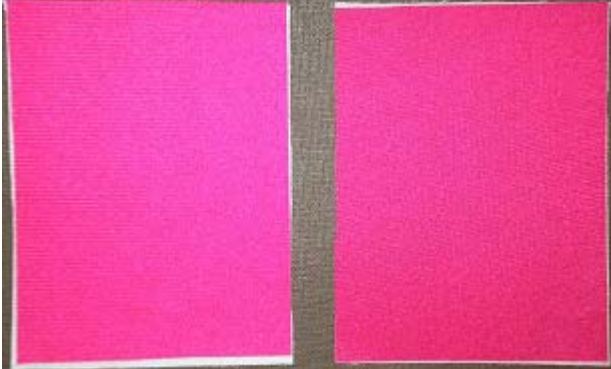
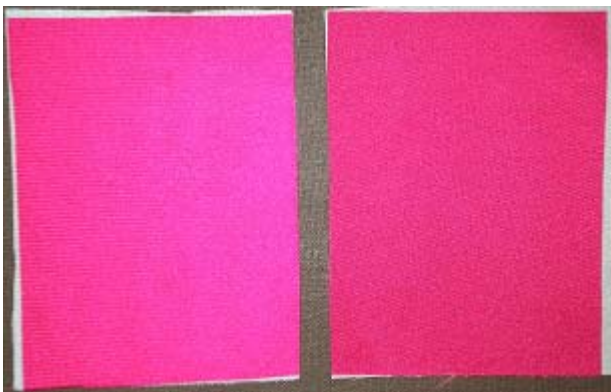
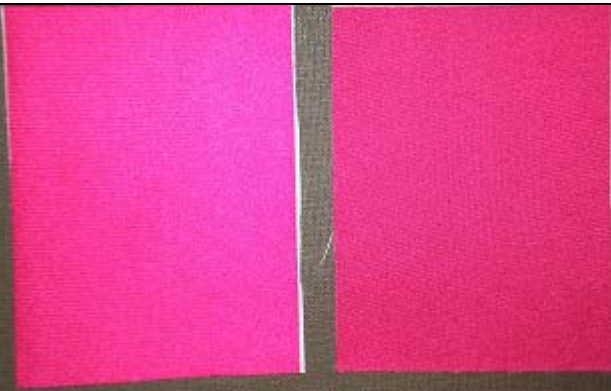
Tab. 4 Výsledky přenosového tisku při konstantní době přenosu a změně teploty

Čas/teplota	Vzorky (žlutá barva – přenosový papír Transfertex)	Subjektivní hodnocení
30s/150°C	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Pletenina Tkanina </div> 	<p>Již při této teplotě došlo k přenosu barviva na materiály, ale jen ve velmi světlém odstínu. Většina barviva zůstala na přenosovém papíře. Na pletenině světlejší odstín než na tkanině.</p>
30s/160°C		<p>Odstín o něco málo tmavší než při teplotě 150°C. Opět na pletenině světlejší odstín barvy. Zůstatek barviva na přenosovém papíře.</p>
30s/170°C		<p>O něco tmavší odstín barvy. Jinak vše v podstatě stejné jako u předešlé teploty.</p>
30s/180°C		<p>Pouze tmavší odstín, jinak vše stejné. Barvivo na přenosovém papíře.</p>

<p>30s/190°C</p>		<p>Začínající slabý průnik barviva do struktury tkaniny, viditelný z R strany. Více tmavší odstín barvy. Větší úbytek barviva z přenosového papíru.</p>
<p>30/200°C</p>		<p>Větší průnik barviva do struktury tkaniny, viditelný z R strany. Sytější odstín barvy.</p>
<p>30/210°C</p>		<p>Optimální teplota a čas vhodný k přenosovému tisku. Dokonalý přenos barviva z papíru na textilii. Průnik barviva do struktury tkaniny, viditelný z R strany. U pleteniny nikoliv.</p>
<p>30/220°C</p>		<p>Téměř shodné s teplotou 210°C, jen větší průnik barviva do struktury tkaniny. Dokonalý přenos barviva z papíru na textilii.</p>

Tab. 5 Výsledky přenosového tisku při konstantní době přenosu a změně teploty

Čas/teplota	Vzorky (ostacetová červen 1168)		Subjektivní hodnocení
	Pletenina	Tkanina	
30s/150°C			Světlejší odstín na pletenině. Malý přenos barviva na textilií. Stejně jako u vzorků se žlutým barvivem.
30s/160°C			Dochází k mírnějšímu přenosu barviva z přenosového papíru. Opět pletenina světlejší než tkanina. Zůstatek barviva na přenosovém papíře.
30s/170°C			Tmavší odstín barvy než u předešlých dvou teplot. Větší přenos barviva z papíru na textilií.
30s/180°C			Tmavší odstín. Žádná změna od předešlé teploty.

<p>30s/190°C</p>		<p>Tmavší odstín barvy. Začínající průnik barviva do struktury tkaniny, mírně patrný z R strany. Větší přenos barviva z papíru a textilií.</p>
<p>30s/200°C</p>		<p>Větší průnik barviva do struktury textilie, znatelný z R strany textilie. U pleteniny nikoliv.</p>
<p>30s/210°C</p>		<p>Při této době a teplotě tisku došlo k optimálnímu přenosu barviva z papíru na textilií. Průnik barviva do struktury textilií.</p>
<p>30s/220°C</p>		<p>O něco větší průnik barviva do struktury tkaniny i pleteniny. Přenos barviva z papíru na textilií přibližně stejný jako u předešlé teploty.</p>

10.1 Objektivní hodnocení barevnosti

Připravené a potištěné vzorky se postupně každý zvlášť vkládaly do přístroje zvaného spektrofotometr, díky němuž byla stanovena barevnost jednotlivých vzorků. Na každém vzorku se provádělo měření celkem 4x a měřily se hodnoty CIE L^* a^* b^* a barevné difference ΔE .

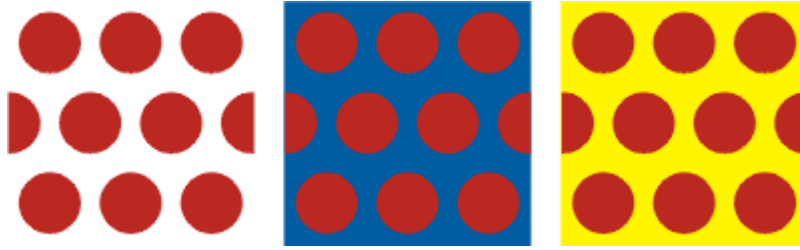
Nejprve bylo, ale nutné zjistit co to vlastně hodnocení barevnosti je. Subjektivní posuzování barevného odstínu koloristou je možno vyjádřit pouze slovně jako vybarvení prakticky stejné, o málo, o něco, značně a neporovnatelně rozdílné proti předloze. [16]

Barevná odchylka se ještě dále specifikuje jako: jasnější, kalnější, červenější, žlutší nebo jako prázdné a plné vybarvení.

Při tomto subjektivním způsobu hodnocení dochází často ke sporům, kterým je možno zamezit objektivním hodnocením barevných odstínů. [16]

Fyzikálně je barva směsí záření o různých vlnových délkách, resp. jde o část spektra viditelného záření, odraženého předmětem, jehož barvu posuzujeme okem pozorovatele. Barva, přesněji řečeno to, co člověk jako barvu vnímá, je závislá na mnoha okolních podmínkách. Mezi hlavní patří spektrální složení dopadajícího světla a směr jeho dopadu, směr pohledu pozorovatele, vlastnosti povrchu a vlastnosti pozorovatele například kvalita zraku, přizpůsobení okolnímu světlu, věk. [17]

Pokud jde o vlastnosti pozorovatele, objektivní posuzování barev dále komplikuje skutečnost, že se naše smysly nechávají oklamat očekáváním a pamětí. Při běžném pohledu nevnímáme barevné změny známých předmětů v závislosti na změnách okolního osvětlení. Člověk si totiž automaticky dorovnává jak intenzitu osvětlení, tak i hodnotu bílé barvy. Z výzkumů je rovněž známo, že vnímání barvy ovlivňují barvy v okolí pozorovaného místa. Vyplývá z toho, že pokud chceme barvy sdílet s ostatními, začlenit je do komunikace, nutně potřebujeme objektivní a přesný návod, jak je popisovat, měřit a kontrolovat. [17]

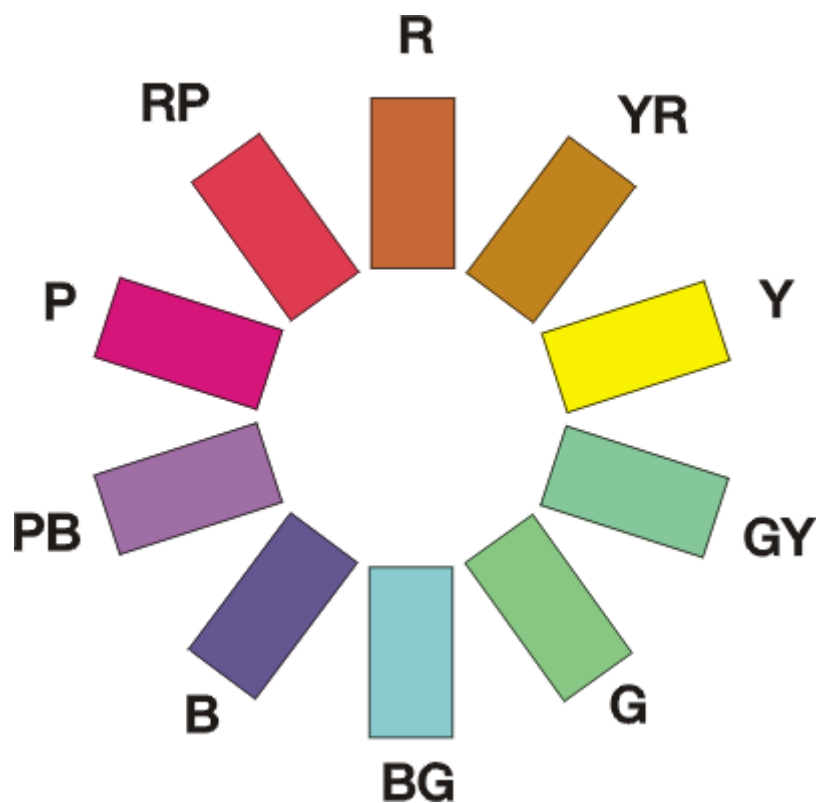


Obr.25 Závislost barevného vjemu na okolí pozorované barvy

V roce 1905 vytvořil Albert H. Munsell systém třídění barev, zohledňující lidské vnímání. V mnoha směrech šlo o nadčasový systém, neboť i dnešní systémy popisu barev vycházejí z podobné koncepce. Přímou na Munsellově notaci jsou založeny produkty, které se stále používají. Munsellova notace vychází z toho, že barvu můžeme popsat třemi základními vlastnostmi: [17]

- odstínem (Hue)

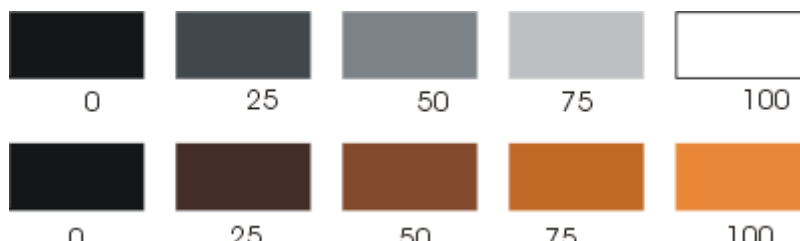
Je to vlastnost, s jejíž pomocí běžně rozlišujeme jednu barvu od druhé - červená se liší od modré, zelená od žluté. Barvy se v sousedním spektru mohou mísit a získat tak plynulý přechod - například červená a žlutá vytvoří spektrum barev od červené přes oranžovou ke žluté. Počátek a konec této řady na sebe navazují, Munsell je uspořádal do kruhu. Stanovil také pět základních barev (Red - červenou, Yellow - žlutou, Green - zelenou, Blue - modrou a Purple – purpurovou, viz obr.), které rovnoměrně rozmístil po obvodu kruhu a vsunul mezi ně ještě pět barev složených (YR, GY, BG, PB a RP). Na Munsellově barevném kruhu je celkem 10 barevných sektorů, kterým je přiřazena číselná hodnota - v základním provedení je použito dělení na 100 kroků po obvodu kruhu, ale v případě potřeby je možné použít desetinná čísla. [17]



Obr.26 Základní Munsellovo dělení odstínů - Munsell hue a Munsell primary hue (vnější)

- jasem (Value, lightness)

Popisuje vlastnost barvy podle měřítka "tmavá - světlá". V Munsellově notaci nabývá hodnot od 0 (pro všechny barvy čistá černá) do 10 (pro všechny barvy čistá bílá). Černá a bílá, spolu s odstíny šedé mezi nimi, se označují jako neutrální barvy a nemají v našem smyslu slova odstín. [17]

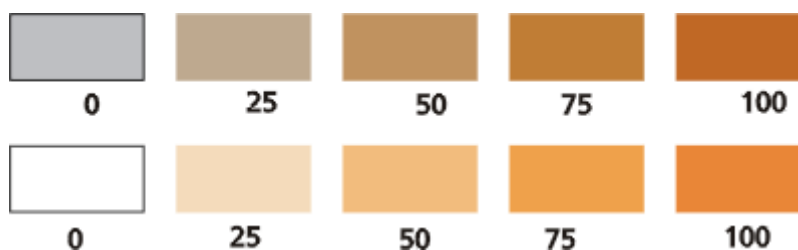


Obr.27 Změna jasu barvy neutrální (nahore) a chromatické (dole)

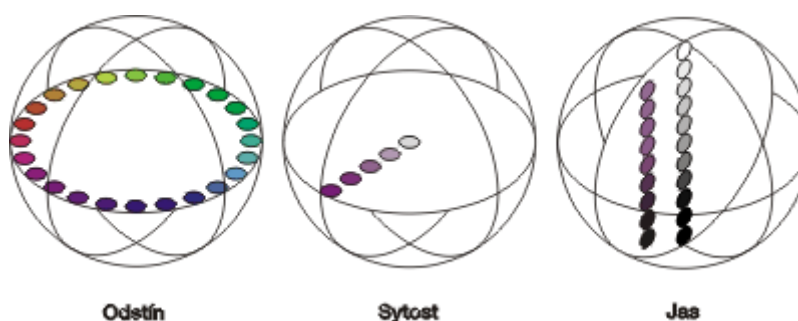
- sytostí (Chroma, saturation)

Popisuje vlastnosti barvy ve smyslu přechodu od neutrální šedé k čistému odstínu při stálé hodnotě jasu. Někdy se hovoří i o přechodu od slabého odstínu k odstínu živému. Názorně si nejlépe tuto vlastnost můžeme představit tím, že k šedé barvě začneme přidávat zvolený odstín (třeba žlutou) a pokračujeme tak dlouho,

až získáme čistou žlutou. Stupnice začíná na nule pro čistou neutrální šedou, její konec však přesně stanoven není - s vývojem nových pigmentů se maximální hodnoty sytosti pro jednotlivé odstíny a světlosti mění. [17]



Obr.28 Změna sytosti barvy - tentýž odstín, nahoře jas 75%, dole jas 100%



Obr.29 Barvy v modelu "Odstín - sytost - jas"

Pro fyzikální a matematické vyjádření barvy se nejlépe osvědčil systém Mezinárodní komise pro osvětlování – CIE (Commission Internationale de l' Eclairage). [16]

Založení CIE v roce 1931, zodpovědné za stanovení a udržování mezinárodních standardů, bylo odpovědí na poptávku po standardizaci modelů barev. Výstupy práce CIE jsou, kromě jiného, definice barevných prostorů, normy, definující metodologii měření, vlastnosti pozorovatele a vlastnosti osvětlení. Stanovení "standardního" pozorovatele je pro další definice barev jedním ze základních úkolů. [17]

Definice vlastností standardního pozorovatele vychází z výzkumu působení barev na "průměrného" člověka. Rozeznáváme dva typy pozorovatelů, rozlišené podle úhlu vstupu paprsků do oka a tím i plochy sítnice, kterou barvu vnímá - 10° pozorovatel vnímá barvu celou sítnicí, 2° pozorovatel vnímá barvu nejcitlivější částí oka, tzv. žlutou

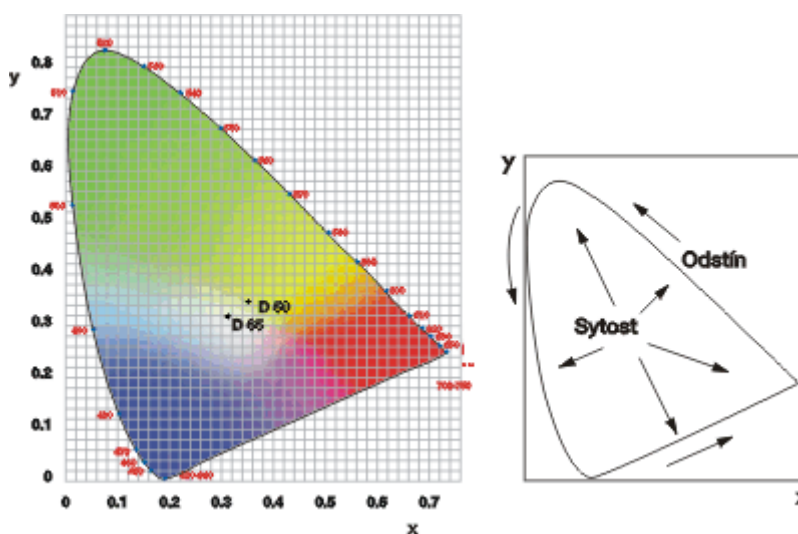
skvrnou. Přednost se dává měřením za podmínek 2° pozorovatele. Pro správné vnímání barev je rovněž důležité uvažovat i o vlivu okolního osvětlení. [17] [20]

Tyto pojmy jsou důležité pro stanovení předepsané metodiky při pozorování, porovnávání i měření barev. V současné době jsou základní standardní podmínky následující:

- osvětlení D50 nebo D65 (denní světlo)
- uspořádání 0/45° nebo 45/0° (úhel pohledu pozorovatele na předlohu a úhel dopadu vnějšího světla, výsledky při použití obou geometrií jsou ekvivalentní)
- 2° pozorovatel
- měření s černým podkladem pro minimální ovlivnění okolím

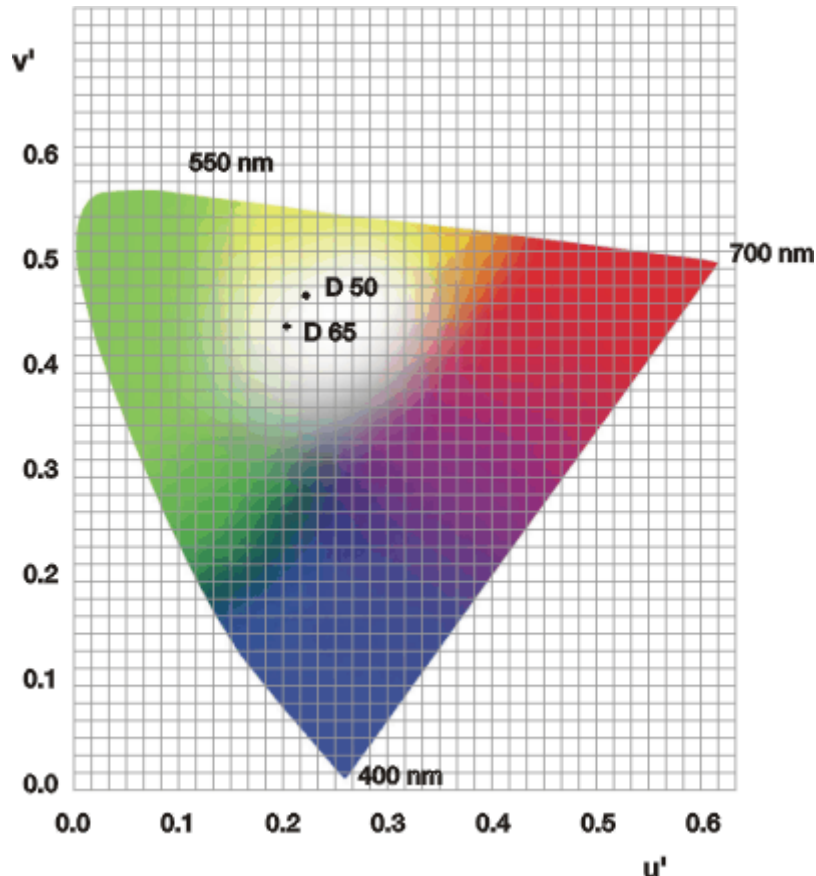
Normované podmínky jsou důležité všude tam, kde výsledek práce s barvou (měření, porovnávání) má být objektivní a přístupný širokému okolí. [18]

CIE 1931 (x,y) - chromatický diagram, označovaný i jako Yxy. Jas je vyjádřen hodnotou Y a barvy s tímto jasem jsou uspořádány v chromatickém diagramu (x,y). Odstíny (Hue) jsou rozloženy podél obvodu diagramu, sytost se za pohybu mění směrem k centrální neutrální oblasti. Model se lépe transformuje na modely CIE Lab a Luv a další z nich vycházející. Nevýhodou je, že vzdálenost barev v diagramu neodpovídá pokaždé rozdílu v jejich působení na pozorovatele. [18] [16]



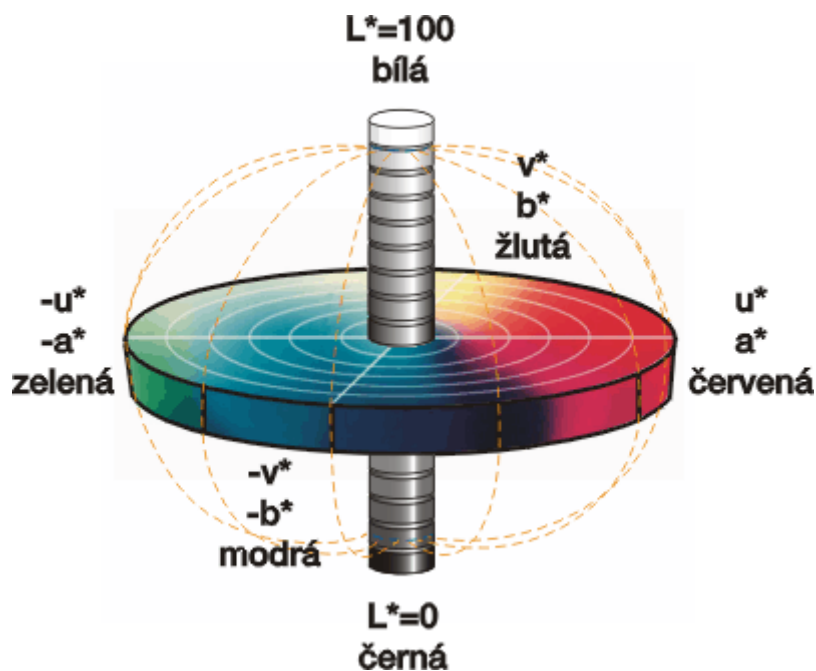
Obr.30 Barevný diagram CIE 1931 (Yxy)

CIE 1976 UCS ($u'v'$) - chromatický diagram, označovaný i jako $Y_u'v'$. Svou definicí odstraňuje nerovnoměrnosti diagramu Y_{xy} a ještě lépe odpovídá modelu CIELAB.



Obr.31 Barevný diagram CIE 1976 UCS ($Y_u'v'$)

Pro názorné a matematicky snadné určování barev byly dále navrženy barevné prostory CIE $L^*a^*b^*$ a CIE $L^*u^*v^*$, které si získaly (zejména $L^*a^*b^*$) výsadní postavení při popisu barev, nezávislých na zařízení. Barevné modely CIE $L^*a^*b^*$ a CIE $L^*u^*v^*$ byly definovány komisí CIE i v roce 1976. Jejich konstrukce je založena na faktu, že barva nemůže být zároveň zelená a červená, stejně tak jako modrá a žlutá. Proto lze zavést hodnoty, popisující polohu odstínu mezi zelenou a červenou, respektive mezi modrou a žlutou. Máme-li barvu definovanou v CIELAB, pak L^* definuje jas, a^* udává polohu mezi primárními barvami R/G a b^* udává polohu mezi primárními barvami Y/B. Ve středu kruhového diagramu je neutrální oblast, v prostorovém tvaru pak středem tělesa, popisujícího $L^*a^*b^*$ prostor, procházejí neutrální barvy (černá, stupně šedé a bílá). [18]



Obr.32 Prostorový model L*a*b*

Polohu barvy v souřadnicích a^* , b^* vynášíme do kruhového diagramu, skutečnou polohu barvy obdržíme po zahrnutí hodnoty L^* a umístění barvy do prostoru (viz. obr). [18]

10.2 Barevná odchylka delta E

Barevné prostory CIE L*a*b* a CIE L*u*v* dovolují také snadno zavést, počítat a měřit objektivní odchylky mezi jednotlivými barvami. Pro vyjádření tohoto rozdílu byla zavedena obecně známá veličina ΔE^* . [19] [20]

ΔE^* se skládá z jednotlivých odchylek ΔL^* , Δa^* , Δb^* . Výpočet je jednoduchý, ΔE^* je druhou odmocninou součtu čtverců jednotlivých odchylek:

$$\Delta E_{ab}^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad [19] [20]$$

Odchylka ΔE^* je důležitou, všeobecně přijímanou metodou hodnocení rozdílu barev - podle její velikosti hodnotíme kvalitu zobrazení monitorů, shodu nátisku a výsledného tisku. [19]

Tolerance barevné odchylky ΔE^* je převážně do výše hodnoty 1. V některých firmách či podnicích je zákazník schopný tolerovat odchylku až do výše 1,5.

Jak již bylo zmíněno objektivní hodnocení barevnosti se provádělo na přístroji zvaném spektrofotometr. Konkrétně se jednalo o dvoupraskový spektrofotometr SF 600 Datacolor. Jeho měřicí otvor, ve kterém byly vzorky měřeny, je největší plocha , kterou lze měřit.



Obr.33 Spektrofotometr SF 600 Datacolor

K měření na tomto přístroji byly použity předem potištěné vzorky podle podmínek zadaných v první části experimentu.

Nejprve bylo nutné si přístroj před začátkem měření řádně nakalibrovat a stanovit si barevné standardy, pro toto měření byly zvoleny barevné vzorky potištěné při teplotě 210 °C a doby přenosu 30s. Po kalibraci přístroje a stanovení standardů se mohlo přejít k měření vzorků. Jednotlivé vzorky se postupně vkládaly do měřicího otvoru, kde docházelo k měření barevnosti a jednotlivých hodnot L^*a^* a b^* (na každém vzorku byla provedena celkem 4 měření), které byly zároveň porovnávány s jednotlivými nastavenými standardy. Měřeno bylo za podmínek D65/10, což znamená za denního světla a 10° pozorovatelem, který vnímá barvu celou sítnicí svého oka. Vyhodnocování probíhalo v celém rozsahu vlnových délek viditelného světla od 400 do 700 nm, vždy po 10 krocích.

Z výsledků, které poskytl spektrofotometr byla dále vypočítána barevná odchylka (diference) ΔE^* .

11 Tabulky s výsledky měření a grafy měření

Zde jsou v tabulkách uvedeny výsledky z měření na spektrofotometru u jednotlivých vzorků a v daných podmínkách. V prvních čtyřech tabulkách jsou výsledky z měření na vzorcích při konstantní teplotě a různých změnách doby přenosu.

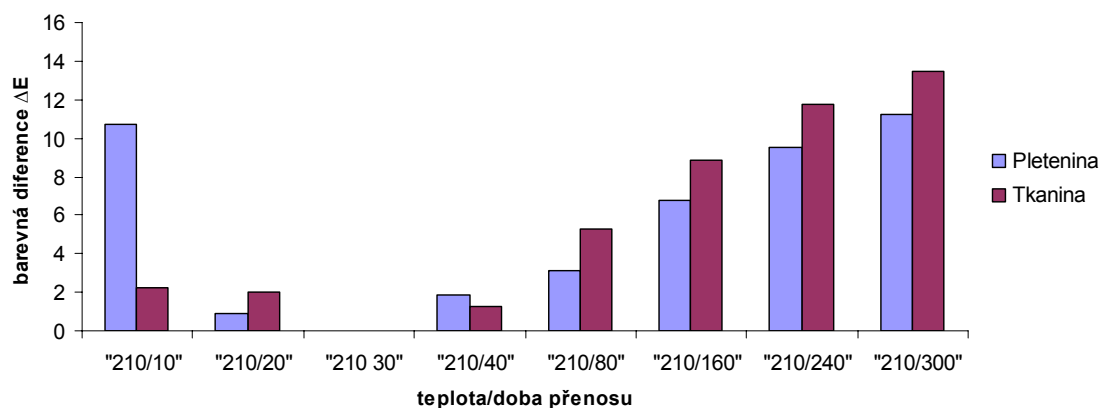
Tab. 6 Pletenina – žlutá barva

Pletenina – žlutá barva				
teplota/čas	L*	a*	b*	ΔE^*
"210/30"	68,13558	20,23479	54,39877	
"210/300"	70,04851	17,30287	43,74267	11,21641
"210/240"	67,68888	19,06911	44,9799	9,501235
"210/160"	67,42276	20,87867	47,70491	6,76243
"210/80"	67,92578	20,76879	51,32792	3,123987
"210/40"	66,93206	21,67672	54,35384	1,878734
"210/20"	68,32789	19,78454	53,69139	0,860288
"210/10"	71,06818	15,22347	45,42539	10,68808

Tab. 7 Tkanina – žlutá barva

Tkanina – žlutá barva				
teplota/čas	L*	a*	b*	ΔE^*
"210/30"	69,52804	20,42383	53,08572	
"210/300"	73,73361	13,6736	42,25749	13,43514
"210/240"	72,06773	14,76583	43,11221	11,74453
"210/160"	71,49375	16,90146	45,19743	8,85981
"210/80"	70,56179	18,57352	48,24976	5,280037
"210/40"	68,80196	21,25037	52,48863	1,25175
"210/20"	68,93115	21,2563	54,78841	1,987067
"210/10"	70,42559	18,39381	52,94736	2,223898

Konstantní teplota/změna doby přenosu (žlutá barva)



Graf 1 Konstantní teplota/změna doby přenosu

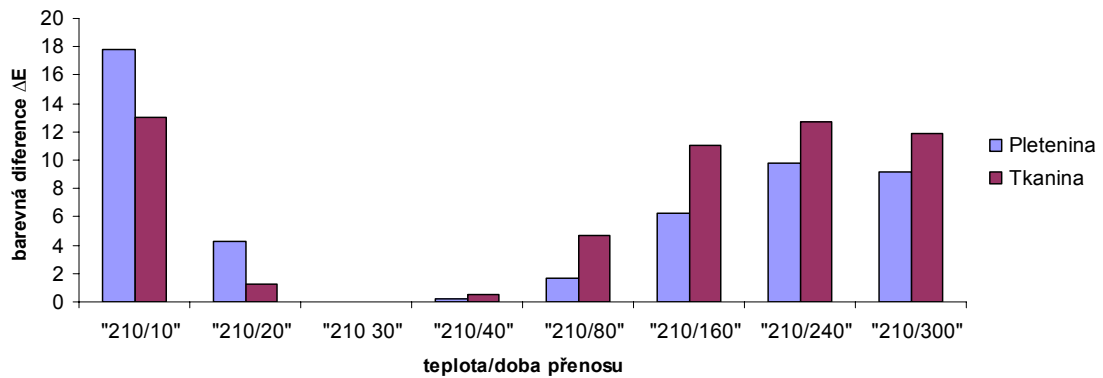
Tab. 8 Pletenina – ostacetová červeň

Pletenina – ostacetová červeň				
teplota/čas	L*	a*	b*	ΔE*
"210/30"	48,52983	69,0729	7,76558	
"210/300"	52,44584	62,29884	2,89459	9,216809
"210/240"	53,10337	62,32888	2,43061	9,73966
"210/160"	51,90022	64,85287	4,65908	6,230451
"210/80"	49,10012	67,7832	8,71241	1,698542
"210/40"	48,65367	68,98636	7,87616	0,187226
"210/20"	49,93806	67,87655	3,86881	4,312677
"210/10"	56,0982	60,87503	-6,16642	17,84898

Tab. 9 Tkanina – ostacetová červeň

Tkanina – ostacetová červeň				
teplota/čas	L*	a*	b*	ΔE*
"210/30"	49,449	68,67281	7,89026	
"210/300"	55,04275	60,1534	1,85412	11,84506
"210/240"	55,70618	59,91801	1,15007	12,6976
"210/160"	55,33208	61,48741	1,99529	10,9996
"210/80"	51,84296	65,79033	5,05035	4,701577
"210/40"	49,70274	68,19614	7,72952	0,563414
"210/20"	49,51611	68,89343	6,67399	1,237938
"210/10"	54,87049	66,01482	-3,63468	13,01083

Konstatní teplota/změna doby přenosu (ostacetová červeň)



Graf 2 Konstatní teplota/změna doby přenosu

V dalších čtyřech tabulkách jsou výsledky z měření vzorků při konstantní době přenosu a různých změnách teplot.

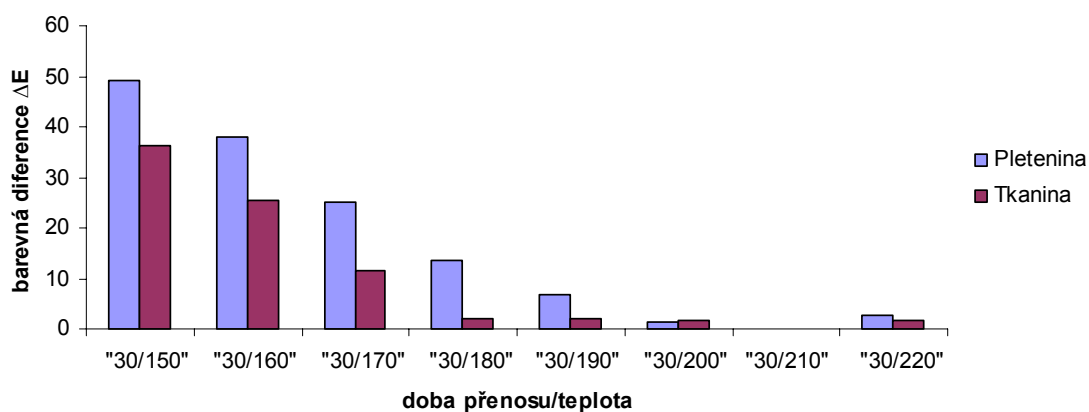
Tab. 10 Pletenina – žlutá barva

Pletenina – žlutá barva				
čas/teplota	L*	a*	b*	ΔE*
"30/210"	68,13558	20,23479	54,39877	
"30/220"	66,56953	22,3875	53,69156	2,754418
"30/200"	67,62738	20,57284	53,34238	1,220043
"30/190"	69,97682	17,129	48,78606	6,673725
"30/180"	71,75468	14,69716	42,69296	13,44579
"30/170"	75,12935	11,16714	32,00013	25,1562
"30/160"	78,32876	8,91522	19,71889	37,8778
"30/150"	82,31609	6,93014	9,13301	49,2655

Tab. 11 Tkanina – žlutá barva

Tkanina – žlutá barva				
čas/teplota	L*	a*	b*	ΔE^*
"30/210"	69,52804	20,42383	53,08572	
"30/220"	69,26003	20,65539	51,38773	1,734537
"30/200"	68,8013	21,31149	54,4025	1,746425
"30/190"	68,32314	21,65702	54,22919	2,068832
"30/180"	70,25613	18,90734	51,66316	2,203074
"30/170"	73,1373	15,24389	43,53851	11,44586
"30/160"	77,53027	10,96687	30,799	25,49839
"30/150"	80,87399	8,71721	20,76559	36,19898

Konstantní doba přenosu/změna teploty (žlutá barva)



Graf 3 Konstantní doba přenosu/změna teploty

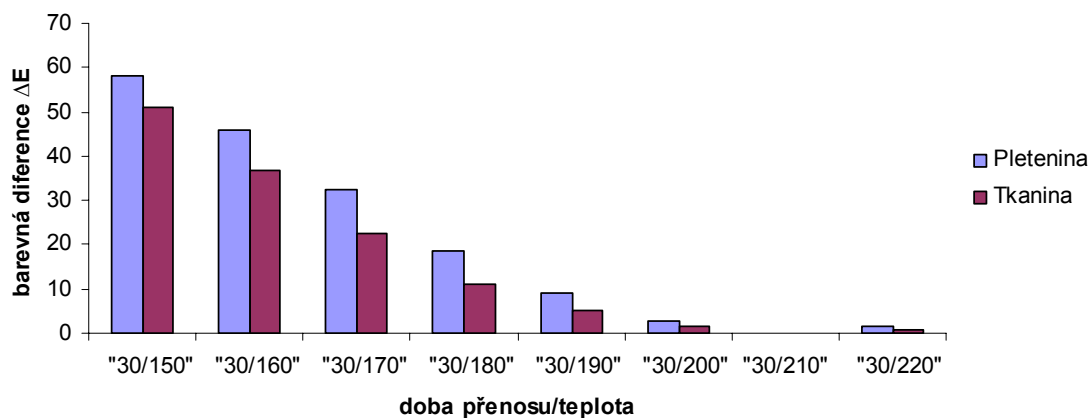
Tab. 12 Pletenina – ostacetová červeň

Pletenina – ostacetová červeň				
čas/teplota	L*	a*	b*	ΔE^*
"30/210"	48,52983	69,0729	7,76558	
"30/220"	48,38055	68,89397	9,22498	1,477887
"30/200"	49,10938	68,26576	5,32881	2,631578
"30/190"	51,87405	65,92038	0,12443	8,916802
"30/180"	56,93629	61,37854	-6,70487	18,41917
"30/170"	65,08242	50,92919	-13,1975	32,28982
"30/160"	73,49144	38,37234	-15,8356	46,07191
"30/150"	80,49667	26,58194	-16,0319	58,25529

Tab. 13 Tkanina – ostacetová červeň

Tkanina – ostacetová červeň				
čas/teplota	L*	a*	b*	ΔE^*
"30/210"	49,449	68,67281	7,89026	
"30/220"	49,51884	67,73624	8,00043	0,94561
"30/200"	49,62085	69,09505	6,40196	1,556553
"30/190"	50,99067	69,03717	2,89109	5,244159
"30/180"	54,18628	67,11594	-2,10195	11,16736
"30/170"	61,59647	59,27265	-8,65417	22,57526
"30/160"	70,51015	45,4179	-11,5132	36,88981
"30/150"	78,57082	31,49214	-11,1619	50,92608

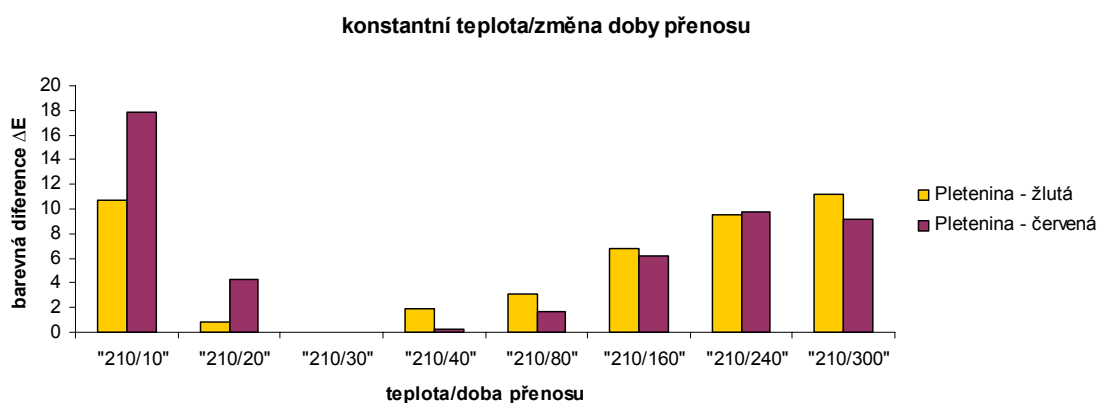
Konstantní doba přenosu/změna teploty (ostacetová červeň)



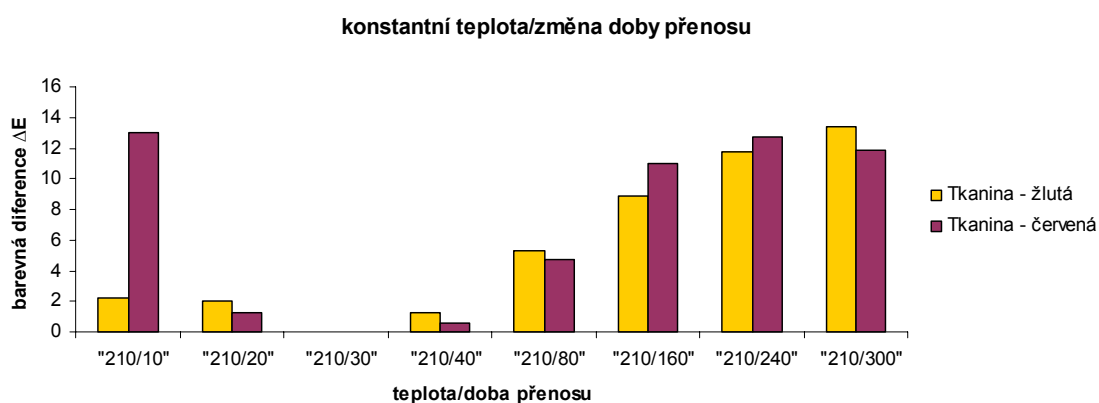
Graf 4 Konstantní doba přenosu/změna teploty

12 Porovnání barevných diferencí u jednotlivých materiálů a barev

V následujících grafech je znázorněno porovnání diferencí jednotlivých materiálů, které byly použity v experimentu týkajícího se přenosového tisku.

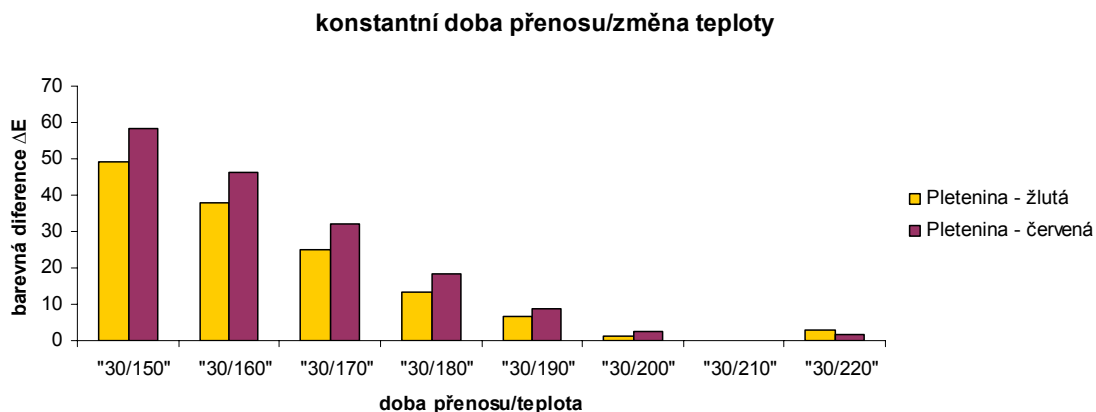


Graf 5 Pletenina - konstantní teplota a změna doby přenosu

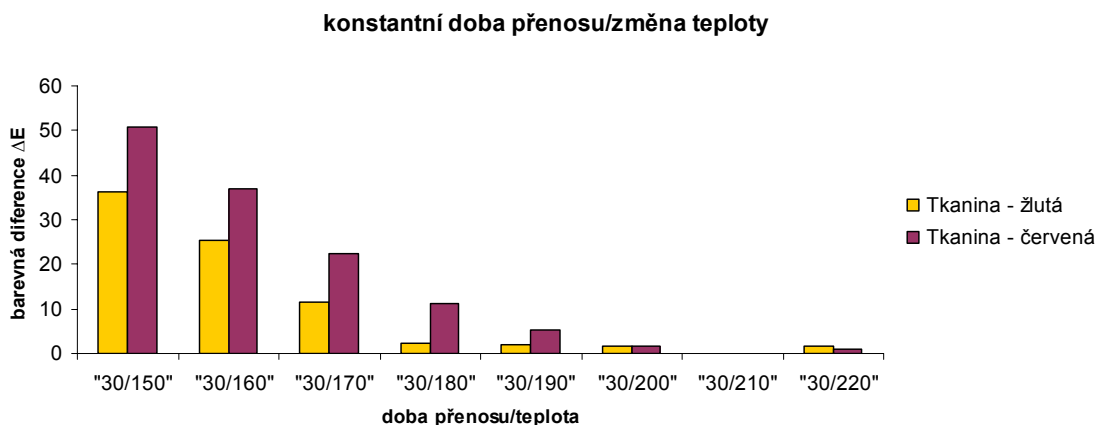


Graf 6 Tkanina - konstantní teplota a změna doby přenosu

U pletenin byly akceptovatelné diference za podmínek : žlutá barva – 210°C a 20s, červená barva – 210°C a 40s. U tkanin to byly následující podmínky: žlutá barva - 210°C a 40s, červená barva – 210°C a 20s, 210°C a 40s.



Graf 7 Pletenina - konstantní doba přenosu a změna teploty



Graf 8 Tkanina - konstantní doba přenosu a změna teploty

U těchto grafů je patrné, že se stoupající teplotou difference klesají. Dále, je zde vidět kdy v případě obou materiálů je vyšších diferencí dosaženo při použití přenosového papíru s červenou barvou, což může být dáno schopností sublimace barviva z přenosového papíru. Po překročení standardní doby přenosu a teploty je opět mírný vzestup diferencí.

Akceptovatelné difference jednotlivých materiálů: Pleteniny – žlutá barva – 30s a 200°C, červená barva – 30s a 220°C. U tkanin to byly tyto hodnoty – žlutá barva – ani u jednoho vzorku nebyly hodnoty akceptovatelné, všechny překročily hranici 1,5, červená barva – 30s a 220°C.

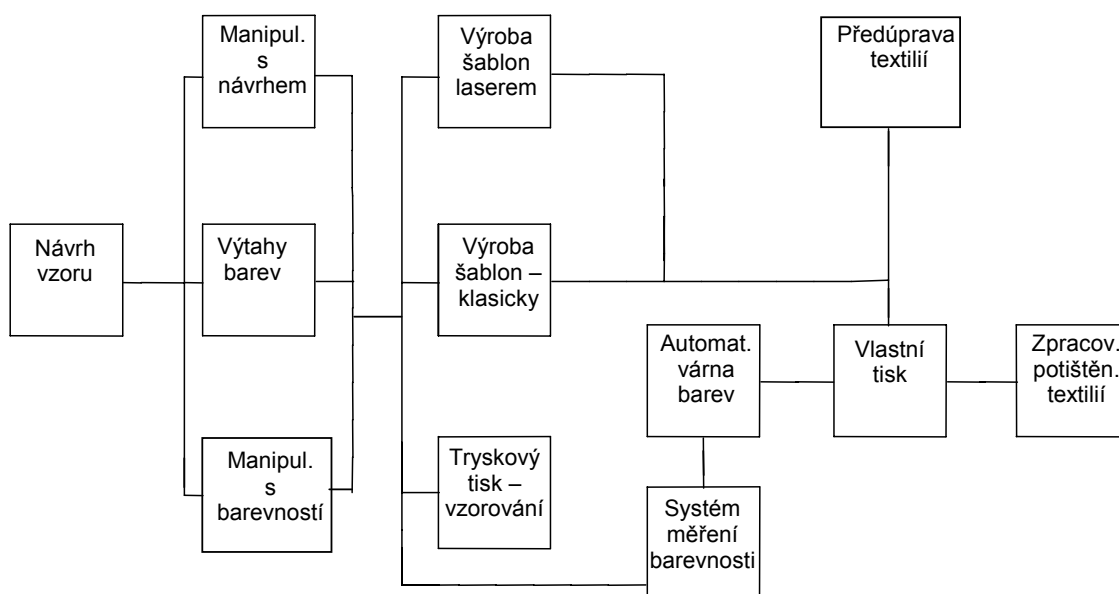
13 Shrnutí výsledků teoretické a experimentální části diplomové práce

Teoretická část

U technologie potiskování textilií je kladen důraz zejména na tyto podmínky:

- zkrácení přípravných časů
- zlepšení kvality potištěných textilií
- řízený výrobní proces
- ekologické aspekty potiskování
- digitální tisk, který se používá jak pro vzorování, tak i pro produkci

Používání technologie tisku v moderní tiskárně je znázorněno na obr.34



Obr. 34 Moderní technologie tisku

V rámci porovnání tiskařských technik jsou stále ještě tiskařské techniky, které zaujímají svoje postavení v oblasti textilního tisku. Jsou to především techniky sítotisku a přenosového tisku nebo-li tisku termotransferového. Tyto techniky jsou hodně využívány nejen v textilním průmyslu, ale také v jiných oblastech jako je výroba reklamních a dárkových předmětů různých rozměrů, tvarů, barev, ale také hlavně materiálů, nejen textilních.

V současné době nabývá velkého rozmachu digitální tisk. Hlavní jeho výhoda spočívá především v možnosti velkoformátového tisku a také to, že k tisku není zapotřebí žádných šablon a vzor se tiskne přímo na textilií. Většina strojů pro digitální tisk, které se dnes používají pro textilní aplikace, poskytuje obraz s vysokým rozlišením (až 1440 dpi). Digitální tisk je vysoce atraktivní, hlavně pro vzorování a pro produkci malých sérií potištěných tkanin. Většímu rozšíření brání menší rychlosti tisku (max. 200 m²/hod.) a dosud omezená kapacita nánosu inkoustu na textilií v porovnání s množstvími potřebnými pro pracovní výkony srovnatelné s filmovým tiskem.

Tab. 14 Rychlosti tisku u různých tiskařských technik

Tiskařská technika	Rychlost tisku [m/min]	
	Průměr	maximum
Filmový tisk s plochými šablonami	10	35
Filmový tisk s rotačními šablonami	40	120
Přenosový tisk	5	15
Tryskový tisk (digitální tisk)	m ² /hod	m ² /hod
	20	150

V technologii filmového tisku, jak s plochými tak i s rotačními šablonami, se již dosáhlo vysokého standardu. Stále se však objevují inovační prvky hlavně pro monitorování a řízení celého procesu. S tím je spojeno nejen zlepšení kvality tisku, ale i úspora energie. Výrobci doplňují tiskací stroje systémy pro velmi rychlou záměnu pasty, rychlé a ekologické čištění šablon a rozvodů.

Experimentální část

V první fázi praktické části byly subjektivně zhodnoceny potištěné vzorky přenosovým tiskem. Při každém porovnání stejných barev mezi pleteninou a tkaninou za určitých podmínek, byl znatelný a viditelný světlejší odstín na pletenině, což mohlo být způsobeno tím, že lícová strana pleteniny byla počesána. Na tkanině byl o něco tmavší a sytější odstín.

V druhé fázi bylo zjištěno, že při stanovené konstantní teplotě 210°C s různými změnami doby přenosu, je barevná diference ΔE se zvyšující dobou přenosu ve většině případech větší u tkaniny než u pleteniny. Při kratší době přenosu je to zase naopak v případě červené barvy, u žluté je to pouze při době přenosu 10s. V okolí standardního vzorku jsou již z grafu viditelné barevné diference, ale nedosahují takových rozdílů hodnot jako u kratších a delších dob přenosu.

Naopak oproti tomu při stanovené konstantní době přenosu 30s se změnami teplot byly zjištěny vyšší barevné diference ΔE s klesající teplotou u pleteniny než u tkaniny u obou barev.

14 Závěr

V této práci jsem se zabýval vývojem v tiskařských technikách. Díky dostupným informacím z internetových publikací, skript a vědeckých prací, bylo možné v první části práce přiblížit některé druhy tiskařských technik vyskytujících se v textilním průmyslu. Stručné porovnání těchto technik je uvedeno v předchozí kapitole.

Experimentální část práce byla zaměřena na studium působení teploty a času na výsledný tisk. Zde byla jako standardní hodnota pro přenosový tisk stanovena teplota 210°C a doba přenosu 30s. S tímto standardem byly následně porovnávány ostatní potisknuté vzorky a stanovena barevná diference. Bylo zjištěno, že při kratší době přenosu dochází k nedostatečné sublimaci barviva, proto je barva na materiálu světlejší. Se zvyšující dobou přenosu se sublimace zvyšuje a tím se stávají odstíny barev více tmavými a sytějšími. Má to, ale také negativní dopad na tisknutý materiál, čím déle necháváme na materiál působit teplo, tím se nám barva z papíru neustále sublimuje na materiál a dochází k průchodu barvy skrz celý materiál, nehledě nato, že materiál při delším působení tepla mění svoje vlastnosti, především to bylo znát na omaku materiálu.

Stejně to bylo i z pohledu změny teploty. Při nízkých teplotách byly materiály ve světlých odstínech neboť nebylo dosaženo vhodné teploty pro dostatečný přenos barvy na textil. Se zvyšující se teplotou přenosu opět docházelo k tmavším a sytějším odstínům.

Celkově by se dalo říci, že teplota vhodná pro přenosový tisk se pohybuje od 200°C do 220°C a doba přenosu od 20s do 40s, ale samozřejmě záleží na použitých materiálech a přenosových médiích. K téměř stejnému barevnému odstínu jako u standardu můžeme dosáhnout kombinacemi teplot a doby přenosu. Na některých materiálech můžeme působit teplotou 200°C a dobou přenosu 40s (ale i vyšší teplotou a kratší dobou přenosu) a výsledný odstín tisku bude podobný standardu. Samozřejmě takto potlaštěné vzorky budou mít odlišnou barevnou diferenci, avšak ještě akceptovatelnou.

15 Použitá literatura

- [1] Historické panorama zušlechtování 1
<http://www.skolatextilu.cz/history/zus/index.html> [4.7. 2008]
- [2] Historie zušlechtování. Škola textilu.
<http://www.etextil.cz/cti/1/98/z-historie-textilu-a-mody/> [20.11.2008]
- [3] Historické panorama zušlechtování 2
<http://www.skolatextilu.cz/history/zus/2.html> [4.7. 2008]
- [4] Historické panorama zušlechtování 3
<http://www.skolatextilu.cz/history/zus/3.html> [4.7. 2008]
- [5] Potiskování textilií
http://www.ft.tul.cz/depart/ktc/dokumenty/skripta/zuslechtovani_textilii/potiskovani.pdf [4.7. 2008]
- [6] BARTOŠOVÁ K. Optimalizace složení pigmentových tiskacích past: Liberec 2005, Diplomová práce
- [7] SIMON J. Technologie II. Zušlechtování textilií: Liberec 1980
- [8] Sítotiskové práce – výhody a nevýhody
http://www.stromprop.cz/stranky/sitotiskove_prace.htm [12.8.2008]
- [9] PRÁŠIL M. Analýza a modelování kinetiky přenosového tisku plošných textilií. Liberec 1984, Kandidátská disertační práce
- [10] DOLEŽAL I. Zajímavé možnosti termotransferového potisku
http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=209 [20.8.2008]
- [11] DOČKAL M. Polygrafie revue. Tisk na textil zažívá změny
<http://www.strategie.cz/scripts/detail.php?id=359621> [22.8.2008]
- [12] DOLEŽAL I. Kornit Digital - novinka v potisku textilní konfekce
http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=1365 [4.7.2008]
- [13] PRÁŠIL.M.: Pokroky v textilním tisku, Zpravodaj STCHK, č.2, 2005, str. 2-14, ISSN 1214 – 8091
- [14] KREJČÍKOVÁ D. Výroba potištěných textilií v malém a středním podniku. Liberec 2006, Bakalářská práce
- [15] Materiály poskytnuté společností Transfertex s.r.o.
- [16] ODVÁRKA J. Teorie zušlechtování. Liberec 1986
- [17] TŘEŠŇÁK K. Barvy a barevné modely.
http://www.printing.cz/art/colormanagement/barvy_a_modely.html [6.11.2008]

- [18] TŘEŠŇÁK K. Barvy a barevné modely.
http://www.printing.cz/art/colormanagement/barvy_a_modely_2.html [6.11.2008]
- [19] TŘEŠŇÁK K. Barevná odchylka delta E.
http://www.printing.cz/art/colormanagement/delta_E.html [6.11.2008]
- [20] ČERNÝ J. Úvod do problematiky měření barev.
<http://www.stavebni-chemie.cz/files/clanky/4.pdf> [20.11.2008]

Všechny fotografie uveřejněné v diplomové práci jsou pořízené autorem této práce.